سرطان او د چاپیریال رادیو اکتیویټي

پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی
اروابناد ډاکتر حاجی محمد سلطانزی
ډاکتر غازی محمد سلطانزی

Afghanic

ننګرهار طب پوهنځی

Pashto PDF
2014

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

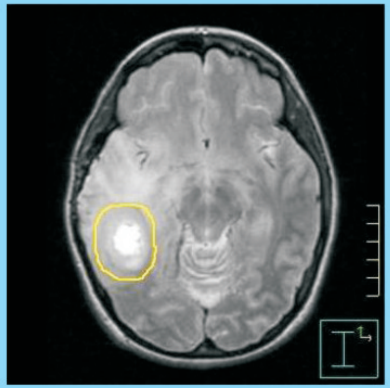
Cancer & Environmental Radioactivity

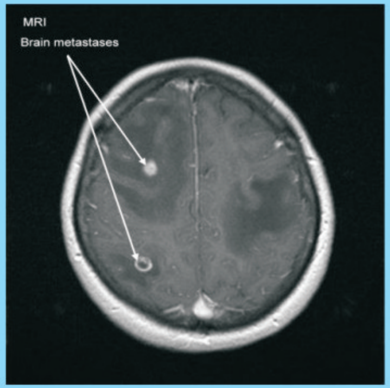
Dr rer nat Nazar M Sultansei
Dr med Haji M Sultansei
Dr med Ghazi Sultansei

Download: www.ecampus-afghanistan.org

ننگرهار طب پوهنځی

سرطان او د چاپیریال رادیو اکټیویټي





پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی
اروابناد ډاکټر حاجی محمد سلطانزی
ډاکتر غازی محمد سلطانزی

۱۳۹۳

سرطان او د چاپیریال رادیو اکټیویټي

Cancer & Environmental Radioactivity

پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی
اروابناد ډاکتر حاجی محمد سلطانزی
ډاکتر غازی محمد سلطانزی

۱۳۹۳

Afghanic

Nangarhar Medical Faculty

Dr rer nat Nazar M Sultansei
Dr med Haji M Sultansei
Dr med Ghazi Sultansei

Cancer & Environmental Radioactivity

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

ISBN 1-893909-24-7
9 781893 909243

2014

بسمه تعالی

سرطان او د چاپیریال رادیواکتیویتي

دوهم چاپ

۱۳۹۳ هـ

پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی ځدراڼ، ارواښاد الحاج حاجی محمد سلطانزی ځدراڼ، ډاکتر غازی محمد سلطانزی ځدراڼ

د کتاب نوم	سرطان او د چاپیریال رادیواکتیویټي
لیکوالان	پوهنوال ډاکتر نظر محمد سلطانزی ځدراڼ، اروابناد الحاج حاجی محمد سلطانزی ځدراڼ، ډاکتر غازی محمد سلطانزی ځدراڼ
خپرندوی	ننګرهار طب پوهنځی
ویب پاڼه	www.nu.edu.af
چاپ شمېر	۱۰۰۰
د چاپ کال	۱۳۹۳، دوهم چاپ
ډاونلوډ	www.ecampus-afghanistan.org
چاپ ځای	افغانستان ټایمز مطبعه، کابل

دا کتاب د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې په جرمني کې د Eroes کورنۍ یوې خیریه ټولنې لخوا تمویل شوی دی.

اداري او تخنیکي چارې یې په آلمان کې د افغانیک لخوا ترسره شوې دي.

د کتاب د محتوا او لیکنې مسؤلیت د کتاب په لیکوال او اړونده پوهنځی پورې اړه لري. مرسته کوونکي او تطبیق کوونکي ټولنې په دې اړه مسؤلیت نه لري.

د تدریسي کتابونو د چاپولو لپاره له موږ سره اړیکه ونیسئ:
ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت، کابل
تیلیفون ۰۷۵٦۰۱٤٦٤۰
ایمیل textbooks@afghanic.org

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي

ای اس بي ان ۷- ٢٤ - ۹۰۹۳۹۸ - ۱

د لوړو زده کړو وزارت پیغام

د بشر د تاریخ په مختلفو دورو کې کتاب د علم او پوهې په لاسته راوړلو کې ډیر مهم رول لوبولی دی او د درسي نصاب اساسي برخه جوړوي چې د زده کړې د کیفیت په لوړولو کې مهم ارزښت لري. له همدې امله د نړیوالو پیژندل شویو ستندردونو، معیارونو او د ټولنې د اړتیاوو په نظر کې نیولو سره باید نوي درسي مواد او کتابونه د محصلینو لپاره برابر او چاپ شي.

د لوړو زده کړو د مؤسسو د ښاغلو استادانو څخه د زړه له کومي مننه کوم چې ډېر زیار یې ایستلی او د کلونو په اوږدو کې یې په خپلو اړوندو څانګو کې درسی کتابونه تألیف او ژباړلي دي. له نورو ښاغلو استادانو او پوهانو څخه هم په درنښت غوښتنه کوم تر څو په خپلو اړوندو برخو کې نوي درسي کتابونه او نور درسي مواد برابر کړی څو تر چاپ وروسته د ګرانو محصلینو په واک کې ورکړل شي.

د لوړو زده کړو وزارت دا خپله دنده بولي چې د ګرانو محصلینو د علمي سطحې د لوړولو لپاره معیاري او نوي درسی مواد برابر کړي.

په پای کی د افغان ماشومانو لپاره د جرمنی کمیټې او ټولو هغو اړوندو ادارو او کسانو څخه مننه کوم چې د طبي کتابونو د چاپ په برخه کې یې هر اړخیزه همکاري کړې ده.

هیله مند یم چی نوموړې پروسه دوام وکړي او د نورو برخو اړوند کتابونه هم چاپ شي.

په درنښت

پوهاند ډاکتر عبیدالله عبید

د لوړو زده کړو وزیر

کابل، ۱۳۹۳

د درسي کتابونو د چاپ پروسه

قدرمنو استادانو او ګرانو محصلینو!

د افغانستان په پوهنتونونو کې د درسي کتابونو کموالی او نشتوالی له لویو ستونزو څخه ګڼل کېږي. یو زیات شمیر استادان او محصلین نوي معلوماتو ته لاس رسی نه لري، په زاړه میتود تدریس کوي او له هغو کتابونو او چپترونو څخه ګټه اخلي چې زاړه دي او په بازار کې په ټیټ کیفیت فوتوکاپي کېږي.

د دې ستونزو د هوارولو لپاره په تېرو درو کلونو کې مونږ د طب پوهنځیو د درسي کتابونو د چاپ لړۍ پیل او تر اوسه مو ۱۳۶ عنوانه طبي درسي کتابونه چاپ او د افغانستان ټولو طب پوهنځیو او نورو ادارو لکه عامې روغتیا وزارت، د علومو اکادمي، روغتونونو او نورو.... ته استولي دي.

دا کړنې په داسې حال کې تر سره کېږي چې د افغانستان د لوړو زده کړو وزارت د (۲۰۱۰ - ۲۰۱۴) کلونو په ملي ستراتیژیک پلان کې راغلي دي چې:

"د لوړو زده کړو او د ښوونې د ښه کیفیت او زده کوونکو ته د نویو، کره او علمي معلوماتو د برابرولو لپاره اړینه ده چې په دري او پښتو ژبو د درسي کتابونو د لیکلو فرصت برابر شي د تعلیمي نصاب د ریفورم *لپاره له انګریزي ژبې څخه دري او پښتو ژبو ته د کتابونو او درسي موادو ژباړل اړین دي، له دې امکاناتو څخه پرته د پوهنتونونو محصلین او استادان نشي کولای عصري، نوي، تازه او کره معلوماتو ته لاس رسی پیدا کړي".*

د افغانستان د طب پوهنځیو محصلین او استادان له ډېرو ستونزو سره مخامخ دي. نویو درسي موادو او معلوماتو ته نه لاس رسی، او له هغو کتابونو او چپترونو څخه کار اخیستل چې په بازار کې په ډېر ټیټ کیفیت پیداکېږي، د دې برخې له ځانګړو ستونزو څخه ګڼل کېږي. له همدې کبله هغه کتابونه چې د استادانو له خوا لیکل شوي دي باید راټول او چاپ کړل شي. د هیواد د اوسني حالت په نظر کې نیولو سره مونږ لایقو ډاکترانو ته اړتیا لرو، ترڅو وکولای شي په هیواد کې د طبي زده کړو په ښه والي او پرمختګ کې فعاله ونډه واخلي. له همدې کبله باید د طب پوهنځیو ته لا زیاته پاملرنه وشي.

تراوسه پورې مونږ د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ او کاپیسا د طب پوهنځیو او کابل طبي پوهنتون لپاره ۱۳۶عنوانه مختلف طبي تدریسي کتابونه چاپ کړي دي. د

ننګرهار طب پوهنځی لپاره د ۲۰ نورو طبي کتابونو د چاپ چارې رواني دي. د یادونې وړ ده چې نوموړي چاپ شوي کتابونه د هیواد ټولو طب پوهنځیو ته په وړیا توګه ویشل شوي دي.

ټول چاپ شوی طبي کتابونه کولای شي د www.ecampus-afghanistan.org ویب پاڼې څخه ډاونلوډ کړي.

کوم کتاب چې ستاسې په لاس کې دي زمونږ د فعالیتونو یوه بېلګه ده. مونږ غواړو چې دې پروسې ته دوام ورکړو ، تر څو وکولای شو د درسي کتابونو په برابرولو سره د هیواد له پوهنتونو سره مرسته وکړو او د چپټر او لکچر نوټ دوران ته د پای ټکی کېږدو. د دې لپاره دا اړینه ده چې د لوړو زده کړو د موسساتو لپاره هر کال څه نا څه ۱۰۰ عنوانه درسي کتابونه چاپ کړل شي.

د لوړو زده کړو د وزارت، پوهنتونونو، استادانو او محصلینو د غوښتنې په اساس په راتلونکې کی غواړو چې دا پروګرام غیر طبي برخو لکه ساینس، انجنیري، کرهنې، اجتماعي علومو او نورو پوهنځیو ته هم پراخ کړو او د مختلفو پوهنتونونو او پوهنځیو د اړتیا وړ کتابونه چاپ کړو.

له ټولو محترمو استادانو څخه هیله کوو ، چې په خپلو مسلکي برخو کې نوي کتابونه ولیکي، وژباړي او یا هم خپل پخواني لیکل شوي کتابونه، لکچر نوټونه او چپټرونه ایډېټ او د چاپ لپاره تیار کړي. زمونږ په واک کې یې راکړي، چې په ښه کیفیت چاپ او وروسته یې د اړوندې پوهنځۍ استادانو او محصلینو په واک کې ورکړو. همدارنګه د یادو شویو ټکو په اړوند خپل وړاندیزونه او نظریات زمونږ په پته له مونږ سره شریک کړي، تر څو په ګډه پدې برخه کې اغیزمن ګامونه پورته کړو.

له ګرانو محصلینو څخه هم هیله کوو چې په یادو چارو کې له مونږ او ښاغلو استادانو سره مرسته وکړي.

د یادونی وړ ده چې د مولفینو او خپروونکو له خوا پوره زیار ایستل شوی دی، ترڅو د کتابونو محتویات د نړیوالو علمي معیارونو په اساس برابر شي، خو بیا هم کیدای شي د کتاب په محتوی کې ځینې تیروتنې او ستونزې وجود ولري، نو له درنو لوستونکو څخه هیله مند یو تر څو خپل نظریات او نیوکې مولف او یا مونږ ته په لیکلې بڼه را ولیږي، تر څو په راتلونکې چاپ کې اصلاح شي.

د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کميټې او د هغې له مشر ډاکتر ايروس څخه ډېره مننه کوو چې د دغه کتاب د چاپ لګښت يې ورکړي دي دوی په تيرو کلونو کې هم د ننګرهار د طب پوهنځی د ۴۰ عنوانه طبي کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه درلود.

په ځانګړي توګه د جي آی زيت (GIZ) له دفتر او CIM (Center for International Migration & Development چې زما لپاره يې په تېرو څلور کلونو کې په افغانستان کې د کار امکانات برابر کړی دي هم د زړه له کومې مننه کوم.

د لوړو زده کړو له محترم وزير ښاغلي پوهاند ډاکترعبيدالله عبيد، علمي معين ښاغلي پوهنوال محمد عثمان بابري، مالي او اداري معين ښاغلي پوهنوال ډاکتر ګل حسن وليزي، د ننګرهار پوهنتون رييس ښاغلي ډاکتر محمد صابر، د ننګرهار طب پوهنځی رييس ښاغلي ډاکترخالد يار، د ننګرهار طب پوهنځی علمي مرستيال ښاغلي ډاکتر همايون چارديوال، د پوهنتونو او پوهنځيو له ښاغلو رييسانو او استادانو څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ لړۍ يې هڅولې او مرسته يې ورسره کړې ده.

همدارنګه د دفتر له همکارانو احمد فهيم حبيبی، سبحان الله او حکمت الله عزيز څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې يې نه ستړې کيدونکې هلې ځلې کړې دي.

ډاکتر يحيی وردګ، د لوړو زده کړو وزارت
کابل، فبروري ۲۰۱۴
د دفتر ټيليفون: ۰۷۵۶۰۱۴۶۴۰
ايميل: textbooks@afghanic.org
wardak@afghanic.org

تـقـريـظ

په وروستيو څو کلونو کې په هېواد کې د پوهې او علم په برخه کې يوڅه پرمختګونه شوي دي، چې ورسره د ښونځيو، مسلکيي انستيتونو، پوهنتونونو او محصلينو پـه کميـت کې زيـاتوالی راغلی دی.

که له يوې خوا پوهنتونونه د کميت په لحاظ ډېر شوي دي، نو لـه بـل پلوه اړينـه ده چې د لوړو زده کړه کيفيت ته زياته توجه وشي.

زمـونږ پـه وطـن کې علمـی او نـوی آثـار لاتـر اوسه هـم ډېـر کـم دی، خدای وکـړی چی د داسی تدريسي کتابونوليکل او چاپول بـه دغـه تشـه يـو څـه ډکـه کـړی. هيلـه منـد يـوو چی زمـونږ نـور استادان هم تشويق شی، تر څو په خپلو مسلکي برخو کې نوي علمي کتابونه وليکي.

دغه کتاب د ننګرهار د طب پوهنځی لخوا وکتل شو، ښـه معيـاری او د محصـلينو لپـاره ګټـور کتاب دی.

مونږ د ليکوال دغه زيار ستايو، د لوی خدای ج له دربار څخه نوموړي تـه د نـورو بريـاوو هيلـه کوو.

د ننګرهار د طب پوهنځی

Vorwort

Es gibt im Bereich der Naturwissenschaften kaum ein Fachbuch in der offiziellen afghanischen Landes Sprache Pashtu, das als Lehrbuch oder als wissenschaftliche Bezugsquelle für Studenten und Assistenzärzte zur Verfügung steht. Die Autoren haben es sich zur Aufgabe gemacht, ihre langjährigen klinischen Erfahrungen auf dem Gebiet der diagnostischen Radiologie und Therapie der Krebskrankheit weiterzugeben und damit diesem Ziel gerecht zu werden.
Das Buch behandelt drei wichtige Fachbereiche der Naturwissenschaften, nämlich Strahlenphysik, Radiobiologie und Strahlentherapie, deren enge Zusammenhänge und theoretische Grundkenntnisse für die Therapie und Früherkennung der Krebskrankheit mit modernen bildgebenden diagnostischen Verfahren von großer Bedeutung sind.

Teil 1: Strahlenphysik (Kapitel 1-7): beschreibt die Grundlage der Atomphysik z.B. SI-Einheiten, Aufbau der Materie, Radioisotope, Radioaktivität, Strahlungsarten, Energiedosen sowie die Wechselwirkung der ionisierenden Strahlung in biologischen Geweben.

Teil 2: Radiobiologie (Kapitel 8-14): behandelt die Stochastische und deterministische Wirkung der ionisierenden Strahlen auf die Erbsubstanz (DNA) und biologische Gewebe. Dabei werden die Zusammenhänge zwischen der Umweltkontamination mit radioaktiven, chemischen und biologischen Stoffen und Entstehungsmechanismen der Krebskrankheit anhand epidemiologisch-statistischer Untersuchungen dargestellt. Mutation der somatischen Zelle wird als mögliche Ursache für die Entstehung einer Krebszelle angesehen. Im Kapitel zehn wird die Abschätzung der Gefahr des abgereicherten Urans diskutiert, falls die Umwelt mit diesem radioaktiven Material kontaminiert wird. Schließlich wird der sogenannte "**Bystander Effect**" vorgestellt, der als neueste Erkenntnis über die Wirkung der „low-level radiation“ in den Zellen entdeckt wurde.

Teil 3: **Krebskrankheit (Kapitel 15-18)**: gibt allgemeine Informationen über die Krebskrankheit und beschreibt in Grundzügen die Behandlung der Krebskrankheit mit Strahlentherapie, Chemotherapie und Operation als den drei etablierten Methoden in der modernen Medizin. Dabei wird die diagnostische Bedeutung der Computertomographie und Kernspintomographie zur Früherkennung der Krebskrankheit hervorgehoben und deren prinzipielle medizinisch physikalische Arbeitsweise beschrieben.
Im letzten Kapitel ist gemäß Atomgesetz – AtG 1959 der Schutz von Personen, Sachgütern und der Umwelt vor den Wirkungen ionisierender Strahlung ausführlich erklärt. In diesem Zusammenhang sind die Errichtung einiger Mess-Stellen im Land vorgeschlagen worden, um die Umweltradioaktivität z.B. mit Hilfe von Gammaspektrometrie zu überwachen.
Im Anhang des Buches sind medizinische Fachausdrücke alphabetisch zusammengestellt und in Pashtu ausführlich erklärt. Ein Sachregister in Pashtu ermöglicht dem Leser einen bestimmten Fachausdruck schnell wiederzufinden. Zu jedem Kapitel gibt es Fragen mit Antworten im Anhang, damit der Leser seine Kenntnisse zu dem jeweiligen Sachgebiet selber überprüfen kann.

Neumarkt (OPF), im Dezember 2007-12-10 Die Autoren

تقريظ

دمحترموپوهانوهريوپوهنوال ډاکترنظرمحمدسلطانزی ځدراڼ ، خدای بښلي ډاکترحاجي محمدسلطانزی ځدراڼ ، اوډاکترغازی محمد سلطانزی ځدراڼ ، اثرمی چی د(سرطان اودچاپېريال راديواکټيويټي) ترعنوان لاندې په يوولسوبرخواونولسوفصلونوکی ليکل شوی دی ، سرترپايه په غورسره ولوست. په دغه کتاب کې لاندې موضوعات په ډېره ښه اوروانه پښتوليکل شوي دي. لکه:دواحدونونړيوال سيستم ـ دوړانگودفيزيک داصطلاحاتونوم اېښودنه ـ دوړانگودفيزيک بنسټيزه پوهه ـ طبيعی راديواکټيويټي ـ وړانگې ـ دمادې سره دايونايزوونکووړانگوټکر ـ کلينيکي ډوزيمتري ـ دبدن په حجره دايونايزوونکووړانگوفيزيکي ، کيمياوي ، اوبيالوژيکي اغېزې ـ ديورانيوم دلاسته راوړلواوراېستلوتکنالوژي ـ په چاپېريال باندې دخوار شوي يورانيم اغېزې ـ په روغتيا باندې دوړانگوناوړه اغېزې ـ دوړانگوناروغی ـ دوړانگونه ساتنه ـ دطبيعي وانگوسرچينې ـ دسرطان دخطراحتمالي اټکل ـ دوړانگوداندازه کولوټگلارې ـ دچاپېريال اکټيويټي څارنه اودسرطان ناروغی.

کله چې موضوعاتوته نظر واچوو نونژدې په سلوکی شپيته برخې فيزيکی مسايل احتواکوي اوپه سلوکی ۴۰ برخی طبي اوبيولوژيکي موضوعات احاطه کوي. څرنگه چې دکابل پوهنتون دساينس دپوهنځی دفيزيک په ديپارټمنټ کې دهستې پنامه مضمون دلکچر(لولانه) په ډول اودهستی تطبيقی برخه دتطبيقاتوپه ډول دمضمون په حيث لوستل کيږي. نوزه په پوره باورسره ويلای شم چې دفيزيک ديپارټمنټ له دې کتاب څخه ديوه ښه معتبر درسي کتاب په حيث استفاده کولای شي ، همدارنگه دطب په ساحاتواوهم دبيولوژی په برخه کې يوگټورکتاب اوماخذدی. دنوموړوموضوعاتوپه ليکنه کې له ډېر دقت څخه کاراخستل شوی اوله ډيرونوماخذو څخه استفاده شوې ده. زه نوموړی اثر نه يوازې تائيدوم بلکې دقدروړيی بولم اودافغانستان لپاره يې ستره سرمايه گڼم اوفکرکوم چې په دغه موضوع کې تراوسه چاداسې اثر نه دی ليکلای. نوزه له پاک خدای څخه دنوموړي کتاب ليکوالانوته دبرياووغوښتونکی يم. پاتې دنه وي چې دکتاب په پای کې انگليسي علمي اصطلاحات په ډېره روانه پښتوژباړل شوي چې دا هم ددې علم مينه والوته ډېر ښه اوباارزښته معلومات دي.

په درناوی
پوهاند دکتورنوراحمد ميرازی
دکابل پوهنتون دساينس پوهنځی
دبيالوژي دېپارټمنټ آمر

کابل:۲۰۰۷/۸/۴

مننه

دهغوخپلوانونومونه باید په ډیر درنښت اومنني سره یادکړم، چې ددې کتاب په بشپړکولوکې یې راسره تخنیکي او معنوي هر اړخیزه مرسته کړې ده.

- دخپلې ګرانې میرمنې حضرت بي بي سلطانزۍ ځدران دزړه له کومې خاوند پالنې څخه مننه کوم، چې لږ څه دوه کاله یې، د دې کتاب په لیکلو اوبشپړکولوکې، ستره حوصله وښودله او هر اړخیزې کورنۍ ستونځې یې په ویاله تنده په ځان ومنلې.

- د تنکي اوځوان تکړه زوی وحید جان سلطانزي ځدران دکمپیوټري هراړخیزې مرستې او وړاندیزونو څخه دزړه له کومې خوښي او مننه کوم.

- په پای کې دټولوهغودوستانواوملګروهراړخیزملاتړڅخه ډیره خوښي څرګندوم، چې دیوه داسې ځانګړي اوبې ساري، طبي ، ساینسي، پښتوژبې پوهنتوني آثر لیکلوته یې وه هڅولم .

نظرمحمد سلطانزی ځدران اوملګري لیکوالان

دجرمني هیواد، داپریل میاشت، ۲۰۰۷ م کال

دمطالبولړلیک

مخ	سرلیک	شمیره
ث	دلیکوالانولومړنی خبرې اود کتاب ځانګړتیاوې......................................	١
خ	سریزه	٢
1	**لومړی برخه** **لومړی څپرکی** دواحدونونړیوال سیستم... (International System of units = SI)	٣
9	**دویم څپرکی** دوړانګو فزیک اصطلا حونه (نومونپوهنه)................................ (Radiation Physics Terminology)	٤
17	**د ریم څپرکی** دوړانګو فزیک بنسټیز پوهه... (Fundamentals of Radiation Physics)	٥
26	**دویمه برخه** **څلورم څپرکی** طبیعي راديواکتیویتي... (Natural radioactivity)	٦
51	**پینځم څپرکی** وړانګي... (Radiation)	٧
78	**شپږم څپرکی** دمادي (توکي) سره د ایونایزکوونکو وړانګوغبرګون.................... (Interaction of ionizing radiation with matter)	٨

۹	**اووم څپرکی** کلینیکي ډوزیمتري.. (Clinical dosimetry)	95
۱۰	**دریمه برخه** **اتم څپرکی** د بدن په حجرو (ژونکو) باندې د ایوانایزکوونکو وړانګوفزیکي، کیمیاوي او بیالوژیکي اغیزې... (Physical, biological and chemical effects of ionizing radiation on body cells)	130
۱۱	**څلورمه برخه** **نهم څپرکی** د یورانیوم د لاس ته راوړلو او راایستلو ټکنالوژي...................... (Uranium mining and production)	155
۱۲	**پینځمه برخه** **لسم څپرکی** په چاپیریال باندې دغریب شوي یورانیوم اغیزې........................ (Environmental effects of depleted uranium)	167
۱۳	**شپږمه برخه** **یوولسم څپرکی** په روغتیا باندې د وړانګو ناوړه اغیزې.................................... (Health hazards of radiation effects)	184
۱٤	**دوولسم څپرکی** دوړانګو ناروغي سینډروم... (Radiation sickness syndrome)	226
۱٥	**اوومه برخه** **دیا رلسم څپرکی** دوړانګو نه ساتنه.. (Radiation Protection)	240

۱٦	اتمه برخه څوارلسم څپرکی د طبيعي وړانګوسرچينې... (Natural radiation sources)	251
۱۷	نهمه برخه پينځلسم څپرکی دسرطان خطراحتمال اټكل... (Estimating the risk of cancer Probability)	255
۱۸	لسمه برخه شپاړلسم څپرکی دوړانګو اندازه کولوتګلارې... (Radiation Measurement methods)	282
۱۹	اوولسم څپرکي دچاپېريال اكتيويتي خارنه... (Environmental Radioactivity monitoring)	292
۲۰	يوولسمه برخه اتلسم څپرکی د سرطان ناروغي... (Cancer disease)	298
۲۱	دوولسمه برخه نونسم څپرکی لنډيز - آخرنی خبرې او پا يـــلـه.................................... (Conclusion)	347
۲۲	آخځونه... (References)	356
۲۳	ويـــيـــپـا نګه... (Glossary)	369
۲٤	ملونه... Appendices	391

لومړی برخه

لومړی څپرکی

دواحدونوړيوال سيستم

(International System of units = SI)

په ۱۹٦۰ م کال کي دواحدونوړيوال سيستم چي لنديز يي په SI سره کيږي منځ ته راغی .په نوموړي سيستم کي کتله په کيلوګرام ، وخت په ثانيه اواوږدوالی په متر سره ښودل کيږي او د متر- کيلوګرام – ثانيه (meter-kilogram-second = mks) په بنه ليکل کيږي.

دفزيکي کميت نوم	بنستيزکميت	د واحد علامه		د واحد نوم
اوږدوالی (طول)	length	متر	m	meter
وخت	time	ثانيه	s	second
کتله	mass	کيلوګرام	kg	kilogram
دبريښنا شدت	electric current	امپير	A	ampere
تود وخه (حرارت)	temperature	کېلوين	K	Kelvin
دنوريا رنا شدت	luminous intensity	کاند يلا	cd	candela
دمادي کچه يا اندازه	amount of substance	مول	mol	mol

۱- جدول: نړيوال بنستيز واحدونه

يوه دقيقه = ٦۰ ثاني 1 min = 60 s

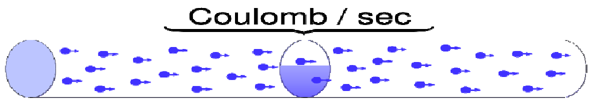
يوساعت = ٣٦۰۰ ثاني (1h = 3600 s)

يوه ورځ = ۲٤ ساعته = ۸٦٤۰۰ ثاني (1d = 86400 s)

واحد				د فزيکي کميت نوم
1 Joule	1 kg m^2/s^2	J	جول ياژول	انرجي (انرژي)
1 Volt	1 J/As	V	ولټ	بريښنا يزو لتېج
1 Coulomb	1As	C	کولومب	بريښنا يز چارج
1 Newton	1 J/m = 1 kgm/s^2	N	نيوټن	قوه (ځواک)
1 Pascal	$1N/m^2$	Pa	پاسکال	فشار
1 Herz	1/s	Hz	هرځ	فريکونس په يوه ثا نيه کي داهتزازوشمير
1 Becquerel	1 decay/s	Bq	بېکارل	د راديواکتيويتي واحد اومساوي ده : يوه تجزيه په ثانيه کی
Ion dose	As/kg	1C/kg	کولومب پرکيلوګرام	په يوکيلوګرام هواکی دايونو دوز يا دچارجونواندازه
Energy dose	1 J/kg	1 Gray = Gy	ګرې	انرژي دوزيا د انرژي ا ندازه
Effective dose	1 J/kg	1 Gray = Gy	ګرې	اغيزمن دوز
Equivalent dose	1 J/kg	1Sievert = Sv	سيورت	معادل دوز

۲- جدول: مشتق شوي واحدونه چي د بنسټيزوواحدونودحاصل تقسيم اوحاصل ضرب څخه ترلاسه کيږي.

يو امپير Ampere دبريښناجريان هغه شدت ته وايي چي ديوهادی په ساره سطحی نه او په يوه ثانيه کي يوکولومب چارج اويا د $6{,}24\times10^{18}$ کچه بنسټيزچارجونه تير شي (1 Ampere = Coulomb/second) .



۱- شکل: دبريښنا جريان شدت دالکترونوتيريدلوشميرپه واحد ثانيه اوساره سطحه بنودل شوئ دی

د فزيکي کميت پخواني نوم	نړيوال واحد	پخواني واحد
يو رونتګن: roentgen هغه اندازه ايونونه چې په يوه سا نتي متر مکعب وچه هواکې تر عادي تودوخې او فشارلاندې منځ ته راځي	2,58x10^{-4} C/kg	1 Roentgen = R =
	1C /kg	3876 Roentgen =
په هواکې ديو رونتګن وړانګو انرژي ډوز	0,87 cGy	R = 1 Roentgen =
راد : rad = radiation absorbed dose په يوکيلوګرام ماده کې جذب شوې انرژي	1 Gray = Gy 0,01 Gy	100 rad = 1 rad =
ريـم : rem = roentgen equivalent man دانرژي ډوزيا معادل ډوزپخواني واحد	1 Sv 0,01 Sv	100 rem = 1 rem =
کيوري: Curie (Ci) يوکيوري د اوه ديرش ګيګا بيکاريل سره مساوي دي	3,7x10^{10} Bq 37 GBq	1 Ci = 1 Ci =
يو ملي کيوري مساوي دی په 37 ميګا بيکاريل	37 MBq	1 mCi =

۳ - **جدول**: دکلينيکي ډوزيمترۍ پخوا نيواو نړيوال واحد سيستم ترمنځ اړيکې ښودل شوې دي.

سمبول	پخواني واحد	نړيوال واحد	فزيکي کميت
1 Ci = 3,7 . 10^{10} Bq 1 Bq = 2,7 . 10^{-11}Ci	Curie (Ci) کيوري	Becquerel (Bq) 1 Bq = 1/s بيکاريل	**اکتيويتي** **Activity**
1 rd = 0,01 Gy 1 Gy = 100 rd	Rad (rd) راد	Gray (GY) 1 Gy = 1 J/kg ګرې	**انرژي ډوز** **Energy dose**
1 rem = 0,01 Sv 1 Sv = 100 rem	Rem (rem) ريم	Sievert (Sv) 1 Sv = 1 J/kg سيورت	**معادل ډوز** **Equivalent dose**
1 R = 2,58 . 10^{-4} C/kg 1 C/kg = 3876 R	Roentgen ® رونتګن	Coulomb per Kilogramm (C/kg) کولومب تقسيم په کيلوګرام	**ايون ډوز** **Ion dose**

E	10^{18}	Exa	اېکسا	يو تريليون
P	10^{15}	Peta	پېتا	يوبيليارد
T	10^{12}	Tera	تېرا	يو بيليون
G	10^{9}	Giga	ګيګا	يو ميليارد
M	10^{6}	Mega	مېګا	يو ميليون
k	10^{3}	Kilo	کيلو	1000
h	10^{2}	Hekto	هېکتو	100
da	10^{1}	Deka	دېکا	10
d	10^{-1}	Dezi	ديسي	0,1
c	10^{-2}	Zenti	سانتي	0,01
m	10^{-3}	Milli	ميلي	0,001
µ	10^{-6}	Mikro	ميکرو	0,000001
n	10^{-9}	Nano	نانو	0,0000000001
p	10^{-12}	Pico	پيکو	لس په طاقت د منفي دوولس
f	10^{-15}	Femto	فېمتو	لس په طاقت د منفي پنځلس
a	10^{-18}	Atto	اتو	لس په طا قت د منفي اتلس

٤ - جدول: دواحدونو غټې او کوچنۍ برخې دطاقت په عدد(شميره) سره ښودل شوې دي.

دپام وړ: په هستوي فزيک کې داوږدوالي (length) لپاره اوس هم دفرمي واحد Fermi unit کارول کيږي. که څه هم فرمي دنړيوال واحد سيستم SI پورې اړه نه لري خو دايتالوي فزيک پوه او نوبل جايزې ګټونکي علمي شخصيت اينريکو فرمي(Enrico Fermi) په افتخار سره داوږدوالي لپاره او س هم لکه داتوم شعاع، دپروتون او نيوترون شعاع په فرمي سره ښودل کيږي. دبېلګي په ډول دطلا اتوم دهستي شعاع لږ څه اته نيم فرمي 8,5 fermi اوږدوالی لري.

$$1\ \text{fermi} = 1\times10^{-15}\ \text{m} = 1\ \text{fm} = 0{,}001\ \text{pm} = 1000\ \text{am}$$

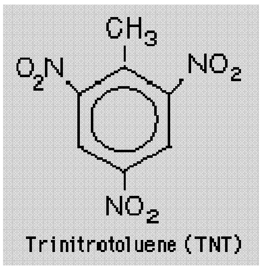
سمبول	شميره (عد د)	واحد	فزيکي کميت
e_0	$1,60\,21892 \cdot 10^{-19}$	C	بنستيزچارج
c	$2,9979246 \cdot 10^{8}$	ms^{-1}	په فضا کي دنور سرعت
h	$6,626176 \cdot 10^{-34}$	J s	دپلانک اغيزمن کوانتم
m_p	$1,6726485 \cdot 10^{-27}$	kg	دپروتون کتله
m_n	$1,6749543 \cdot 10^{-27}$	kg	دنيوترون کتله
m_e	$9,109534 \cdot 10^{-31}$	Kg	دالکترون کتله
N_A	$6,022045 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}	داووگاد رو شميره
$1kg\ c^2$	$8,98755 \cdot 10^{16}$	J	ديوه کيلوگرام کتلي معادل هستوي انرژي
1 kg TNT	$4,6 \cdot 10^{6}$	J	ديوکيلو گرامTNT کتلي کيمياوي انرژي
1 $Mcal_{th}$	$4,184 \cdot 10^{6}$	J	1 kg TNT- Äquivalent ديوه کيلوگرام تي ان تي معادل حرارتي انرژي
1 cal thermic	4,184	J	ديوې کالوري حرارتي انرژي
$m_u = u$ $m_u = u$ $m_u = u$	$1,660 \cdot 10^{-27}$ 931,50 $1,4924 \cdot 10^{-10}$	kg MeV/c^2 J/c^2	داتوم کتلي واحد
$m_e\ c^2$	$5,1101 \cdot 10^{5}$	eV	ديوه الکترون کتلي معادل انرژي

۵- جدول: دهستي فزيک ځيني مهم ثابت شميرې (عددونه)

دالکترون کتله مساوي ده: $m_e \sim 0,5\ MeV/c^2$

دپروتون کتله مساوي ده: $m_p \sim 938\ MeV/c^2$

☜ تي ان تي (Trinitrotoluene (TNT د کيمياوي او يا هستوي انژي هغه کچه راښيي چې په يوه چاودنه کې د تودوخي په بڼه منځ ته راخي. کيمياوي فرمول يې په لاندې ډول سره دی.



د البرت اينښتاين (Albert Einstein) دکتلې او انرژي معادل فرمول سره سم د تي انتي انرژي په لاندې ډول هم ليکلای شو

$$(1kg)\,c^2 = 9 \times 10^{16}\ \text{joules} = 22\ \text{megatons TNT}$$

$$4.1 \times 10^{9}\ \text{joules} = 1\ \text{ton TNT}$$

$$(1gm)\,c^2 = 9 \times 10^{13}\ \text{joules} = 22\ \text{kilotons TNT}$$

يو ټن ياني يو زرکيلوګرام تي ان تي د لږ څه څلورګيګا جول سره برابردي . د بيلګه په ډول هغه اتوم بم چې په دوهمه نړيواله جګړه کې دجاپان هيرو شيما ښار باندې وغورځول شودچاودني قوه يې شل کيلو ټن 20 kiloton TNT په شاوخوا کې اټکل کيږي.

لکه چې د پورتنی معادلي څخه په ډاګه کيږي چې که ديوګرام يورانيوم دوه سوه پينځه تول اتومونه وچوي نودهيروشيما اتوم بم انرژي سره سمون خوري.

1Meter = 10^9 nm	1Meter = 10^{10} Å	1Meter = 10^{15} fm	يو متر
1 second = 1s	1s = 10^3 ms	1 s = 10^6 µs	يوه ثانيه
1 Ampere = 1 A	1 A = 10^3 mA	1 A = 10^6 µA	يو امپير
1 Ampere =1 A	1 A = 10^9nanoA	1A = 10^{12} picoA	يو امپير
1eV = 1,6×10^{-19} joules	1 MeV = 10^6 eV	1 GeV = 10^9 eV	1TeV = 10^{12} eV

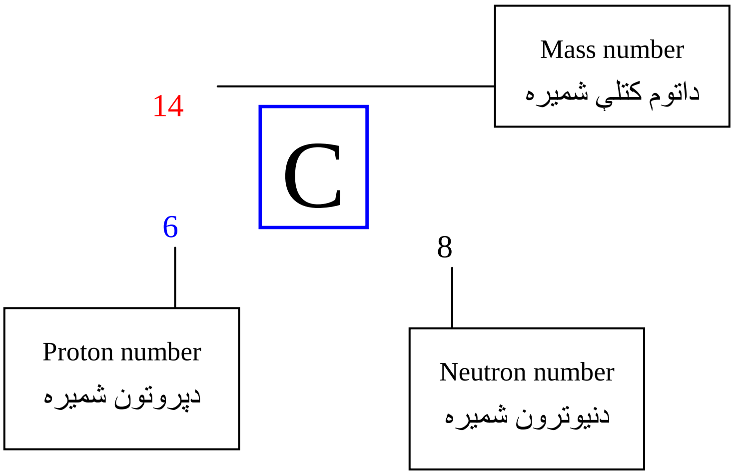
٦- جدول: په پورتني جدول کې دهستي فزيک ځيني ګټوراويوپه بل اړوونکي واحدونه ښودل شوي دي

لنديز:

- پروتون اويا نيوترون ته نوكليون (Nucleon) ويل كيږي؟
- يوه هسته چي دنيوترونوشمير N او دپروتونوشمير Z يي په ځانګړي ډول او يو په يو تاكل شوئ وي د نوكليد (Nuclide) په نوم يادېږي.
- هغه هستي چي دپروتونوشميرZ يي يوشان خود پروتونوشميرN يي ديوه بل نه توپير ولري د ايزوتوپ (Isotopes) په نامه سره يادېږي. د بيلګي په توګه $C^{12};C^{13};O^{15};O^{16}; U^{235}$ او U^{238}
- هغه هستي چي دنيوترونوشمير N يي سره يوشان خو دپروتونو شمير Z يي سره توپيرولري دايزوتون Isotones په نامه يادېږي د بيلګي په ډول لكه بورون (Boron-12) اوكاروبون (Carbon-13) هريو يي اوه نيوترونه لري
- هغه هستي چي دكتلي شميره A ياني دپروتونوجمع نيوترونوشميره يي سره يوشان وي خودپروتونوشميره يي توپيرولري د ايزوبار(Isobar) په نامه يادېږي. د بيلګي په ډول لكه كاربون دوولس Carbon-12 او بورون دوولس Boron-12
- داتوم كتلي واحد $1U = 1,66\times10^{-27}kg = 931\ MeV/c^2$
- داتوم كتلي واحد د كاربون اتوم ${}^{12}_{6}C$ يوپه دوولسمه برخه ده
- ديونوكليد X بشپړ كيمياوي سمبول په لاندي ډول ښودل كيږي. د بيلګي په ډول لكه كاربن ${}^{12}_{6}C_6$

$${}^{A}_{Z}X_{N}$$

$$\begin{matrix} Mass\ number = A \\ protons = Z \end{matrix} X\ neutrons = N$$



دپروتون شعاع = 10^{-13} cm ، د پروتون کتله = $938\ MeV/c^2$ = $1,7\times10^{-34}$g

دنیوترون شعاع = 10^{-13}cm ، دنیوترون کتله = $940\ MeV/c^2$ = $1,7\times10^{-34}$g

دهستي شعاع = 10^{-13} cm = 10^{-15} m =1 Fermi = 1 fm ~

داتوم شعاع = 10^{-8}- 10^{-7} cm = 10^{-10} -10^{-9} m

داتوم کتلي واحد: 1 amu = $1,66\times10^{-24}$g = $931\ MeV/c^2$ = 1/12 of the mass of C-12

دالکترون کتله = $M_e = 9,1\times10^{-28}$ g = $0,511\ MeV/c^2$

بنسټيز زره Particle		بريښنايز چارج Charge	کتله Mass(u)
پروتون	Proton	+1	1,007277
نيوترون	Neutron	0	1,008665
الكترون	Electron	-1	0,000549

پوښتني (Questions):

(ځوابونه يي په نونسم ځپرکي کي ورکړشوي دي)

۱ـ۱ دواحدونوپه نړيوال سيستم SI کي داوړدوالي، وزن او وخت فزيکي کميتونه څرنګه تعريف شوي دي؟

۲ـ۱ درادیواکتیویتی پخوانی واحد او نړيوال واحد څه دی؟

۳ـ۱ يو رونتګن وړانګي دهوا تر عادي فشار لاندې په يو سانتي متر مکعب وچه هوا کي څو مره انرژی توليد وي؟

٤ـ۱ که يو ګرام ډېره دالبرت اينشتاين د فرمول له مخي په انرژي واړوونو څومره ژول تر لاسه کيږي او دڅومره هستوي انرژي سره برابره ده؟

٥ـ۱ په فضاکي دنورسرعت څومره قيمت لري؟

دويم څپرکی

دوړانګو فزيک اصطلا حونه (نومونپوهنه)

(Radiation Physics Terminology)

(Radiation physic) دوړانګو فزيک

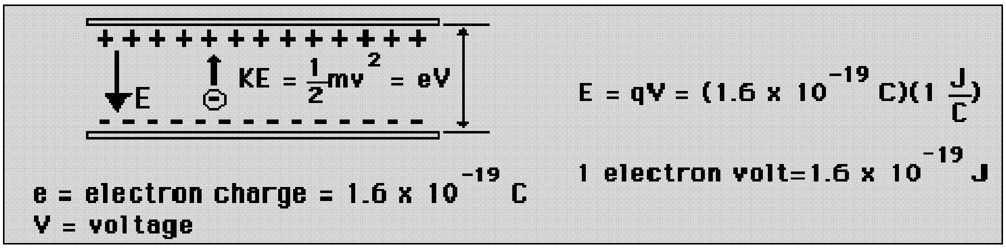
دوړانګو فزيک يا راديوفزيک (Radiation physic) د طبيعي علومو يوه داسي ځانګړي څانګه ده چي په ماده کي د الکترومقناطيسي وړانګو فزيکي ،بيالوژيکي اوکيمياوي اغيزې تر څېړنې لاندې نيسي .

(Radiobiolgy) دوړانګو بيالوژي

دوړانګو بيالوژي د طبيعي علومويوه څانګه تشکيلوي چې په يوه ژوندي اورګا نيزم (Organism) او بيالوژيکي ماده کي دايونايزکوونکووړانګوهر اړخيزغبرګون (عکس العمل) لکه فزيکي ،بيالوژيکي ،کيمياوي اوکلينيکي اغيزوڅخه بحث کوي.

(Electron Volt = eV) الکترون ولټ

يوالکترون ولټ دبرېښنا انرژي داندازه کولوواحد تاکل شوئ دی. يوالکترون ولټ هغه کاردی چي په يوالکترون باندې ديوولټ ولټيج په توپير سره سرته رسيږي او يا په بل عبارت کله چي يو الکترون ته د يوولټ ولتيج په کچه تعجيل ورکړشي نو هغه حرکي انرژي چې يو الکترون يې تر لاسه کوي يو الکترون ولټ قيمت لري.



ديوه خاذ (Condenser) په منځ کي يو الکترون دمنفي چارج شوي لوحي څخه مثبت چارج شوي لوحي خواته خوځيږي. که چيرته د نوموړولوحو ترمنځ د پوتنسيال توپير يوولټ قيمت ولري نودالکترون حرکي انرژي (Kinetic energy =KE) دتعريف سره سم يو الکترون ولټه ده.

ژول يا جول (Joule = J)

د مېخانيکي انرژي واحد ته ژول (Joule= J) ويل کيږي. يوژول هغه انرژي او يا کار ته ويل کيږي چې يو کيلوګرام کتله باندې يو نيوټن (Newton =N) قوه اغيزه وکړي او يو متر واټن يې دخپل ځاې څخه وخوځوي.

$$1\,\text{J} = 1\,\text{N}\cdot\text{m} = 1\,\frac{\text{kg}\cdot\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

قدرت يا ځواک (Power = P)

قدرت P هغه کار او يا انرژي E ته ويل کيږي چې دوخت په واحد کې سرته رسيږي. قدرت مساوي دی انرژي تقسيم (ويش) په وخت (P = E/t)

دقدرت واحد يو ژول تقسيم په يوه ثانيه ده چې دواټ Watt په نامه سره ياديږي.

1 watt = 1W = 1 joule/second = 1J/s = $1Js^{-1}$

Power = Energy/time

قدرت = انرژي تقسيم په وخت

* **بېلګه:** يوځوان ساينس پوه چې د جسم کتله يې پينځه اويا کيلو ګرام 75 kg ده ديوه روغتون ودانی دلومړي پوړ څخه تر اووم پوړ پورې د لږ څه درويشت ثانيو په موده کې (23,6 s) پورته ځغلي. که چيرته دودانی ارتفاع (لوړوالی) لږڅه شپږويښت متره (25,8 m) قيمت ولري.
پوښتنه: هغه کار چې هغه تر سره کړې دی او همدارنګه هغه قدرت چې منځ ته راغلی دی محاسبه کړئ؟

* **حل:** په ساينس پوه باندې دځمکې جاذبې قوې Force = F اغيزه مساوي ده له: کتله m ضرب دځمکې تعجيل $g = 9{,}8\ ms^{-2}$

$$F = 75kg \times 9{,}8\ ms^{-2} = 735\ newtons = 735\ N$$

او هغه کار چې سرته رسيدلي مساوي ده له: قوه F ضرب د واټن (F × L)

$$E = 735\ N \times 25{,}8\ m = 19\ 000\ N\ m = 19000\ Joule$$

او دقدرت له پاره ليکلای شو چې :

$$\mathbf{P} = 19000\ J/23{,}6\ second = 805J\ s^{-1} = 805\ watt$$

* **ځواب :** دنومړي سړي قدرت لږ څه اته سوه واټ دی.

دالکترون ولټ eV اود ميخانيکي انرژي واحد ژول joule =J تر منځ لاندنی اړيکي شته دي.

1 Electron Volt = 1 eV= 1,602 × 10^{-19} C×1V= 1,602 × 10^{-19} Joule

دپام وړ: دیوالکترون بریښنایز چارج e_0 ته چي قیمت یي مساوي

$e_0 = 1{,}60 \times 10^{-19}$ Coulomb سره دی بنستیز چارج ویل کیږي.

په ورځني ژوند کي د انرژي هر اړخیز دولونه په واحد د یو الکترون و لټ	
په نورمال تودوخي کي د هوا یوه مالیکول، نیوترون اویا اتومي انرژی	0,04 eV
دنور یا رڼا انرژي	1, 5-3,5 eV
هغه انرژي چي د سودیم کلورید Nacl د تجزیي لپاره په کاره	4,2 eV
دهایدروجن اتوم ایونایزیشن انرژي	13,6 eV
دهوایوه مالیکول ایونایزیشن انرژي	33 eV
دیوه الکترون انرژي چي د تلویزیون په پرده باندي لګیږي	20 000 eV
دناړو غیو په پیژندنه کي د اکسریز سرچیني فوتونو انرژي	200 000 eV (= 0,2 MeV)
دهستي په تجزیه کي د ګاما وړانګو Gamma rays انرژي	0 - 3 MeV
دهستي په تجزیه کي د بیټا وړانګو Beta rays انرژي	0 - 3 MeV
دهستي په تجزیه کي د الفا وړانګو Alpha rays انرژي	2 - 10 MeV
د کازمیکي و ړانګو Cosmic rays انرژي	1 MeV - 1000 TeV
دالفا وړانګي دکتلي معادل انرژي $m_\alpha c^2$	3727, 379 MeV

داتومي کتلي واحد (Atomic Mass Unit = amu = 1u)

په هستوي فزیک کي داتومونو او مالیکولو کتلي لپاره یو ځانګړی واحد ټاکل شوئ چي د اتومي کتلي په واحد سره یادیږي. داتومي کتلي واحد (1u) د خنثی او په کیمیاوي ډول نه ترل شوئ کاربون ($^{12}C_6$) اتوم مطلقه کتلي یو پر دوولسمه برخه ټاکل شوی ده. د نوموړي کاربون ایزوتوپ په هسته کي شپږ پروتونه او شپږ نیوترونه لري چي د کتلي نمبر یي دوولس اووزن یي د هایدروجن اتوم په پرتله لږ څه دوولس ځله درووند دی . داتومي کتلي واحد لپاره لیکلای شو چي:

> داتومي کتلي واحد 1 U د خنثی کاربون اتوم کتلي ($^{12}C_6$) چي د هستي چارج نمبر یي شپږ او د کتلي نمبر یي دوولس دی یو په دوولسمي برخي (1 U = 1/12 mass $^{12}C_6$) سره مساوي دی

د بلي خوا داتومي کتلي واحد 1 U دکاربون اتوم کتلي په واحد دمول $m_{mol}(^{12}C_6)$ او داووګادرو عدد(شمیره) د (Avogadro constant) دحاصل تقسیم څخه هم تر لاسه کیدای شي.

$$1u = \frac{m_{carbon}}{12} = \frac{m_{mol,exp}(^{12}C)}{12} \frac{1}{6,022 \times 10^{23} / mol} = 1,661 \times 10^{-27} kg$$

په پورتنی معا دله کي داووګادرو عدد(شميره) مساوي دي له: ($N_A = 6,022 \times 10^{23}$ per mole)

کله چي داتومي کتلي واحد u د نور سرعت په مربع c^2 سره ضرب کړو نودالبرت اينشتاين A.Einstein نامتوفرمول سره سم دکتلي معادل انرژي ترلاسه کيږي. **$1\ u \times c^2 = 931,50$ MeV**

$$1u = 1,6606 \times 10^{-27} kg = 931,50 MeV / c^2 = 1,4924 \times 10^{-10} J / c^2$$

☜ دپام وړ : په فضا کي دنور سرعت c لرڅه $c = 3 \times 10^8$ m/s ياني درى سوه زره کيلومتره په يوه ثا نيه کي قيمت لري.

د اووګا درو ثا بت يا عدد (Avogadro constant)

په يوه مول ماده کي دهستوي ذروشمير ته د اووګادرو ثابت ويل کيږي. که چيرته ديوه عنصرد اتوم نسبي کتله په ګرام سره وښيو نود مادي يو مول واحد تر لاسه کيږى. د بېلګه په ډول د اوبويو مول نسبي کتله اتلس ګرام وزن لري (2g+16g =18g) . نو په يوه مول (Mole = Mol) ماده کي دفشار او تودوخي په عادي حالت کي داتومونو شمير د اووګادرو عدد(شميره) ياني شپږ ضرب دلس په طاقت د درويشت اتومونو ($N_A = 6,022 \times 10^{23}$ per mole) سره مساوي دى.

مول (Mole=Mol)

مول د واحداتو په نړيوال سيستم کي د يوي مادي واحد ټاکل شوئ دى. يو مول ديوي مادي هغومره کتلي ته ويل کيږي چي داووګادروعدد $N_A = 6,022 \times 10^{23}$ په شمير سره اتومونه، ماليکولونه، الکترونه اويا نورې ذرې پکي شتون ولري. نو که چيرته ديوي مادي دعنصر داتوم وزن (Atomic weight) په ګرام سره وښيونوکتله يې يومول کيږي او داووګادروشميرپه اندازه ذرې پکي شته دي. دبيلګي په ډول دسوډيم عنصراتومي وزن درويشت دى. نو يو مول سوډيم په دې مانا چي که د نومورې عنصراتومي وزن په ګرام سره وښيو نووبلاي شو چي درويشت ګرامه سوډيم (23 gramm Sodium) داووګادروشمير په کچه يا اندازه سره اتومونه لري چي کتله يې ديوه مول سره يوشان ده. همدارنګه دامونياک کيمياوي مرکب (NH_3) يو مول چي اتومي وزن يې اولس ګرامه کيږي داووګادروپه شمير ماليکولونه لري.

- د هري مادي يو مول (Mole) هغومره ماده ده چي په همغه کچه اتومونه ولري لکه څومره اتومونه چي دکاربون ايزوتوپ ($^{12}C_6$) په دوولس ګرامه 12 g کي موجودوي . داتوم په ځاي نورې ذرې لکه اتومونه، ماليکولونه، ايونونه، الکترونه او يا معادل نورې ذرې هم په کارول کيدلاي شي.
- که چيرته د يوه عنصراتومي وزن په ګرام سره وښيو نو د يوي مادي يو مول هغومره ګرام مادي ته ويل کيږي څومره چي دنومورې مادي اتومي وزن وي. د بيلګي په ډول دکاربون ايزوتوپ ($^{12}C_6$) يو مول ماده دوولس ګرامه ده.

- د هرې يوې مادې يومول (Mole) په مسا وي کچه اتومونه او يا ماليکولونه لري چي شميرېي دتجربو له مخې particle $6{,}022\times10^{23}$ ذرې ټاکل شوئ دي. نوموړي شميرته د ساينس پوه لوشميدت ($Loschmidt = N_L$) په وياړ نوم ورکړ شوئ چي داووګادروعدد(شميره) سره يو شان دی . $N_L = 6{,}022\times10^{23}$ particle /Mol
- ديوه اتوم مطلقه کتله ترلاسه کيږي کله چي ددغې مادې دکتلې يو مول د لوشميدت په عدد(شميره) ووېشو.

* **پوښتنه:** په يوه ګرام اوبو کې داوبو څومره ماليکولونه شته دي؟

* **حل:** څرنګه چي داوبو يو ما ليکول ددوو هايدروجن او يو اکسيجن اتوم څخه جوړدی او هايدروجن اتوم په خپله هسته کې يو پروتون او اکسيجن په خپله هسته کې اته نيوترونه او اته پروتونه لري چي مجموعه يې شپاړس کيږي نو له دې کبله داوبو يوماليکول اتلس ذرې لري. دا په دې مانا چي يو مول اوبه اتلس ګرامه وزن لري چي د particle $6{,}022\times10^{23}$ ذرو سره سمون خوري. نو په يوه ګرام اوبوکې داوبو ماليکولو شمير N په لاندې ډول لاس ته راځي.

$$N = \frac{6{,}022\times10^{23}}{18} = 3{,}4\times10^{22}\,Water \quad Molecules$$

* **ځواب:** په يوه ګرام اوبوکې لږ څه لس په طاقت د دوه ويشت ماليکولونه شته دي.

* **پوښتنه:** په يوه کيلوګرام سوچه کاربن کې داتومونوشمير N(C-12) څومره دی؟

* **حل:** په يوه کيلوګرام کې دکاربن عنصر داتومونو شميرد مولارکتلې M = Mole او د اووګادروشميره N_A دحاصل تقسيم څخه ترلاسه کيږي. همدارنګه يومول کاربن دولس ګرامه 12g وزن لري.

$$N(C\text{-}12) = N_A/\ M = (6{,}022\times10^{23}\ \text{particle /mol})/(12\text{g/mol}) = 5{,}02\times10^{25}/\text{Kg}$$

* **ځواب:** په يوه کيلوګرام سوچه کاربن کې پينځه ضرب د لس په طاقت د پينځه ويشت اتومونه شته دي.

> که ديوه نورمال سړي دبدن وزن اويا 70 kg کيلوګرام ومنونو د ټول بدن داتومونو شمير يې لږڅه اوه ضرب د لس په طاقت داوه ويشت (7×10^{27} atoms) اټکل کيږي

يادونه: لس په طاقت د اووه ويشت دا مانا لري چي يواوپه څنګ کې يې اووه ويشت صفرونه ياني

$$1000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{27}$$

داتوم نسبي کتله A_r

ديوې مادې د اتوم نسبي کتله A_r هغه اندازه کتله ده چې دنومړۍ مادې داتومونو کتلې څومره ځله داتومي کتلې واحد $1U$ په پرتله درنده ده. همدارنګه داتوم نسبي کتله د يوه مول کتلې د اندازې شمير په واحد ګرام سره برابره دی. دبيلګې په ډول د هايدروجن اتوم نسبي کتله $A_{r,H} = 1{,}008$ داپه دې مانا چې د يومول هايدروجن اتوم کتله مساوي ده له: $A_{r,H}\times gram = 1{,}008\ gram$

داتوم مطلق کتله

داووګادرو عدد(شميره) N_A او د مادې مول Mole په مرسته سره کولای شو چې د اتوم مطلق کتله تر لاسه کړو.

$$m = (A_r\ g/mol) / (N_A)$$

- دبيلګې په توګه دسوډيم اتوم مطلق کتله m_{Na} لا س ته راځي کله چې ددغې مادې دکتلې يو مول د لوشميدت په عدد(شميره) ووېشو.

$$m_{Na} = (22{,}99\ g/mol)/(6{,}022 \times 10^{23}\ mol^{-1}) = 3{,}8\times 10^{-26}\ kg$$

	یوکیلوواټ ساعت kWh	الکترون ولټ eV	کیلوپوند متر kpm	کالوري cal	ایرګ erg	دالکترون کتلې معادل انرژي	یو جول Joule
	kW h	eV	kpm[2])	cal[2])	erg[2])	m_ec^2 [3])	Joule
1 kW h	1	2,25+25	3,67+5	8,60+5	3,60+13	4,40+19	3,60+6
1 eV	4,45-26	1	1,63-20	3,83-20	1,60-12	1,96-6	1,60-19
1 kpm[2])	2,73-6	6,12+19	1	2,34	9,81+7	1,20+14	9,81
1 cal[2])	1,16-6	2,61+19	4,27-1	1	4,19+7	5,11+13	4,19
1 erg[2])	2,78-14	6,24+11	1,02-8	2,39-8	1	1,22+6	1,00-7
1 m_ec^2 [3])	2,27-20	5,11+5	8,35-15	1,96-14	4,18-7	1	8,18-14

۸- جدول: په پورتني جدول کې دکيمياوي، ميخانيکي، هستوي او بربښنايزواحدونو تر منځ اړيکې ښودل شوې دي چې يو په بل باندې په اسانۍ سره اړول کيږي (49) .

په پورتني جدول کې ديوه داسي لنډ يزڅخه کاراخيستل شوئ چې داکسپونېنسيال تابع Exponential function لپاره چې قاعده يې لس (Base ten) ده دا ي توری E سره او يا بې له نومړي توري نه ليکل کيږي.

دپام وړ: هغه بربښنايزګروپونه چې د رڼا په موخه ورڅخه په کورونوکې کار اخيستل کيږي بربښنايز قدرت يې د ځلوېښتو څخه تر سل واټ پورې رسيږي.

خوديوې هستوي بټۍ بربښنايز قدرت لږ څه د پينځه سوه څخه تر دوه زره ميګا واټ پورې وي.

* بېلګه: يو کيلو واټ ساعت مساوي ده له : $3,60\times10^{6}$ J = 3,60+6 J = 3,60E+6 J = 1kWh

* بېلګه: يو الکترون ولټ مساوي ده له : 1eV = $1,6\times10^{-19}$ J = 1,6E-19 J = 1,6-19 J

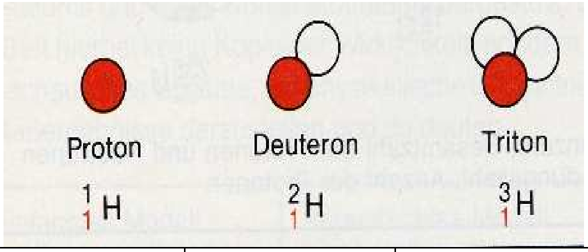
* بېلګه: يو کيلوپونډ متر مساوي ده له : 2, 73-6 KWh = 2,73E-6 kWh = $2,73\times10^{-6}$ kWh

* بېلګه: يو کيلو واټ ساعت مساوي ده له: 2,25+25 eV=2,25E+25 eV= $2,25\times10^{25}$ eV

* m_ec^2 = دالکترون کتلې معادل انرژي: 8,18-14J=8,18E-14J=$8,18\times10^{-14}$ J

راديوايزوټوپ (Radioisotope)

ايزوټوپ هغوعنصرونوته ويل کيږي چې په هسته کې دهغوی د پروټونوشميرسره يوشان خو د نيوټرونو شمير يې د يوه بل څخه توپير ولري. که نوموړي عنصرونه د ځان څخه وړانګې خپروي نو دراديو ايزوټوپ په نامه سره ياديږی. که څه هم ديوه عنصردر ايزوټوپونو کيمياوي خواص سره يوشان دي خو فزيکي خواص يې ديوه او بل څخه توپيرلري.



پروټون	دوېټرون	ټريسيو يا ټريټون

۱- شکل: د هايدروجن اتوم درې ډوله ايزوټوپونه ښودل شوي دی(30).

لومړی ايزوټوپ په هسته کې يوپروټون(H^1) لري چې سپکې اوبه (H_2O) ورڅخه جوړې دي. دويم ايزوټوپ په هسته کې يو پروټون اويونيوټرون لري چې د دويټرون (Deuteron = H^2 = d) په نامه سره ياديږي اودرندې اوبه (D2O) ورڅخه جوړې دي. دريم ايزوټوپ په هسته کې دوه نيوټرونه او يو پروټون لري چې د ټريټون(H^3 = Triton) په نامه سره ياديږي. درندې اوبه (D_2O) د يوه موډراتور مادې په صفت (Moderator) په هستوي بټۍ کې د برېښنا دتوليد په کرنلاره کې خورا اغيزمن ماده تشکيلوي. داځکه چې ددرندې اوبويوه هسته د چټکو نيوټرونوسره ايلاستيکي غبرګون کوي او په دې ترڅ کې دغه سريع نيوټرون خپله لرڅه توله حرکي انرژي داوبوماليکول پروټون ته انتقال کوي. په پايله کې پروټون ښځ خواته خوځيږي. څرنګه چې دغه پروټون اوس دسريع نيوټرون حرکي انرژي تر لاسه کړې ده نو کولای شي چې داوبو ګاونډيو ماليکولونو سره غير ايلاستيکي غبرګون وکړي او الکترونه ورڅخه جلاکړي(ايونايزيشن). درندې اوبه نن ورځ هم دسريع نيوټرونودبريک کولو او په حرارتي نيوټرونو اړولو په موخه په هستوي ټکنالوژي او صنعت کې خوراهميت لري. دبېلګې په ډول يوازې حرارتي نيوټرونه کولای شي چې د يورانيوم U-235 او يا د پلوټونيم Pu-239 هستې څخه جذب شي او دهغوی د چاودني کرنلاره تر سره کړي. کله چې يو حرارتي نيوټرون n ديوه پروټون p څخه جذب شي او په پايله کې دويټريم d او دګام يوه وړانګه خپريږي. دنوموړي هستوي تعامل معادله داسې ليکل کيږي p(n,γ)d

د پام وړ: په هستوي بټۍ اوسيکلوترون **Cyclotron** کي دهستوي طب لپاره ګڼ شمير راديو ايزوټوپونه په مصنوعي ډول توليد کيږي چي خيني مهم يي په لاندني جدول کی ښودل شوي دي.

راديو اکتيوايزوټوپونه لکه اکسيجن O^{15} ; O^{16} ; O^{17} ، د کاربون ايزوټوپونه لکه C^{13};C^{14};C^{15}

Radionuclide دراديونوکليد نوم	Decay mode دتجزی کړنلاره	Production reaction دهستوي تعامل معادله	Cross section عرضاني مقطع
C^{14}	β^-	$N^{14}(n,p)C^{14}$	1,81 barn
F^{18}	β^+; EC	$Ne^{20}(d,\alpha)F^{18}$	91 barn
O^{15}	β^+	$N^{14}(d,n)O^{15}$	99 barn
I^{131}	$(\beta^-;\gamma)$	$Te^{130}(n,\gamma)I^{131}$	0,24 barn

پوښتني(Questions) :

(څوابونه يي په نونسم څپرکي کي ورکړشوي دي)

۲-۱ کله چي ديوه تومورنسجونه لږڅه يو سانتي مترمکعب غټوالي ته ورسيږي نو دتماس له لارې Palpable پيژندل کيدلای شي. په يوه سانتي متر مکعب تومورکي د حجروشميرڅومره اټکل کيږي؟

۲-۲ د هايدروجن اتوم درى ډوله ايزوټوپونه څه نوم لري؟

۲-۳ راديوايزوټوپ څه ډول عنصرونو ته ويل کيږي؟

۲-٤ په يومول ماده کي څومره اتومونه شتون لري؟

۲-٥ داتومي کتلي واحد کوم عنصر ټاکل شوئ دی؟

۲-٦ داتوم کتلي واحد u په ګرام، کيلوګرام، ژول او ميګا الکترون ولټ سره محاسبه کړی؟

دریم څپرکی

دوړانګوفزیک بنسټیز پوهه

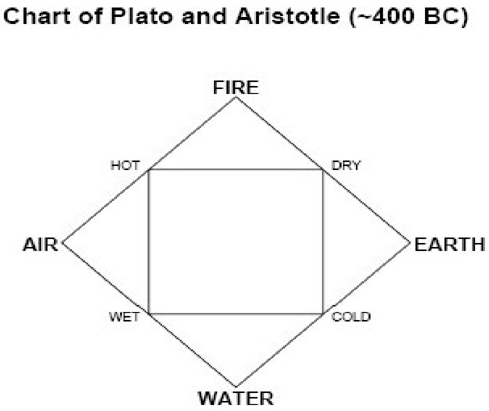
(Fundamentals of Radiation Physics)

د اتوم جوړښت (Atom Structure)

داتوم کلمه دلومړي ځل لپاره لږڅه دوه نیم ذره کاله پخوا دیونان فیلسوف سقراط (Socrates) نه هم دمخه د لویکیپوس (Leukippos) اودهغه زده کوونکي دیموکریت (Democrit) له خوا کارول شوې ده. داتوم کلمه دیوناني ژبې د اتوموس (átomos) کلمې څخه اخیستل شوې ده او **(نه ویشوونکی)** ما نا لري ټومړو فیلوسوفانودا نظر درلود چې هره ماده دداسو کوچنیو ذرو څخه جوړه ده چې هغوی په کیمیاوي کړنلاره سره ددې نه په ډېرو نورو وړو برخو یا بخرکونه شي ویشل کیدای . دغه کوچنۍ ذره دومره کوچنۍ ده چې په سترګو نه لیدل کیږي او دومره کلکه ده چې نوره نه ویښل کیږي **(indivisible)**. د مادې دغه رنګ یوه کوچنۍ ذره چې دیوه متر په یو ملیاردمه کچه کوچنۍ ده داتوم په نامه ونومول شوه. په نونسمه پیړی کې تجربو وښودله چې اتوم دمادې تر ټولوکوچنی ذره نه ده بلکې په لا نورو وړو ذروهم ویشل کیږي. داپه دې مانا چې اتوم دیوې مادې هغه کوچنۍ ذره ګڼل کیږي چې په کیمیاوي کړنلاره سره نو ردتجزیې وړ نه ده خو په فزیکي کړنلاره سره په نورو ذرواولا کوچنیو برخوتجزیه کیدای شي. په داسې حال کې چې تر نن ورځ پورې داتوم کلمې نوم همداسې په خپل حال پاتې دې خوتجربو وښودله چې د اتوم څخه نور ې کوچنۍ ذرې هم شته دي چې شمیر یې لږ څه دوه سوو نه هم وراوړي. دغه **بنسټیز ذرې** یانې (Elementary particles) په مصنوعي توګه سره دهستوي تعا ملونواو چاودنو په کړنلاره کې پیدا کیږي.د بیلګه په ډول لکه په یوه هستوي بټۍ، هستوي وسلو لکه اتوم بم او دهستوي ذرو خطي تعجیل کوونکو (Linear Particle accelerator) تخنیکي آلو کې بنسټیز ذې منځ ته راځي. لږڅه درې سوه کاله د میلاد نه دمخه دیونان یو بل فیلوسوف اریسټوټیلیس (Aristoteles) داتوم موډل نظریه دطبیعي علومو په رڼا کې په بل ډول بیان کړه اودد دعوا یې وکوله چې ګڼې توکې مادې د څلوروعنصرو لکه اور(Fire)، ځمکه(Earth) ، اوبه (Water) او هوا (Air) څخه جوړې دي. په ۲- شکل کې دنومړو عنصرونواودهغوی خواصو په هکله د پلاټو (Plato)او اریسټوټیلیس (Aristoteles) اړیکې دیوه ګراف په بڼه سره ښودل شوې د ي. داتوم کلمه د قرآن شریف په څلوردیرشم سورت (سبا) دریم آیت کې دذرې په نوم راغلې ده. دغه مبارک آیت په ډاګه کوي چې داتوم څخه کوچنۍ ذرې هم شته دي . نن ورځ پوهیږو چې دغه ذرې لکه پروتون، نیوترون ، الکترون او نورې ذرې تشکیلوي.

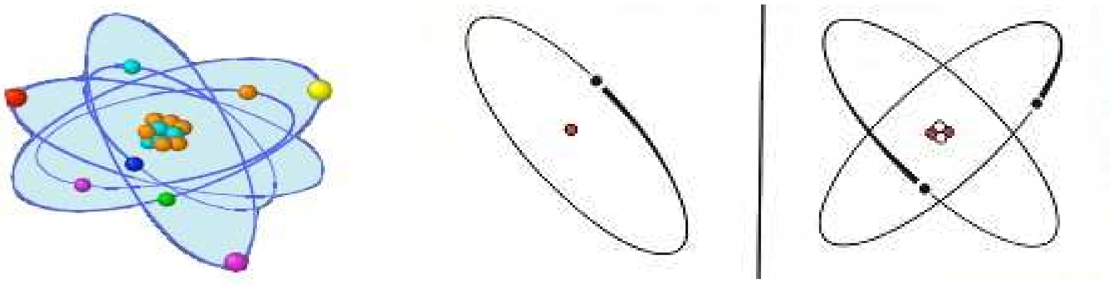
عٰلِمِ الْغَيْبِ لَا يَعْزُبُ عَنْهُ مِثْقَالُ ذَرَّةٍ فِي السَّمٰوٰتِ وَلَا فِي الْاَرْضِ وَلَآ اَصْغَرُ مِنْ ذٰلِكَ وَلَآ اَكْبَرُ اِلَّا فِيْ كِتٰبٍ مُّبِيْنٍ ③

ژباړه: هسې رب چې عالم دی په غیبو، نه پټیږي له ده، په اندازه د یوې ذرې (اتوم) په آسمانونو کې او نه په ځمکه کې او نه وړوکی له هغې ذرې او نه لوی ترې مګر(چې داټول لیکلي پراته دي) په کتاب ښکاره (لوح محفوظ) کې.



۲- شکل: د میلاد نه لړ څه ځلورسوه کاله پخوا دیونان فیلوسوفانو هر یو اریستوتېل (Aristotle) او پلاټو(Plato) د ځلوروبنسټیزو عنصرونو لکه اوبه، اور، هوا او ځمکه او دهغوی دخواصو په هکله وړاند وینه کړې ده (51) . .

ترنونسمي پیړۍ پورې دیونان پوهانو داتوم موډل نظریه بې پامه او گونګه پاتې شوه. په ۱۸۹۷ م کال کې یو انګریز فزیک پوه تومسن (J.Thomson) له خوا دالکترون ذره رابرسیره شوه چې نوموړې ذره داتوم څخه لږ څه دوه ذره واره کوچنۍ ده. کله چې نوموړي فزیک پوه دکتود وړانګو په ځیرنه بوخت وه نو په ډاګه شوه چې دکتود وړانګې (Cathod Rays) بل شئ نه دي بلکه د الکترون وړانګو څخه جوړې دي چې بیا وروسته د بیتا وړانګو نوم ورکړشو. په ۱۹۱۲ م کال کې یو انګریز فزیک پوه راترفورد (Ernest Rutherford) په دې بریالی شو چې دتجربو په اساس داتوم هستی شته والی په ثبوت ورسوي او داتوم یوه نوې موډل وړاندیزیې وکړ. څرنګه چې د راتر فورد اتوم موډل ځینې نیمګړتیاوې لرلې نو په ۱۹۱۳ م کال کی دیوه سویډني فزیک پوه نیلز بور (Niels Bohr) له خوا داتوم یوبل موډل وړاندې شوچې په ۳ شکل کې ښودل شوی دی. دغه وروستی اتوم موډل اوس د نیلزبوراو راترفورد (Niels Bohr- Rutherford) اتوم موډل په نامه سره یادیږي. داتوم نوموړئ موډل دساینس پوهانو تر منځ په نړیواله کچه منل شوئ دی او ترنن ورځې پورې اعتبار لري اوپه ۳- شکل کې ښودل شوئدی. :



دیرو الکترونواتوم موډل — دهایدروجن اتوم موډل — دهیلیم اتوم موډل

۳- شکل: د نیلزبوراو راترفورد (Niels Bohr- Rutherford) اتوم موډل په ډاګه کوي چې یو اتوم دمثبت چارج شوې هستې څخه جوړدی چې په شاوخواکې یې په ټاکلو بیضوي شکله مدارونو کې الکترونه راڅرخیږي. په دغه شکل کې دهایدروجن اتوم او دهیلیم اتوم موډل شودل شوي دي (31).

دنيلزبوراو راترفورد اتوم موډل (Niels Bohr- Rutherford Atom Model)

- اتوم ديوې مثبت چارج شوې هستې (Nucleus) اوپه شاوخوا کې دمنفي چارج شوو الکترونوڅخه جوړدی. څرنګه چې د هستې ټول مثبت چارج د اتوم الکترون ټول منفي چارج سره برابردی نو اتوم دباندې خوا ته خنثی حالت غوره کوي. داتوم لږځه ټوله کتله په هسته کې پرته ده.

- لکه څرنګه چې سیارې (Planets) دلمر په چاپيرراګرزي همدارنګه دغه الکترونه هم داتوم هستې په شاوخوا په ټاکلو مدارونو کې را څرخيږي.

- داتوم الکترونه کولای شي چې يوازې په ټاکلوبيضوي بڼه مدارونو(Orbits) او ټاکلي واټن کې د هستې په چاپيرحرکت وکړي. دغه مدارونه د ثابت انرژي ليول سره ورته دي او الکترون خپله انرژي د لاسه نه ورکوي.

- يو الکترون يوازې په هغه حالت کې انرژي دلاسه ورکوي چې دلوړانرژي مدار څخه يو ه ټيټ مدار ته راولويږي. دغه انرژي ديو فوتون (Photon) په ډول خپريږي او دهريوه مدار لپاره ټا کلي څپه ياني ځانګړی فريکونسي لري.

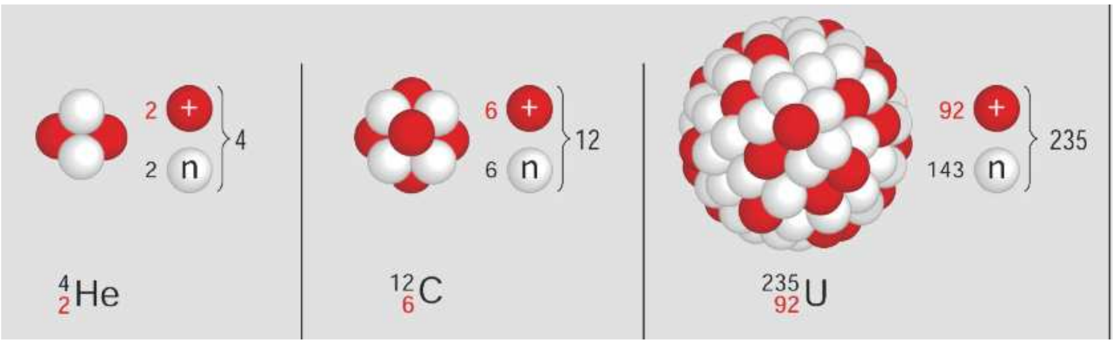
- که داتوم په مدارکي يو الکترون د باندې خوا يوه فوتون په لګيدلو سره انرژي تر لاسه کړي نود خپل ټيټ مدار څخه يوه جګ پوړي مدار ته پورته ټوپ وهي. په دغه ډول کړنلاره کې اتوم د تحريک يا ني راپارول شوئ حالت ځا نته غوره کوي.

☜ داتوم هسته د برېښنايزمثبت چارج شوئو پروتونوچې شمير يې په زايد Z او برېښنايز خنثي يا بې پلوه نيوټرونو چې شمير يې داين (N) په توري سره ښيو جوړه ده. لکه څرنګه چې لمر او سيارې د جاذبې قوې په مر سته سره تړلي دي همدارنګه پروتون اوالکترون دالکترو ستاتيک (Electrostatic force) قوې په واسطه يو بل څخوي (attraction) او له دې کبله يو ځاې سره پاتې کيږي .

په هسته کې د مثبت چارج شوو پروتونو شميرZ ته دهستې چارج عدد(شميره) يا داتومي نمبر **(Atomic number)** هم ويل کيږي چې دهمغه اتوم دالکترونو شميرسره مساوي قيمت لري. په هسته کې دپروتونوشمير Z او نيوترونوشمير N مجموعې ته د نوکليون (Nucleons) شمير A ويل کيږ ي ياني (A= Z+N). همدارنګه دهستې دپروتونو او نيوترونو کتلې مجموعې وزن ته داتوم کتلې نمبر (Atomic Mass Number) نوم ورکړ شوئ دی.
داتوم هره يوه هسته دهغه عنصر په کيمياوي سمبول لکه $^{A}_{Z}X_{N}$ ، نوکليونو شمير A، نيوترونوشميرN او پروتونو شمير Z په مر سته سره پيژندلای او مشخص کولاې شو. د بيلګه په ډول ديورانيوم U، سوديم Na او کاربون C هسته په لاندې ډول ليکل کيږي.

$^{A}_{Z}X_{N}$	$^{12}_{6}C_{6}$	$^{22}_{11}Na_{11}$	$^{238}_{92}U_{146}$

دیورانیوم ایزوټوپ لپاره دغه پورتنۍ لنډه لیکنه دا ما نا لري چې د یورانیوم هسته یو سلو شپږ ځلوېښت (N=146) نیوترونونه او دوه نوي (Z= 92) پروتونه لري چې مجموعه یې (A= 238) نوکلیونه کیږي په همدې ډول سره سوډیم یوولس پروتونه او یوولس نیوترونه لري چې مجموعه یې دوه ویشت نوکلیونه کیږي. همدارنګه دکاربون دنیوترونواوپروتونومجموعه دولس ده.



دالفا ذره یا د هیلیم اتوم هسته	دکاربون اتوم هسته	دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش اتوم هسته

٤- شکل: د هیلیم یا الفابځرکی، کاربون او یورانیوم اتوم هستوجوړښت د یوه موډل په بڼه ښودل شوي دي. دپروتونواو نیوترونو یوځای ټول شمیر د هیلیم لپاره څلور، د کاربون لپاره دوولس او د یورانیوم لپاره دوه سوه پینځه دیرش قیمت لري چې دنومړوهستود سمبول په سر لیکل شوي دي(31).

داسانتیا لپاره د نومړو هستو دنیوترونو او پرتونو شمیرپه پا م کې نه نیول کیږي او په لاندې ډول هم لیکل کیږي.

یورانیوم ^{238}U ، سوډیم ^{22}Na ، کاربون ^{12}C ، ^{A}X او یا په لاندې ډول:

$X - A$	$C - 12$	$Na - 22$	$U - 238$

د پروتون کتله لږ څه یوزرواته سوه ځله 1800 د الکترون کتلې څخه ستره ده. دپروتون اودالکترون بریښنایز چارج دیوه او بل سره مخالف خومطلقه قیمت یې سره یوشان او مساوي په ($1,602\times10^{-19}$ C) کولومب دی. څرنګه چې داتوم په هسته کې دپروتونو شمیر داتوم په مدارونوکې دالکترونوشمیر سره برابردي دی نو له دې کبله دهستې مثبت اود الکترونومنفي چارجونه یو بل سره دفع کوي او همدا سبب(لامل) دی چې اتوم دباندې خوا ته کوم بریښنایز چارج نه لري او د خنثی یا نې بې پلوه شکل

غوره کوي. داتوم هريو مدارچې پوستکى (Shell) هم ورته ويلاى شوديوي ټاکلي انرژي سره برابراود هر يوه عنصر لپاره ثابت قيمت لري. داتوم مدارونو ته دننه څخه پيل دباندې خواته په خپل وارسره د کې (K)، ا بل (L)، ايم (M)، ا ين (N) او او (O) ټکونومونه ورکړشوي دي. داتوم الکترونه په ټاکلو مدارونو او ټاکلي شمير سره په خپلو مدارونوکي حرکت کوي او ترڅو چې پورته او يا ښکته نورو مدارونوته ورتير نه شي نو اتوم خپله انرژي دلاسه نه ورکوي. خو کله چې داتوم الکترونه دباندې خواڅخه په هرډول که وي لکه دغبرګون په پايله کې انرژي ترلاسه کړي نوبيا دخپل مدارڅخه راوځي او پر ځاې يې يو تش سورى پا تې کيږي. دبيلګه په ډول لکه چې په ٥ شکل کې ښودل شوې ده چې که يوالکترون او يا ايونايزکونکي وړانګي لکه يو فوتون د (K) مدارته ور ننوځي او دهغه مدارد يوه الکترون سره و لګيږي اوخپله ټوله انرژی ورته انتقال کړي نو په پايله کې دنوموړي مدارڅخه همغه الکترون را وباسي (ejected electron). څرنګه چې په مدار کې دنوموړي الکترون ځاى ديوه سوري په بڼه تش پاتي شو نو سمدلاسه د (L) مدار څخه يوالکترون هلته ورټوپ کوي. همدارنګه د (L) مدار تش سورى په خپل وار سره د (M) او ددغه مدار تش سورئ بيا د (N) او همدغه ډول کړنلاره بيا پرلپسې د اخرني مدار (O) لپاره هم ترسره کيږي. کله چې نوموړي الکترونه دلوړومدارونو څخه ټيتو مدارونو ته راولويږي نودهغوى دانرژي تو پير دالکترومقناطيسي وړانګو په ډول خپريږي چې دهريوه عنصر او هم دهر يوه مدار لپاره ځانګړى او ثابت قيمت لري.

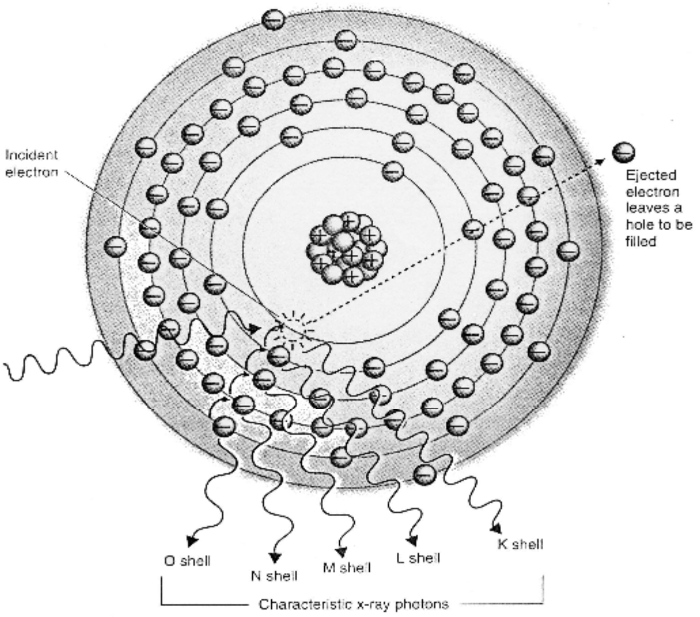
- دبيلګه په ډول کله چې يوالکترون د (K) مدار لېول (Level) څخه راووزي او د (L) مدارليول (Level) ته پورته شي داپه دې مانا چې دانرژي په حالت کې يې بدلون راشي نو دنوموړومدارونو دانرژي تو پيري ($\Delta E_K = E_K - E_L$) د الکترو مقناطيسي وړانګو په ډول خپريږي چې د دغه مدار ځانګړي اکسريز (X-rays) په نامه سره يادېږي. د (K) مدار لپاره ليکلاى شوچې:

$$\Delta \mathbf{E_K} = \mathbf{h\upsilon_K} = \mathbf{E_K} - \mathbf{E_L}$$

په پاسنۍ معادله کې $h\upsilon$ دهغه الکترو مقناطيسي وړانګو انرژي ده چې دنوموړو مدارونودانرژي تو پير څخه تر لاسه کيږي اود فوتون وړانګو په بڼه خپريږي. υ_K د K مدارفريکوينسي اوh د پلانک ثا بته په نامه سره يادېږي .

- فوتون دنور يوه ذره يا دنورکوانت Quant په نامه سره ياديږي چې د الکترومقناطيسي څپو يوه برخه جوړوي. څرنګه چې نوموړي وړانګي د هر يوه عنصر لپاره يو ټاکلي قيمت لري نو له دې کبله ورته دځانګړوايکس وړانګو (Characteristic k-X- ras) او يا k اکسريزاوايا رونتګن وړانګو نوم ورکړشوئ دى.

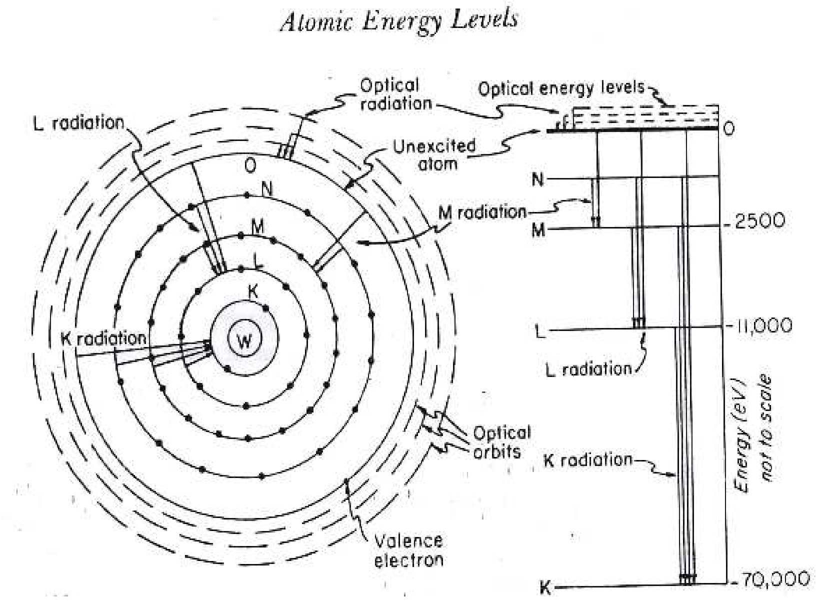
که چيرته د يوه اتوم په هر مدار کې دالکترونو انرژي بدلون منځ ته راشي نود يادشوي کړنلارې په پايله کې دهغه اتوم دانرژي خپريدونکى طيف Emission Spectrum لا س ته راځي. ديوه اتوم ټوله خپره شوې انرژي د دغه اتوم د اکسريزځانګړى انرژي طيف او يا د انرژي سپيکټرم (Characteristic x-ray energy spectrum) په نامه سره يادېږي.



٥- شکل: د نیلزبور (Niels Bohr) اتوم موډل: یواتوم یواځې هغه وخت انرژي دلاسه ورکوي کله چې د الکترونو د انرژی په حالت کې یې بدلون راشي . دبېلګه په ډول کله چې دبهر نه یو فوتون او یا یو الکترون (Incident electron) داتوم ترټولو د ننه مدارK ته ورننوځي او دنومړي مداریو الکترون سره غبرګون وکړي نو په پایله کې دغه الکترون بیخي د اتوم څخه راوباسي (Ejected electron) اوځای یې تش پاتي کیږي . په دې ترځ کې داتوم د ایل L لوړاوبهرني مدار څخه بو الکترون k مدارته راتوپ کوي او دغه سورئ ډکوي. همدارنګه د ایل L مدارالکترون تش ځای د ایم M او د این N مدارالکترون تش ځای د O مدارالکترون څخه په خپل واراوپرلپسي ډک کیږي. دا په دې مانا چې په پایله کې یو الکترون دانرژي یوه لوړمدار لکه (O) څخه په خپل وار د L;M;N, اوبیا دانرژي یوه ټیټ مدارلکه (K) ته رالویږي اود نوموړومدارونوانرژي توپیردوړانګو په ډول خپریږي. په نوموړې کړنلاره کې یواتوم په دوام لرونکي یا متمادي (continous) توګه سره انرژي نه خپروي او نه یې جذب کوي بلکه په یوه ټاکلي اندازه سره چې د انرژي کوانت (Energy quant) په نامه سره یادیږي جذب کوي او یا یې خپروي. په نوموړي شکل کې دیوه اتوم د اکسریزځانګړی انرژي طیف (مشخصه انرژي طیف) (Characteristic k-X- ray photons) ښودل شوی دی چې انرژي یې دهر یوه مدار لپاره ځانګړی قیمت لري او په خپل وار سره په k shell;L shell;M shell; N shell او O shell سره ښودل شوي ده(15) .

په ٦ شکل کې د دتنګستن عنصر (Tungsten = W) داتوم انژي طیف ښودل شوئ دی. کله چې یوالکترون د K انرژي لیول څخه د L انرژي لیول ته پورته وخیږي او بیا بیرته د K مدارته راولویږي نو دانرژي توپیر یې $h\upsilon_K$ د اکسریز ځانګړو وړانګو (Characteristic k-X- ray) یاني یوه فوتون په ډول خپریږي چې قیمت یې دنهه پنځوس زرو الکترون ولټه سره یو شان ده دا ځکه چې:

$$(h\upsilon_K = 70\,000 - 11000 = 59000 \text{ eV})$$



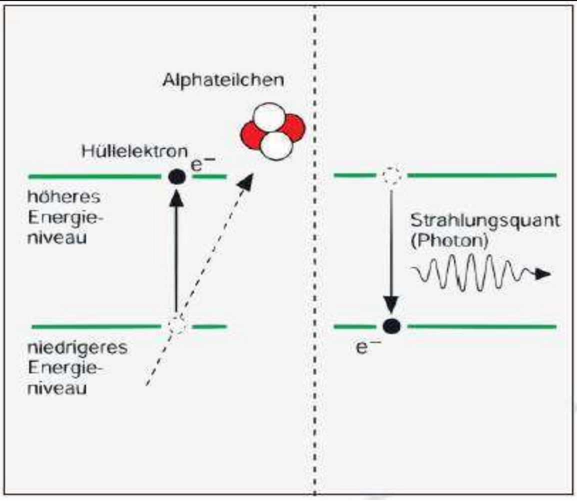
٦- **شکل:** دتنګستن عنصر (Tungsten = W) داتوم انرژي مدارونه لکه K,L,M,N,O, کيني خوا اود انرژي لېول (Atomic energy levels) يې ښۍ خواته ښودل شوي دي(15).

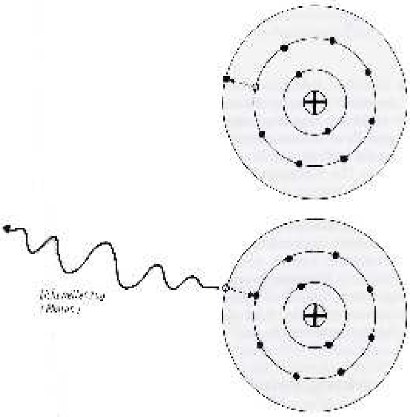
دانرژي لېول د K ,L ,M مدارونو لپاره په خپل وار سره مساوي ده له: اويازره الکترون ولټه، يوولس زره الکترون ولټه او دوه نيم زره الکترون ولټه (70 000eV; 11 000 eV; 2500 eV). داپه دي مانا چي که وغواړو دنومړي اتوم د K مدار څخه يو الکترون راوباسو نو اويازره الکترون ولټه انرژي ورته په کارده. هغه وړانګي چي دنومړومدارونودانرژي توپير په پايله کې خپريږي د K مدار وړانګي -K radiation ، د L مدار وړانګي L-radiation او د O مدارووړانګي O-radiation په نامه سره ياديږي.

داتوم تحريک يا راپارول (Atomic excitation)

يو الکترون ديوه ټيټ مدار څخه يوه بل لوړ مدار ته هغه وخت پورته کيداى شي چي دهمغوبرخه اخيستونکو مدارونودانرژي توپير په کچه انرژي دباندې نه په ورديره شي . دبېلګه په ډول په ۷- شکل کې د (L) مدار څخه و (M) مدار ته يو الکترون پورته ختلئ دی. کله چي دغه او يا بل الکترون بيرته ښکته مدار ته راولويږي نوهمغه اخيستل شوې انرژي دنور اويا الکترومقناطيسي وړانګو په ډول ورڅخه خپريږي. دغه ډول فزيکي کړنلارې ته داتوم تحريک يا راپارونه ويل کيږي.

دپام وړ: کله چي داتوم يوه هسته فوتون جذب کړي نولکه څرنګه چي داتوم مدار څخه يوالکترون يوه لوړپوړي مدارته پورته کيږي په همدې ډول په هسته کې هم يو نوکليون (Nucleon) انرژي ځانته جذب کوي اوپه هسته کې دانرژي يوه لوړحالت (state) ځانته غوره کوي..





يو الکترون دلوړ انرژي مدار څخه بیرته ښکته راولویږي اویوفوتون خپریږي	دالفا ذره په یوه الکترون لګیږي او هغه د ټیټ انرژي مدار څخه لوړانرژي مدا رته پورته کوي	پاس شکل داتوم راپارولو او لاندنی شکل د یوفوتون د خپرولوکړنلاره را ښیي

۷- شکل: داتوم د راپارولو فزیکي کړنلاره (31)

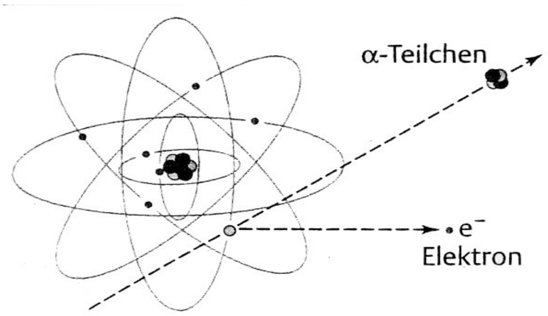
په پورتني شکل کې یوالکترون ته دباندې خوا څخه دالفا ذرې په لګیدلو سره انرژي انتقال کیږي اوله دې کبله د خپل مدار څخه پورته لوړ مدار ته خیږي. خو کله چې یو الکترون بیا بیرته خپل تش ځاې ته راولویږي نو همغه اخیستل شوې انرژي دفوتون په ډول دلاسه ورکوي.

ایونایزیشن (Ionization)

ایونایزیشن هغې فزیکي کړنلارې ته وایي چې دخنثی اتومونو او یا مالیکولوڅخه یو یا څو الکترونه جلا اویا وربانديې زیات شي اوهغوی په مثبتو اویا منفي ایونو واړوي. دغه ایونایز شوي اتومونه او مالیکولونه داسې رنګ بیالوژیکي او کیمیاوي خواص غوره کوي چې دنوروااتومونوسره ډیر زرد بیو کیمیاوي تعامل کولوتیاري ښیي.

په ۸- شکل کې دایونایزیشن فزیکي کړنلاره ښودل شوې ده. کله چې الکترومقناطیسي وړانګې دبیلګه په ډول لکه دنور یوه ذره چې د فوتون (Photon) په نامه سره هم یادیږی او یا لکه دالفا یوه ذره د مادې په یوه اتوم ولګیږي نوخپله یوه برخه حرکي انرژي داتوم الکترون ته انتقال کوي او په پایله کې الکترون دخپل مدار څخه راوځي او په دې ډول دبریښنا مثبت او منفي چارجونه لا س ته راځي. دغه رنګ فزیکي پیښه د ایونایزیشن او ټولې هغه وړانګې چې نوموړي فزیکي کړنلاره تر سره کولاې شي د ایونایز کوونکو وړانګو (Ionizing radiation) په نامه سره یادیږي.

ایونایزیشن انرژی هغه اندازه انرژي ده کوم چې دیوه خنثي اتوم څخه دیوه الکترون دبیلولودپاره په کارده. دبیلګه په ډول دسوډیم لپاره نوموړی انرژي 5,14 eV/atom اودنیون نجیب غاز لپاره 22eV/atom قیمت لري.



۸- شکل: د الفا یوه ذره په اتوم لګیږي او دمدار څخه یې یو الکترون را وباسي . نوموړې فزیکې کړنلارې ته ایونایزېشن (Ionization) ویل کیږي(9) .

پوښتنې(Questions) :
(ځوابونه یې په نونسم څپرکي کې ورکړشوي دي)

۳-۱ داتوم کلمه څه مانا لري او هسته دکوموذرو(بخرکو) نه جوړه ده؟

۳-۲ یو نوکلید څه ته وایی؟

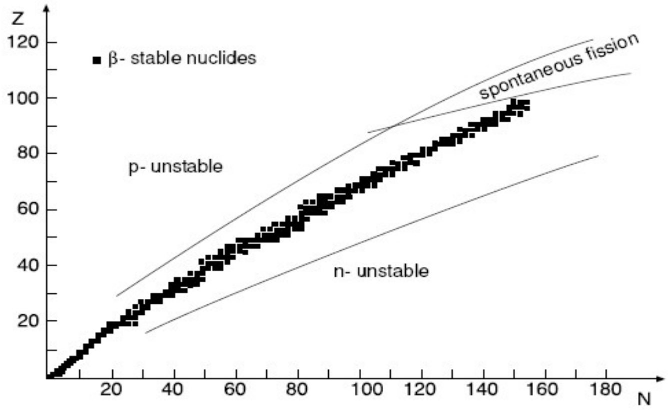
۳-۳ دیوه ایزوتوپ اویوه ایون تر منځ توپیر څه دی؟

۳-٤ داکسریز اود ګاماوړانګو تر منځ توپیر څه دی؟

۳-٥ یو عنصر دبل عنصر څخه څرنګه په توپیر سره پیژندلای شو؟

۳-٦ ایونایزیشن څه ډول فزیکي کړنلاره ده؟

۳-۷ ایزوتوپ څه ډول اتومونو ته وایي او په لاندني شکل کې څرنګه پیژندل کیدای شي؟



۸-الف شکل: په عمودي محورکې دپروتونونشمیر Z اوپه افقي محورکې د نیوترونونشمیر N ښودل شوئ دی.

دويمه برخه

څلورم څپرکی

طبيعي راديواکتيو يتي

(Natural Radioactivity)

سريزه

په ۱۸۹٦ م کال کې يو فرا نسوي فزيک پوه هنري بېکارېل (Henri Becquerel) په خپل يوه تور تياره لابراتوارکې چې هلته رڼا هيڅ موجوده نه وه ديورانيوم مالګې په يومعدني مرکب ياني (Kalium-Uran-Sulfat) با ندې تجربې تر سره کولې. په دې ترڅ کې ورته جوته شوه چې دنومړي عنصر په اړخ کې ځاې په ځاې شوی فوتو فلم توررنګ ځانته غوره کړی وه .په داسې حال کې چې د فوتويو فلم هغه وخت تور کيږي چې الکترومقناطيسي وړانګې لکه رڼا ورته و رسيږي. نو په دې ترڅ کې دا پوښتنه ورته پيدا شوه چې پرته د لمر رڼا څخه دغه فوتو فلم ولې تور شوئ دئ؟ نومړي دا ومنله چې دفوتوفلم توروالی خامخا ديورانيوم معدني ډبرې سره تړاو لري. نوبېکارېل دا پريکړه وکړه چې پخپله يورانيوم يو ډول وړانګې د ځان څخه خپروي او له دې کبله دلمر رڼا ته اړتيا نه لري. ورو سته ثابته شوه چې ديورانيوم عنصر راديو اکتيو خاصيت لري دا په دې مانا چې هستوي ذرې لکه الفا ذرې ور څخه خپرېږي او د هغوې اغيزه په فوتو فلم باندې پاتې کيږي. بيکارېل په لومړي وخت کې نومړو وړانګو ته ديورانيوم وړانګو نوم ورکړ.

نن ورځ په ډاګه شوې ده چې طبيعي راديواکتيويتي زموږ دځمکې دپيدايښت سره يوځاى تړاولري اودځمکې يوه برخه تشکيلوي. په ځمکه کې ډيرې تيرې، معدني ډبرې، کانونه او راديو اکتيوعنصرونه شته دې چې طبيعي راديواکتيويتي ښيي او طبيعي وړانګې خپروي. زموږپه چاپيريال کې ، لکه کورونه، هوا، اوبه اوډوډې او نوروخوراکي شيانوکې هم طبيعي راديواکتيومواد شتون لري. همدا سبب(لامل) دئ چې د بدن په ډيروبرخو لکه هډوکو، عظلاتو، او نسجونوکې راديو اکتيومواد جذب شوي دي اووړانګې حپروي. په بدن کې پوتاسيم (Potassium 40) ، کاربن څوارلس (Carbon 14) اوراديم دوه سوه شپږ ويښت (Radium 226)، يورانيم دوه سوه اته ديرش U^{238} هغه طبيعي راديو اکتيو عنصرونه دي چې دنوروعنصرو په پرتله په ډيره کچه پيدا کيږي.

په ۱۸۹٦ م کال کې دهينري بيکارېل Henry Bequerel له خوا ځخه دطبيعي راديو اکتيويتي قانون کشف شو. په ۱۸۹۸ م کال کې د پيري کيوري Piere currie او ميرمن ماري کيور Marie curie له خوا درادیم راديو اکتيو عنصر Radium کشف شو په ۱۹۰۱ م کال کې دلومړي ځل لپاره يو فرانسوي ډاکترلوپوس Lupus په پاريس ښارکي ديوستکي سرطان ددرملنې په موخه دراديم ځخه کار واخيست	
بيکارېل په لاندني عکس کې خپل کشف شوی مالومات چې ګنه يورانيم د خپل ځان ځخه داسي ډول وړانګې خپروي چې يوفلم تور کولای شي پر ليکه کړې دی. دعکس لاندې توره برخه هغه فلم دی چې د راديم الفا وړانګو په لګيدو سره تورشوی دی.	

په ۱۸۹۸م کال کې يوې فرانسوۍ ښځينه فزيک پوهې ميرمن ماري کيوري (Marie Curie) دخپل ميره پيـېرکيوري (Pierre Curie) په ګډ ون سره په دې بريا لي شوه چې د راديم (Radium) په نامه يو بل نوئ راديو اکتيف عنصر را بر سيره (کشف) کړي. نوموړئ عنصر راديو اکتيو خواص لري ياني د الفا هستوي و ړانګې خپروي او پخپله يې په يوه بل نوي عنصر باندې اوړي. په ۱۹۰۳ م کال کې ماري کيوري، پيير کيوري او بيکارل په ګډه سره د طبيعي راديواکتيو عنصرونو درا برسيره کولو پوهنيز اثاروپه بدل کې **دنوبل جايزه Nonel prize** تر لا سه کړه.

ترنن ورځ پورې لړ ځه يوزرو پينځه سوه توپير لروونکي اتوم هستي يا نوکليد (Nuclid) پيژندل شوي دي چې دهغوی ځخه يې يوزرهستي په مصنوعي توګه لاس ته راځي او پينځه سوه هستي په طبيعي ډول پيداکيږي. ځرنګه چې د هريوه نوکليد ديروتونو شمير او دکتلې شميره يوه او بل سره تو پير لري نوهر يو يې په ځانګړي ډول سره پيژندلای شو. دنوموړو هستو ځخه يې يوازې دوه سوه نهه ځلوينت ثابت ياني راديواکتيو نه دي او پاتي نور يې ټول راديواکتيو خاصيت لري. دهستي ديروتونو او نيوترونو مجموعې ته نوکليون (Nucleon) هم ويل کيږي.

دپام وړ: **هغه اتومونه چې په هسته کې يې ديروتونوشميره 83 ځخه اوړي په خپل سرياني اوناڅاپه (Spoantaneous) چوي.**

دعنصرونو په پریودیک سیستم کې ټول هغه عنصرونه چې د اتوم نمبریاني دپروتونو شمیر یې ددوه اتیا (۸۲) او یا په بل عبارت د سرب عنصر(Pb-82) څخه پورته وي راديو اکتيو خاصيت لري او په نورو هستو باندې تجزيه كيږي تر څو په اخرني پړاو کې په ثابت او مستقر سرب باندې واوړي. په طبيعت کې دراديواكتيووعنصرونو درى ډوله سلسلې موجودې دي چې په ځمکه کې پيدا کيږي او په ۹- شکل کې ښودل شوې دي. څلورمه سلسله په مصنوعي توګه دهستوي تعاملاتو په کړنلاره سره لاس ته راځي چې د پلوتونيم او نيپتونيم سلسلې (Plutonium-Neptunium serie) په نامه سره ياديږي.

لومړی: ديورانيوم ۲۳۵سلسله (Uranium-235 serie)

دويم: د يورانيوم ۲۳۸ سلسله (Uranium -238 series)

دريم : دتوريم ۲۳۲ سلسله (Thorium232 series)

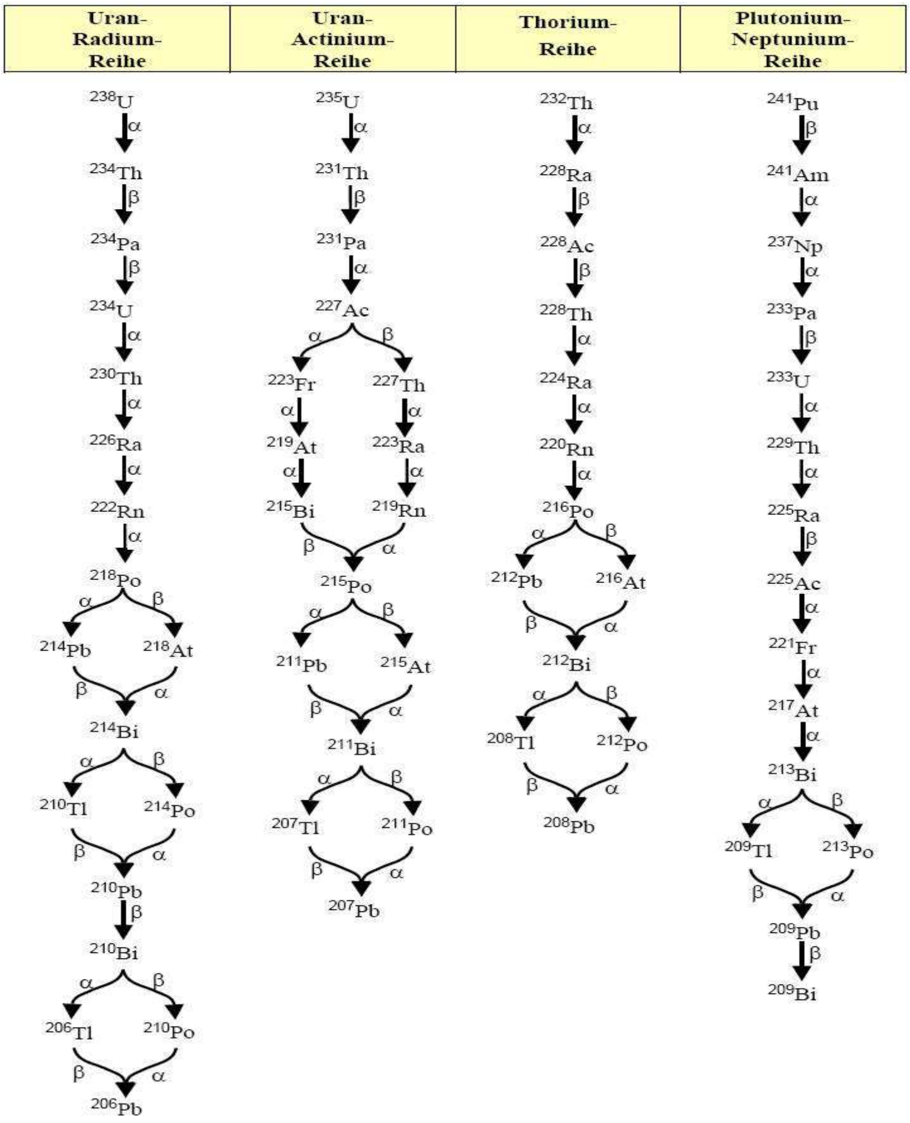
څلورم: د پلوتونيم او نيپتونيم سلسله (Plutonium-Neptunium serie)

دنوموړو سلسلو راديواكتيو هستې په خپل حال ثابت نه پا تې کيږي بلکه دوخت په تيريدلو سره چې نيمايي عمر يې دلسو مليارډوكالونو (10^{10}a) څخه پيل او تر لسو پيكو ثانيو (10^{-10}) پورې رسيږي په بيلو بيلو پړاونوكې تجزيه کيږي او په دې ترڅ کې په بيخي نويو هستو اوړي چې په څنګ کې ورڅخه هستوي وړانګې لکه د الفا ذره، بيتا وړانګې او ګاما وړانګې خپريږي. دلومړنيو دريوسلسلودتجزيې اخرنی ثابت عنصر د سرب (Pb = Plumbum) په نامه سره ياديږي.

ايزوتوپ	په بدن کې دجذب كيدلوځای	فزيکي نيمايي وخت	بيالوژيكي نيمايي وخت
C-14	Fat وازده	5570 كالونه	35 ورځې
P-32	هډوكي Bone	14 ورځې	1000 ورځې
S-35	پوستکی Skin	88 ورځې	23 ورځې
Ca-45	هډوکي Bone	164 ورځې	1900 ورځې
Fe-59	وينه Blood	45 ورځې	65 ورځې
I-131	تايرايد Thyroid	8 ورځې	120 ورځې

۸- **الف جدول:** هغه طبيعي راديو اكتيومواد چې په بدن کې موندل کيږي اودنوموړوراديو اكتيوسلسلود تجزيې په ترڅ کې منځ ته راځي ښودل شوي دي. که ومنو چې ديوه راديواكتيوعنصرفزيكي نيمايي وخت پينځه کاله وي نو په لاندني جدول کې دهغه اتومونه دوخت په تابع سره كمښت مومي.

وخت = t	0	5 years پينځه كاله	10 years لس كاله	20 years شل كاله
داتومونو شمير= N	1000	500	250	125

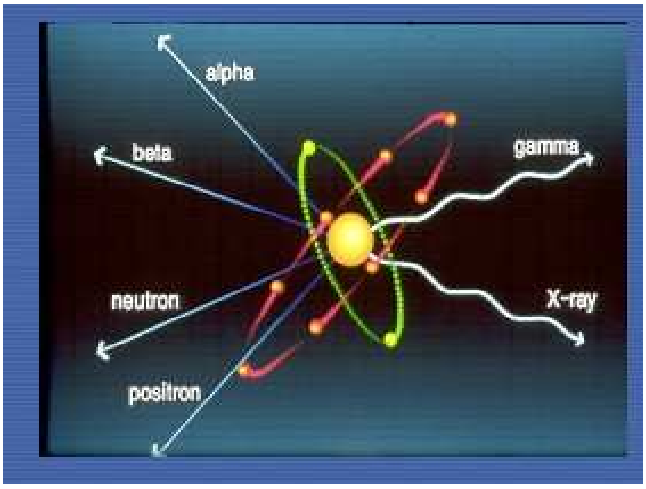


۹- شکل: په طبیعت کې درادیوا کتیو سلسلودتجزیي کړنلاره ښودل شوې ده. د بېلګه په ډول دراډیواکتیووعنصرونو یورانیوم -۲۳۸(U-238)، یورانیوم - ۲۳۵ (U-2235) توریم -۲۳۲ (Th-232)او اوپلوتونیم- ۲٤۱ (Pu-241) د تجزیي سلسلې په پایله کې په خپل وار سره په نورو نه چاودیدونکو عنصرونولکه سرب -۲۰٦ (Pb-206)، سرب ۲۰۷ (Pb-207) ، سرب- ۲۰۸ (Pb-208)او بیسموت- ۲۰۹ (Bi-209) باندې اوړي (31).

رادیواکتیو تجزیه (Radoactive decay)

په طبیعت کې ځیني عنصرونه پیداکیږي چې بې له بهرنۍ اغیزې څخه نا ببره او په خپل سرتجزیه کیږي او په ځنګ کې د اتوم دهستې څخه هستوي وړانګې خپروي چې په پایله کې توپیرلرونکي اودنویوعنصرونو هستې لاس ته راځي او یا داچې دهمغه عنصرپه یوه رادیو ایزوتوپ باندې بدلیږي. نوموړې فزیکي کړنلارې ته رادیواکتیو تجزیه یانې وړانګې خپرونکې تجزیه اودغه رنګ خا صیت ته رادیواکتیویتي(Radioactivity) ویل کیږي.

هغه هستې چې وړانګې خپروونکې فعا ل خواص و لري درادیو اکتیو (Radioactive) اودهغوی هستې د رادیونوکلید (Radionuclid) په نامه سره یادیږي. په نوموړې ویئ یا نې لغت کې رادیو (Radio) په مانا د وړانګه چې دلاتین ژبې رادیوس (Radius) څخه اخیستل شوئ او دلاس او څنګلې ددوواوړدوهډوکو څخه د یوه هډوکي نوم دی ا و اکتیو (Active) دفعال مانا ورکوي



۱۰- **شکل:** دیوه رادیواکتیو اتوم هستې څخه د الفا وړانګې،نیوترون، پروتون، پوزیترون اوالکترون خپریږي (IAEA)

لکه څرنګه چې یواتوم دالکترونو لپاره د انرژي ټاکلي مدارونه لري چې هلته په هر مدار کې په ټاکلي شمیر الکترونه دهستې په شاوخوا راڅرخي په همدې ډول سره د هر یوه عنصرداتوم هسته هم دانرژي لیول (Nuclear energy levels) څخه جوړه ده چې دهستې مدارونه ورته ویلاې شو. دهستې په مدارونو کې پروتونه او نیوترونونه په خپلو انرژي لیول کې ځای په ځای ولاړ نه دي بلکه تل یو خوځیدو نکې او اهتزازي حرکت تر سره کوي چې په پایله کې یو پر بل باندی لګیږي او په دې ډول یوه ذره بلې ذرې ته په خپل وارسره انرژي انتقال کوي. که څه هم داتوم په هسته کې دپروتونو تر منځ دکولومب دفاع کوونکې بریښنایز قوه (Coulomb repulsion force) اغیزه کوي خودبلې خوا په ډیر لنډ واټن کې لکه یوفرمي (10^{-15} m) دپروتونوتر منځ یو بل ډول قوه اغیزمنه کیږي چې د هستوي قوې (Stronge forces or nuclear forces) په نامه سره یادیږي اود کولومب قوې په پرتله سل ځله زوروره ده. دنوموړې هستوي قوې لامله نوکلیونه لکه پروتونه اونیوترونه په هسته کې یوځای ساتل کیږي. یو پروتون د ګاونډي نیوترون سره د یوې بلې هستوي ذرې چې د پي میزون (Meson- π^-) په نوم سره یادیږي د یوه ځنځیر شکله پله (Bridge) په ډول کلک تړلی دی. په داسې حال کې چې پروتونه دکولومب بر یښنایزقوې په اساس یو بل سره دفع کوي او د هغې سره سم د یوه بل څخه لیرې کیږي خو بر عکس هستوی قواوې نوموړې ذرې سره یوځای څکوي او یا په بل عبارت یو بل سره جذب کوي. نوکه چیرته د پروتونو تر منځ هستوي قواوې مو جودې نه وای چې هغوی یوځای سره وساتي نو به نوموړې ذرې دهستې څخه دباندې وتلې وای او یوه نوی هسته به منځ ته راغلې وه . په داسې حال کې چې په یوه ثابته هسته کې یانې نه رادیواکتیو هسته کې دپروتون اونیوترون هیڅ یوه

ذره هم په کافي اندازه انرژي نه شي تر لا سه کولای چې دهستي ځخه ووځي خو په يوه راديو اکتيو هسته کې ديوې ذرې لپاره ددې چانس اواحتمال شته دی چي ديوه داسي اهتزازي حرکت (Oscillating) په پايله کې پوره انرژي تر لاسه کړي او د هستي ځخه د باندې ووځي. دهستي ځخه ديوې ذرې خپريدل يوه سوچه احسائيوي کړنلاره ده او سړی دا وړاند وينه نه شي کولای چي کله به يوه هسته په بله هسته واوړي او يا په بل عبارت سره يوه هسته تجزيه شي.

دبيلګي په ډول که چيرته موږ د راديواکتيو مواد و يوه نمونه (Sample) ولرونودا پوښتنه پيدا کيږي چي ځومره واره په دغه سمپل کې يوه چاود نه يا تجزيه تر سره کيږي. دا په دې مانا چي يو فزيکي کميت ته اړتيا ليدل کيږي چي هغه دچاود ني شد ت يا ډيربنت وښيي. نوموړئ کميت د اکتيويتي په نامه سره ياديږي او په لاندې ډول سره تعريف شوئ دی.

- ديوې مادې اکتيويتي A مساوي دی دهستودچاودني يا تجزيو منځنی شميرتوپير dN تقسيم په واحد دوخت dT .

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda . N$$

په پورتنی معادله کې منفي علامه دا په ډاګه کوي چي دهستو دتجز ي شمير دو خت په تيريدلو سره کمښت مومي. لامدا (λ = Lamda) د هر يوه راديو نوکليد لپاره دتجزيې يوه ځانګړې ثابته ده چې دتجزيې سرعت راښيي او د تجزيي احتما ل په نامه هم ياديږي. ديوه ټاکلي نوکليد لپاره د هستود تجزيو نسبې شمير په واحد دوخت کې ثابت دی. دلامدا ثابته دچاوديدونکوهستوهغه سليزه برخه راښيي چي په واحد دوخت کې چوي. دبيلګي په ډول دتخنيسم Tc99 دتجزيې ثابته مساوي ده له : 0,115/hour = λ   دا مانا لري چي په يوه ساعت کې يوولس نيم په سلو کې 11,5% هستې چوي.

داکتيويتي واحد

د اکتيويتي واحد د فرانسوي فزيک پوه بيکارېل په ويا ړ سره ټاکل شوی دی. کله چي يوه هسته په يوه ثانيه کې تجزيه شي نواکتيويتي يې د يو بيکاريل (1Bq = 1/s) سره سمون خوري. د بېلګه په ډول که يوزر هستي په يوه ثا نيه کې وچوي نوليکلای شو چي :

يو کيلو بيکاريل (1kBq = 1000 /s) . همدارنګه د اکتيويتي نور واحدونه عبارت دي له: ميګا يا ني يوملیون او ګيګا يا يو مليارد بيکاريل اونور ټاکل شوي دي.

- داکتيويتي پخوانی واحد کيوري (Curie = Ci) نوميږي چي د ميرمنې ماري کيوري په وياړ سره ټاکل شوئ وه.
- کله چي په يوه ثانيه کې يوه هسته وچوي نو د يوې مادې نوموړي اکتيويتي ته يو بيکاريل و يل کيږي (1 Becquerel =   1 nuclear decay per second).
- په هستوي طب کې دناروغيود تشخيص په موخه د لس ميګا بيکاريل ځخه تر سل ميګا بيکاريل(MBq) اکتيويتي ځخه کار اخيستل کيږي.

مخصوصه راديواکتيويتي (Specific radioactivity = $A_{specific}$)

مخصوصه راديواکتيويتي $A_{specific}$ د يوې راديواکتيومادې اکتيويتي A اووددغې مادې د کتلې m د حاصل تقسيم سره مساوي ده. که په يوه ماده کې N راديو اکتيوهستې موجودې وي نوکولای شو چې دمخصوصه اکتيويتي A قيمت د اووګادروعدد(شميره) N_A ، اکتيويتي A، دتجزيې ثابته λ او دمولار کتلې M په مرسته سره تر لاسه کړو.

$$A_{specific} = A/m = \lambda \times N/m = \lambda \times m \times N_A/(m \times M) = \lambda \times N_A /M$$

که په يوه بيالوژيکي نمونه کې چې توله کتله يې په m_{tot} او د يوه راديواکتيوعنصرسليزه برخه يې په Percent = P سره وښيونو مخصوصه راديواکتويتي قيمت په لاندې ډول تر لاسه کيږي.

$$A_{tot} = A/m_{tot} = \lambda \times p \times N_A/M$$

پوښتنه: ديورانيوم U^{238} ايزوتوپ کچه په طبيعت کې 99,27% اټکل کيږي. ديوګرام يورانيم مخصوصه اکتيويتي مالوم کړئ؟.

حل: ديورانيوم مولار کتله مساوي ده : $M = 0{,}238$ kg/mol اود تجزيې ثابته λ ديورانيوم د نيمايي وخت څخه چې څلورنيم مليارده کاله دی ($4{,}47 \times 10^9$ years) تر لاسه کولای شو($\lambda = \ln 2/T_{1/2}$) . د اووګاد رو عدد(شميره) N_A مساوي دی له: $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}$/mol نوديوه ګرام يورانيوم U^{238} مخصوصه اکتيويتي مساوي دی له:

$$A_{tot} == \lambda \times p \times N_A/M = 0{,}491 \times 10^{-17}/s \times 99{,}27\% \times 6{,}022 \times 10^{23}/0{,}238 \text{ Bq/Kg} = 12342 \text{ Bq/g}$$

$$A_{tot} = 12342 \text{ Bq/g}$$

ځواب: ديوه ګرا م يورانيم دوه سوه اته ديرشU^{238} مخصوصه راداوکتيويتي دلرڅه دوولس زره درې سوه بيکاريل سره مساوي ده.

☜ **دپام وړ :** ديوه ګرام راديم عنصر اکتيويتي .(1g Radium ≈ 1 Curie) د لږ څه يو کيوري سره برابره ده. دکيوري او بيکارېل تر منځ اړيکي په لاندې ډول دي. کله چې اوه ديرش مليارده هستې په يوه ثانيه کې وڅوي (37×10^9 nuclear decay per second) نو يو کيوري لاس ته راځي.

1Bq = 1/s	يو بېکاريل مساوي ده له يوه تجزيه په ثانيه کې
1KBq = 1000 Bq	يوزر يا کيلو بيکارېل
1MBq = 1000 000 Bq	يو مليون يا يو ميګا بيکارېل
1GBq = 1000 MBq = 1000 000 KBq = 1000 000 000 Bq	يو ګيګا يا يوزر مليونه بيکاريل

۹- جدول: داکتيويتي لوې او کوچني واحدونه په مفصل ډول سره ليکل شوي دي.

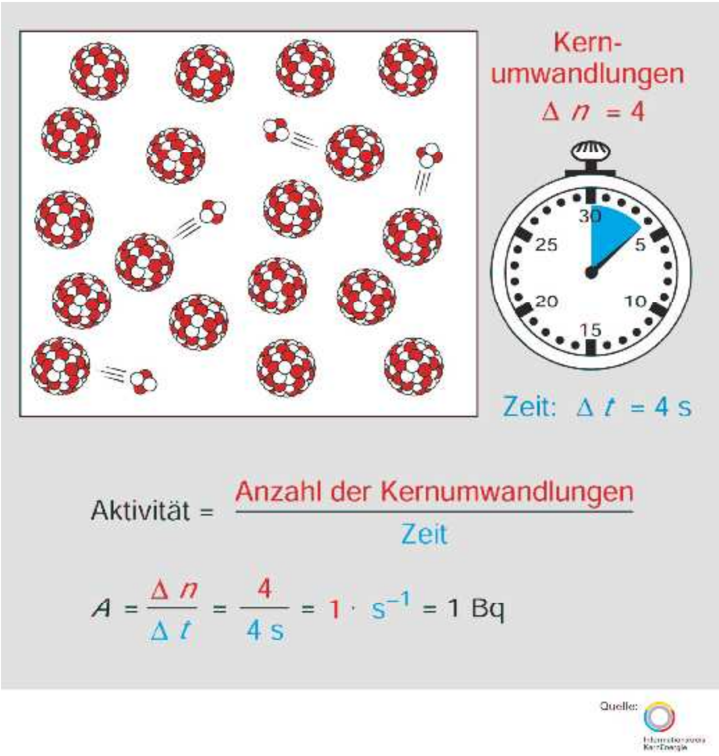
داتلسو هستوخخه ځلور هستي چوي او دځلوروثانيو په موده كې دالفا ځلور وړانګې خپروي

بني اړخ ته دوخت اندازه كولو په موخه يو ساعت څخه كاراخيستل كيږي او په كيڼ اړخ كې ديوه راديو اكتيو عنصر هستې بنودل شوې دي چې د الفا وړانګې خپروي

د يوه ساعت په مرسته وخت اندازه كيږي چې موده يې ځلورثاني ده

اكتيويتي A مساوي ده دتجزيه شوو هستو شمير Δn تقسيم په وخت Δt .

څرنګه چې په ځلوروثانيو كې ځلور هستې چاودلي دي نوحاصل تقسيم يې يو بېكاريل دی



☜ **پايله:** يو بېكاريل 1 Bq مساوي دی له يوه تجزيه په يوه ثانيه كې ياني ($1.S^{-1}$)

۱۱- شكل: په پورتني شكل كې د اكتيويتي A په واحد باندې چې بېكا ريل نوميږي رڼا اچول شوې ده. ديوه راديو اكتيو عنصردهستو تجزي شمير په يوه ثانيه كې د بېكاريل په نوم يادېږي. (31)

1 Curie (Ci)	$= 10^{0}$ Ci $= 3,7 \times 10^{10}$ Bq = 37 GBq
1 Millicurie (mCi)	$= 10^{-3}$ Ci $= 3,7 \times 10^{7}$ Bq = 37 MBq
1 Microcurie (µ Ci)	$= 10^{-6}$ Ci $= 3,7 \times 10^{4}$ Bq = 37 kBq
27 Millicurie (27 mCi)	= 1 GBq
27 Microcurie (27µ Ci)	= 1 MBq
1 Nanocurie (1nCi)	$= 10^{-9}$ Ci $= 3,7 \times 10^{1}$ Bq
1 Picocurie (1pCi)	$= 10^{-12}$ Ci $= 3,7 \times 10^{-2}$ Bq

په ۱۰- **جدول** كې د اكتيويتي پخوانی واحد ياني كيوري په بېكاريل سره اړول شويدی

د راديواکتيو تجزيې قانون (Radioactive Decay Law)

ديوه راديواکتيو عنصر اکتيويتي A دوخت t په تابع سره دلاندني قانون په بنسټ کمښت مومي.

$$A = -\frac{dN}{dT} = \lambda . N$$

نومورې تفا ضلي معادله د لاندني فرمول په اچولو سره حل کيږي.

$$N(t) = N(0). e^{-\lambda . t}$$

په پورتنی معادله کې N(t) دراديواکتيو هستو شميرپه وخت د (t)، او N(0) دراديواکتيو هستو شميردوخت شميرنې په پيل کې ياني کله چې وخت صفر وټاکل شي (t =0) او بيا راديواکتيو هستې اندازه شي اولامده λ دتجزيې يوه ثا بته ده چې دهر نوکليد لپاره ځانګړی قيمت لري. په نومورې معادله کې د اکسپونېنسيال تابع (Exponential function) قاعده (Basis) يو عدد(شميره) ټاکل شوی چې ديوه جرمني ساينس پوه په نامه ياني اويلرنومې Euler رياضي پوه (Euler Number = e) په وياړ سره نومولی شوی او مساوي دی له :

☜ د اويلر عدد(شميره) مساوي دی له: (e = 2,7182)

فزيکي نيمايي وخت يا دعمرموده (Half life = $T_{1/2}$)

فز يکي نيمايي وخت هغه وخت ته ويل کيږی چې په نومورې موده کې د يوه ټاکلي راديواکتيو عنصردهستو شمير N(t) = N($T_{1/2}$) دلومړني وخت هستوشمير N(t=0) په پرتله نيماي ته راولويږي.

کله چې په پورتنی معادله کې دغه کړنلاره تر سره کړو نولرو چې:

$$N(T_{1/2}) = \frac{N(0)}{2} = N(0). e^{-\lambda . \ T_{1/2}}$$

کله چې دپورتنی معادلې د دواړو اړخونو طبيعي لوګاريتم (Logarithmus Naturalis = Ln) ونيسو نو د فز يکي نيمايي عمر $T_{1/2}$ او د تجزيې ثابته لامده λ تر منځ لاندنی اړيکي لاس ته راځي.

که په يادولروچې د دوو عدد(شميره) طبيعي لوګاريتم ياني (ln 2 = 0,693) سره مساوي دی نود فز يکي نيمايي عمرلپاره ليکلای شوچې:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{\lambda}$$

اويا د لامدا لپاره ليکلای شو چې:

$$\lambda = \frac{\ln\ 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{T_{1/2}}$$

کله چې د لامدا دغه فرمول څخه کاروا‌خلو نو د اکتيويتي A لپار ليکلای شوچې:

$$A = N(0) \times \lambda \times e^{-0,693\, t/T_{1/2}}$$

که دلومړني وخت اکتيويتي په $A(t=0)$ سره وښيونو ليکلای شوچې:

$$A\,(0) = N\,(0) \times \lambda$$

په پايله کې د راديو اکتيويتي تجزيې قانون د فزيکي نيماي وخت په تابع سره تر لاسه کيږي.

$$A\,(t) = N\,(0) \times \lambda \times e^{-0,693\ \ t\,/\,T_{1/2}} = A(0) \times e^{-0,693\ \ t\,/\,T_{1/2}}$$

☜ د رياضي د يوه بل فرمول په مرسته سره هم کولای شو چې دهغورادي‌واکتيو هستوشمير $N(t)$ چې په اوسني وخت کې يې اندازه کوو تر لاسه کړو. که چيرته د هستو نيمايي عمر په $T_{1/2}$ او دلومړني وخت هستو شمير په $N(0)$ سره وښيو نو دهغو هستو شمير $N(t)$ چې په وخت t کې موجود دي په لاندې ډول سره تر لاسه کولای شو:

$$N(t) = \frac{N(0)}{2^{+t/t_{1/2}}} = N(0) \times 2^{-t/T_{1/2}}$$

ددې لپاره چې موږ وښودلای شو چې پاسنی معا دله لکه دراديواکټيويتي قانون په شان دباور وړده نو لاندنی شميرنه تر سره کوو. دبېلګه په ډول که چيرته دوخت t په ځای په خپل وار سره يو ځل نيمايي عمر ($t = 1T_{1/2}$)، دوه ځله نيمايي عمر ($t = 2T_{1/2}$) او درې ځله نيمايي عمر ($t = 3T_{1/2}$) په پورتنی معادله کې واچوو نو دراديواکتيو هستو شمير N هم دنوموړي وخت دتيريدلو سره سم په خپل وارسره دلومړني وخت راديو اکتيو هستوشمير $N(0)$ په پرتله نيمايي برخې ($N(0)/2$)، څلورمې برخې ($N(0)/4$) او اتمې برخې ($N(0)/8$) ته رالويږي. دوروستني رياضي فرمول ګټه په دې کې ده چې که د خپلې خوښې سره سم وخت وټاکو او بيا يې د نيماي عمر په وخت واړوو نو په ډيره اسانی سره په نوموړې معادله کې د اکپونينسيال تابع (Exponential function) چې په قاعده کې يې ددوو عدد(شميره) (2) اوپه طاقت کې يې دنيمايي عمر دی شميرنه تر سره کړو. په پايله کې دوروستني رياضي فرمول په مرسته سره کولای شو چې داکتيويتي A لپاره يو اسانه فرمول وليکو:

$$A(t) = A(0) \times e^{-\frac{0{,}693\,t}{T_{1/2}}} = \frac{A(0)}{2^{t/T_{1/2}}}$$

د کيڼ اړخ اکسپونېنسيال تابع په بل ډول اړوو.

$$e^{-\frac{\ln 2\,t}{T_{1/2}}} = (e^{-\ln 2})^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

څرنګه چې $e^{-\ln 2} = 1/2$ سره دئ نو لرو چې:

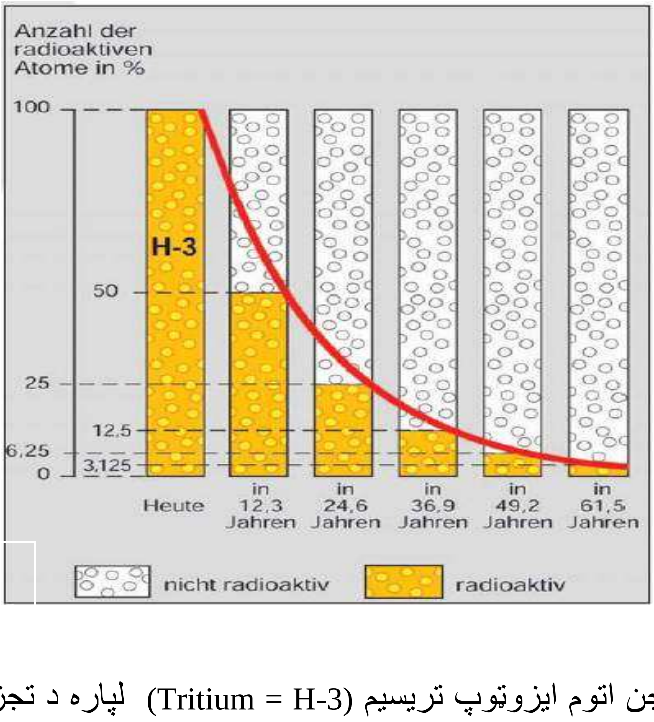
$$\frac{A(t)}{A(0)} = 2^{\frac{-t}{T_{1/2}}}$$

کله چې دپورتنی معادلې دواړه اړخونه دطبيعي لوګاريتم (ln) لاندې ونيسو نو د يوه نا څرګنده وخت t او اکتيويتې دتناسب (A/A_0) تر منځ لاند نۍ اړيکي تر لاسه کيږي.

$$-\frac{t}{T_{1/2}} \ln 2 = \ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right)$$

$$t = -\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) \times T_{1/2} \times 1{,}443$$

د بېلګه په ډول په ۱۲- شکل کې د هايدروجن اتوم يو ايزوټوپ تريسيم (Tritium) نيمايي عمر دکالونو په واحد په افقي محور او د اتومونو تجزيه په عمودي محور باندې شودل شوی دی. دنوموړي ايزوټوپ نيمايي عمر لږ څه ۱۲ کاله دئ داځکه چې وروسته له نوموړو کالونو څخه درادیو اکتيو هستو شمير د لومړني وخت په پرتله پنځوس په سلو کې ياني نيما يي ته را لو يږي.



نه راديواکتيو راديواکتيو

۱۲- شکل: دهايدروجن اتوم ايزوټوپ تريسيم (Tritium = H-3) لپاره د تجزيي قانون دنيمايي عمر

په تابع اودکالونوپه واحد سره ښودل شوی دی. راديواکتيو اتومونه په زيړرنګ اونه راديواکتيواتومونه په سپين رنګ ښودل شوي دي.(34)

دنوموړي شکل څخه ښکاريږي چې که دوخت موده صفروي نودتريسيم راديواکتيو هستوشميرپه سلوکي سل دی . ديونيمايي وخت ياني 12,3 a کاله څخه وروسته پنځوس په سلو کي اود دوه ځله نيمايي وخت ياني 24,6 a کاله څخه وروسته لږ څه پينځه ويشت په سلو کي راديو اکتيو اتومونه پاتې کيږي.

n. $T_{1/2}$ د نيمايي وخت شمير	Activity(2^{-n}) داکتيوهستوبرخه		په سلوکي داکتيويتي پاتي برخه
0 $T_{1/2}$	$1/2^0$	1	100%
1 $T_{1/2}$	$1/2^1$	1/2	50%
2 $T_{1/2}$	$1/2^2$	1/4	25%
3 $T_{1/2}$	$1/2^3$	1/8	12,5%
4 $T_{1/2}$	$1/2^4$	1/16	6,25%
5 $T_{1/2}$	$1/2^5$	1/32	3%
6 $T_{1/2}$	$1/2^6$	1/64	1,5%
7 $T_{1/2}$	$1/2^7$	1/128	0,7%
8 $T_{1/2}$	$1/2^8$	1/256	0,4%
9 $T_{1/2}$	$1/2^9$	1/512	0,2%
10 $T_{1/2}$	$1/2^{10}$	1/1024	0,1%

۱۱- **جدول:** ديوه راديو اکتيو عنصردراديواکتيويتي کمښت د نيمايي عمر شمير ($n \times T_{1/2}$) په تابع سره ښودل شوی دی.

د بېلګه په ډول ديوه نيمايي عمر څخه $n = 1T_{1/2}$ وروسته يوازې پنځوس په سل کي او دلسو نيمايي عمرو $n = 10T_{1/2}$ څخه وروسته د لومړي اکتيويتي يوازي زرمه برخه پا تي کيږي.

- هر يو راديونوکليد ځانګړی فزيکی نيمايي وخت لري چې کچه يې د يوې ثا نيې نه هم کوچني کېداي شي او تر بليونو کالونو پورې هم رسيږي. د بېلګه په ډول دايوداين Iodine -131 نيماي عمر اته ورځې، دسيزيم Caesium-137 نيمايي عمرلږ څه ديرش کاله، دکاربون څوارلس Carbon-14 ايزوتوپ پينځه زره اوه سوه ديرش کاله 5730 y او يورانيوم دوه سوه اته ديرش Uranium -238 څلورزره څلورسوه اويا مليونه کالونو 4470 million years ته رسيږي.

* **پوښتنه:** په هستوی طب (Nuclear Medicine) کې د تخنيسيم (Technecium 99m) څخه د سرطان ناروغيوپه پيژندلوکي هراړخيزه ګټه پورته کيږی. دنوموړي راديواکتيوعنصرنيمايي وخت شپږساعته دی ($T_{1/2}$ = 6 hour). دڅومره وخت څخه وروسته د دغه عنصر يو په شپاړسمه برخه (1/16) برخه پاتي کيږي؟

* **حل**: د تخنېسیم Tc-99m رادیواکتیو عنصرنیمایی وخت $T_{1/2}$ او دتجزیي ثابت λ او تیر شوي وخت t تر منځ لاندنی اړیکي شته دي.

$$\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{6} = 0,1155 / hour$$

کله چي د لامبدا پورتني قیمت دتجزیي په معادله کي واچوواود لومړي وخت اتومونوشمیرپه N_0 سره وښیو نولروچي:

$$\frac{N_t}{N_0} = \exp(-\lambda t)$$

$$\frac{N_t}{N_0} = \frac{1}{16}$$

$$\frac{1}{16} = \exp(-0,1155t)$$

$$t = \frac{\ln \quad 16}{0,1155} = 24 \quad hours$$

* **ځواب** : دځلرویشتو ساعتونو څخه (24 hours) وروسته دتخنیسیم یوپه شپاړسمه برخه اکتیویتي پاتي ده.

* **بېلګه:** یوه سیمه په طبیعي یورانیوم U-238 باندي ککړه شوې ده او یوه سمپل Sample یا ني نمونه چي وزن یي دوه سوه اته دیرش ګرامه دي په یوه لابراتوار کي تجربه شوه او داکتیویتي اندازه یي لږڅه درئ میګا بیکارېل (2,95 MBq) وټاکل شوه.
* **پوښتنه :** دنومړي یورانیوم د نیماي عمر وخت به څومره وي؟

* **حل :** څرنګه چي د یورانیوم مولارکتلي وزن Mole Mass دوه سوه اته دیرش ګرامه دی (238 g) نو په یوه مول کتله کي داتومونو شمیر N د اووګادرو عدد د (Avogadro Number = N_A) سره مساوي دی نو داکتیویتي A، دتجزیي ثابتي لامدا λ اونومړي عدد(شمیره) N_A تر منځ لاندنی اړیکي اعتبار لري.

$$A = \lambda \times N_A$$

اکتیویتي = د تجزیي ثابته × اووګادروعدد د

څرنګه چي په یوه مول یورانیوم کي د اتومونو شمیر مساوي ده له $N_A = 6,022x10^{23}$ /Mol او دسمپل اکتیویتي مسا وي ده له $A= 2,95$ MBq$=2,95 \times 10^6$Bq نو د لامدا λ قیمت په لاندي ډول سره تر لاسه کولاې شو:

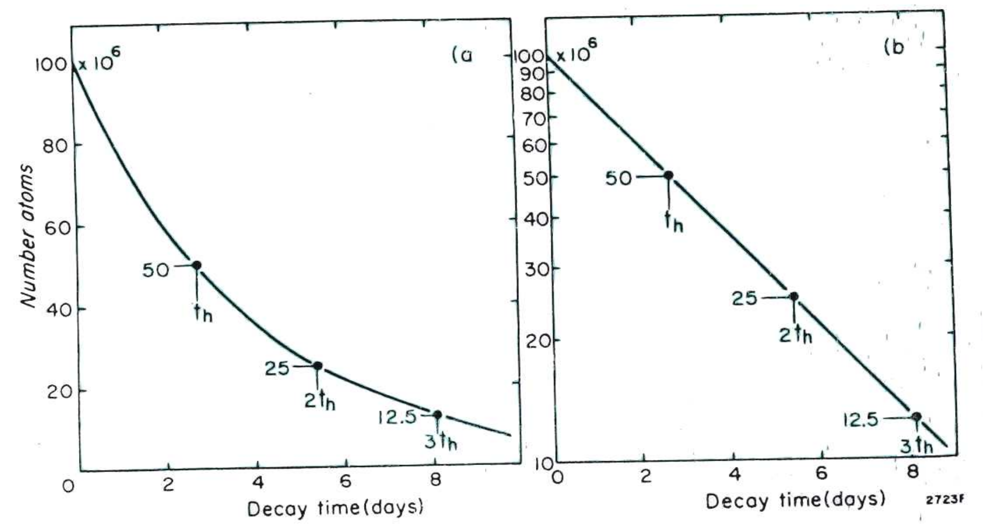
$$\lambda = \frac{A}{N_A} = \frac{2,95\times10^{6}\,Bq}{6,022\times10^{23}\,Mol} = 4,899\times10^{-16}\,s^{-1}$$

د يورانيوم دعمرنيماي وخت $T_{1/2}$ دلاند معادلې څخه لاس ته راځي

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{4,899\times10^{-16}\,s^{-1}} = 1,42\times10^{15}\,s = 4,49\times10^{9}\,a$$

* **ځواب**: دطبيعي يورانيوم دعمر نيمايي وخت لږ څه خلورنيم مليارده کاله (Year = a) دی. دا په دې مانا چې وروسته له نومونړي مودې څخه به هم دغه سيمه په راديواکتيوموادو ککړه پاتې شي داځکه چې د يورانيوم سمپل دلومړي وخت درې مېګا بېکارېل اکتيويتي څخه به يونيم مېګا بېکارېل اکتيويتي لا نورهم پاتې وي.

د يوه راديو اکتيو ايزوټوپ دتجزي اکسپونېنسيال (Exponential decay) ګراف د وخت په تابع سره په دوه ډوله ښودلای شو. لومړی داچې عمودي محوريي سم سيخ يا خطي ويش (سکېل) ولري او دوهم داچې عمودي محوريي لوګاريتم په شکل سره وي . په ۱۳- شکل کې د راديو اکتيو ايزوټوپ لکه طلا (Au^{198}) لپاره نوموړي دواړه ګرنلاری ښودل شوي دي.



۱۳- شکل: د طلا راديو اکتيو ايزوټوپ (Au^{198}) د لومړني وخت سل مليونو اتومونو (10^8 atoms) دتجزيي ګراف دورځو (days) په تابع سره چې نيمايي وخت يې لږ څه درې ورځې (t_h =2 ,69 d) دی په دوه ډوله ښودل شوئ دی. په چپ اړخ ګراف کې عمودي محور په خطي او ښي اړخ ګراف کې په لوګاريتم ويش سره ښودل شوئ دی (15).

☜ **دپام وړ:** په يوه ګرام ماده کې د الکترونو او يا اتومونوشمير کولاى شو چې داوګادرو عدد(شميره) څخه تر لاسه کړو. اوګادروعدد(شميره) د اتومونو شميرد يوې مادې په يوه ګرام کتله کې ما لومي او دهمغه عنصر داتومي وزن (Atomic Weight = A) سره مساوي دی.

دبيلګې په ډول څرنګه چې د کاربون عنصر اتومي وزن دوولس دی نو داسې مانا لري چې د کاربون عنصر دولس ګرامه $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ شميراتومونه لري. که چيرته يوه ماده تر نظر لاندې ونيسو چې داتوم وزن يې په A او داتوم عدد(شميره) يې (Atomic Nuber = Z) په Z سره وښيو نو داوګادرو عدد(شميره) د دتعريف سره سم ليکلاى شو:

☜ په يوه ګرام ماده کې داتومونو شمير = Number of atoms per g = N_A/A

☜ په يوه ګرام ماده کې دالکترونو شمير = N_e = Number of electrons per g = $N_A Z/A$

➢ دهايدروجن عنصر اتومي وزن مساوي دی له لږ څه يوګرام تقسيم په يو مول او د طبيعي يورانيوم اتومي وزن دوه سوه اته ديرش ګرامه په يو مول قيمت لري.

* **پوښتنه:** په (0,2 gramm) ياني دوه سوه ملي ګرام اوبو کې د ماليکولو شمير مالوم کړی؟

* **حل:** څرنګه چې د يومول اوبو وزن اتلس ګرامه دی 18.0 g/mol نو د صفر عشاريه دوه ګرام اوبو وزن په مول سره مساوي دی له:

$$0{,}2\ \text{g} \div 18\ \text{g/mol} = 0{,}0111\ \text{mol}$$

$$0{,}0111\ \text{mol} \times 6{,}022\times10^{23}\ \text{molecules/mol} = 0{,}067\times10^{23}\ \text{molecules/mol}$$

* **ځواب** : په دوه سوه ملي ګرام اوبوکې لږ څه اوه شپيته ضرب د لس په طاقت دشل ماليکولونه شته دي.

د يوه راديواکتيو عنصر منځنی وخت (Average time = T_a)

نومورۍ هغه وخت ته وايي چې ديو عنصرراديواکتيويتي داويلرعدد(شميره) (e= 2,718) ضريب په کچه کمښت وموم‍ي. تجر بو ښودلي ده چې ديوه راديو اکتيو عنصر منځنی وخت T_a د تجزيې ثابته λ او د نيمايي عمر $T_{1/2}$ ترمنځ لاندنی اړيکې تر لاسه کيږي.

$$T_a = \frac{1}{\lambda} = \frac{t}{0,693} = 1,44 \times T_{1/2}$$

دیوې راديو اکتيو مادې د هستو شمير N = دمادې اکتيويتي A ضرب راديواکتيومادې منځنی وخت T_a

N = Number of nuclei = T_a ×Activity = 1,44 × $T_{1/2}$ ×Activity

اويا ديوې مادې داکتيويتي A لپاره په لنډ ډول ليکو:

Activity = 0,693 × N /$T_{1/2}$

راديو اکتيويتي = دهستو شمير×0,693×تقسيم په نيمايی وخت

* **پوښتنه** : د يوه ناروغ پروستا تا Prostata په غده کې د وه ملي کيوري 2 mCi راديو اکتيو طلا ايزوټوپ Au-198 ددرمل په موخه کينودل کيږي. دنومړي ايزوټوپ د خپرې شو وهستو شمير محاسبه کړی که چيرته د طلا ايزوټوپ نيمايی عمر 2,9d ورځې وی.

* **حل**: يوه ورځ چې په ثانيه و اړول شی نو مساوي ده = 1day = 8,64×10^4 s
منځنی وخت T_a مساوي دی له :

T_a = 1,44× $T_{1/2}$ = 1,44 ×(2,69d) = 3,7d

ځرنګه چې دخپرې شوو هستو شمير مساوي دي له: اکتيويتي ضرب دمنځنی وخت نو لروچې:

2,0 mCi x 3,87 d = 7,74 mCi d = 7,74 mCi×8,64×10^4 s = 6,69×10^5 mCi s

2,0 mCi x3,87 d = 6,69×10^5 × 3,7×10^7 Bq s = 2,48 ×10^{13} Bq s = 2,48×10^{13}

* **ځواب**: د منځني وخت په موده کې لږ څه ديرش بليونه هستي او يا په بل عبارت لږ څه دری ضرب د لس په طا قت د ديا رلسو هستي د راديو اکتيو طلا څخه خپريږي او د ناروغ په نسجونوکې جذب کيږي.

* **پوښتنه**: دراديو اکتيو طلا ايزوټوپ Au-198 نيمايي عمر $T_{1/2}$ = 2,69d ورځې دی نووروسته له اوو ورځو 7d دپاتې شوو راديو اکتيو اتومونو N شمير معلوم کړئ په داسي حال کې چې د طلا دلومړي وخت داتومونو شمير N_0= 10^8 قيمت ولري.

* **حل:** کله چي دتجزيي تير شوئ وخت t موده د نيمايي عمر په واحد واړوونو لرو چي :

$t/T_{1/2} = 7/2{,}69 = 2{,}60$

دبلي خوا لاندنى شميرنه را ښيي: $2^{2{,}60} = 6{,}06$ د طلااتومونو شمير N د وخت t دتيريدلو څخه وروسته دلاندني فرمول څخه لا س ته راځي.

$$N = \frac{N_0}{2^{t/T_{1/2}}} = \frac{10^8}{2^{2.60}} = 1{,}65 \times 10^7$$

* **ځواب :** د اوووړځو په موده کي د راديو اکتيو طلا څخه لږ څه شپاړس نيم مليونه هستي خپريږي.

* **بيلګه**: دپولونيم Po-210 نيمايي عمر يو سلو اته ديرش 138 d ورځي دى. دنومړي عنصر يوه نمونه تر لاسه شوه چي اکتيويتي يي درى سوه مايرکروکيوري $A(0) = 300\ \mu Ci$ وټاکل شوه.

* **پوښتنه**: وروسته له دريو کالونو څخه (1095 days= 3 years) به دپولونيم اکتيويتي څومره وي؟

* **حل:** تر هر څه دمخه دنيمايي عمر شمير $n = t/T_{1/2}$ تر لاسه کوو نولرو چي:

$n = t/T_{1/2} = 1095\ days/138\ days = 7{,}91$ half lifes يا ني لږڅه اته نيمايي عمره کيږي.

$$A(t) = A(0) \times (1/2)^n = 300\ (1/2)^{7,.91} = 300(\ 0{,}00416) = 1{,}25\ \mu Ci$$

* **ځواب**: وروسته له دريو کالوڅخه دپولونيم نمونى اکتيويتي لږڅه $1{,}25\ \mu Ci$ را شکته کيږي

که دلومړي وخت راديو اکتيواتومونو شمير په N_0 سره وښيونو د اين n شمير نيمايي وخت تيريدلو څخه وروسته دپاتي راديو اکتيو هستو شمير N دلاندي فرمول څخه تر لاسه کيږي .

$$N = N_0 \times (1/2)^n$$

په راديوکيميا (Radiochemistry) کي دفزيکي نيمايي عمرکتوراستعمال

ديوه راديو اکتيو عنصر دفزيکي نيمايي عمر په مرسته سره کولاي شو چي دمعدني ډبرو، نباتاتو او لرغونو اثارود منځ ته راتلواويا دعمر موده وټاکو. په دي اړوند درادیو کاربون طريقه (Radiocarbon Methode) ديادوني وړده چي دلومړي ځل لپاره د يوه امريکايي ساينس پوه له خوا په کاروا چول شوه او په ۱۹٦۰ م کال کي دنوبل جايزي په اخيستلو بريالى شو. دبيلګه په ډول کله چي دکيهان له خوا

کازمېکي وړانګي (cosmic rays) د ځمکي اتموسفيرته راننوځي نو دهوا داتومونو سره غبرګون کوي چي د هستوي تعامل په پايله کي يولړ ګڼ شمير هستوي ذري لکه پروتون،نيوترون، مېزون، ګاما کوانت اونوري ذري منځ ته ر اځي. نو کله چي يو حرارتي نيوترون n دهوا نايتروجن N^{14} هستي څخه جذب شي نو په پايله کي راديو اکتيو کاربون (C-14) لا س ته راځي. دنوموړي هستوي تعامل معادله په لنډ ډو ل سره داسي ليکل کيږي: $N^{14}(n,p)C^{14}$. په دغه هستوي تعامل کي پيدا شوي کاربون (C-14) عنصر راديو اکتيو خاصيت لري او د بېټا وړانګي خپروي چي په پايله کي په نه چاوديدونکي ثابت نايتروجن باندې اوړي.

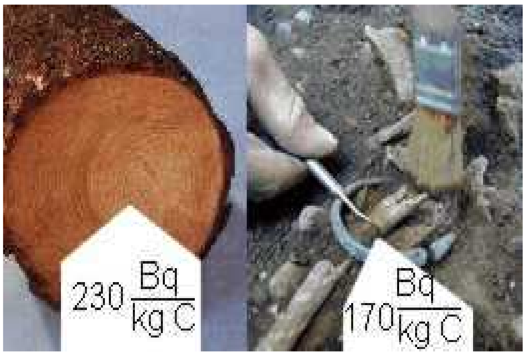
په اتموسفير کي دکاربون دوه ډوله ايزوتو پونه موجوددي. يوراديو اکتيو C-14 او بل نه راديواکتيو C-12 . نوموړي د کاربون دواړه ايزوټوپونه په ګډ ه سره يو داسي مرکب په هوا کي جوړوي چي دهغوی تناسب په اتموسفير کي تل ثابت دی C^{14}/C^{12} = constant او له دي کبله په سل کي يوه ټاکلي اندازه سره يوه برخه د راديو اکتيو کاربون C-14 او بله برخه يي د نه راديواکتيو کاربون C-12 څخه جوړه شوئ ده .

➢ د کاربون C-14 اتومونواو کاربون C-12 تناسب مساوي دی له: $C^{14}/C^{12} = 1,2\times10^{-12}$

راديوا کتيف کاربون C^{14} چي نيمايي عمر يی 5730 years کاله دي دځمکي په لوړ اتموسفيرکي منځ ته راځي او بيا د هوا د نه راديواکتيو کاربونC^{12} سره يو مرکب جوړوي. کله چي هوا ديوه ژوندي اورګانيزم له خوا تنفس شي نو دبدن په حجروکي يي دکاربون دواړه ايزوټوپونه په يوه ثابت تناسب سره موجودوي. کله چي يو اورګانيزم ومري نودهغي سره سم دهوا کاربون هم اضافه نه شي تنفس کولای. خو په اورګانيزم کي دراديواکتيو کاربون برخه دوخت په تيريدلو سره تجزيه کيږي. کله چي دراديواکتيو کاربون اندازه د اورګانيزم په يوګرام ماده کي تر لاسه کړو نو کولای شو چي ددغه اورګانيزم د پيدايښت نيټه وټاکو.

که فرض کړو چي يوه لرغوني مجسمه چي دوني لرګي څخه جوړه وي تر نظر لاندې ونيساو کله چي دغه ونه زړه شي او ومري نو وروسته له هغه دواړه ډوله کا ربون د ځان په حجرو کي نه شي جذب کولای . نوددي نيټي څخه وروسته دراديو اکتيو کاربون برخه C-14 دوخت په تابع سره اکسپونېنسيال کمښت مومي او د نه راديو اکتيو کاربون C-12 برخه ثابته اوپه خپل حال پاتي کيږي. ځرنګه چي نوموړي دواړه ايزوټوپونه داسي يو مرکب جوړوي چي په خپل منځ کي يو ثابت سليز تناسب لري نو کله چي ددغي وني د يوه تازه لرګي يوه ټا کلي نمونه د بېلګه په ډول لکه يوګرام راواخلو او د راديو اکتيو کاربون اکتيويتي يي اندازه کړواو بيا ديوه ګرام لرغوني مجسمي لرګي يو ګرام اکتيويتي اندازه کړونود نوموړو نمونو د راديو اکتيويتی د توپير څخه کولای شو چي د لرغوني مجسمي د عمر مخ وينه وکړو. دراديوکاربون طريقه په لرغون پوهنه (Archaeology)، جيا لوجي، بيالوژي، طبابت، بيوفزيک او ګيوفزيک کي د شيانو د عمر معلو مولوپه موخه په کار اچول کيږي.

* **پوښتنه** : د لرګي په يوه لرغوني مجسمه کي ديوه کيلوګرام راديواکتيو کاربون C-14 اکتيويتي يو سلو اويا بيکاريل A(t) = 170 Bq/Kg carbon او ديو ه تازه اوهمدغه جنس لرګي لومړني وخت ديوه کيلو ګرام اکتيويتي A(0) = 230 Bq/Kg carbon اندازه شوه. د نوموړي مجسمي د عمر موده مالومه کړی؟



۱۳- شکل: دیوه کیلو ګرام تازه لرګي دکاربون عنصر اکتیویتي دوه سوه دیرش بیکاریل او دلرغوني مجسمي یو کیلو ګرام لرګي اکتیویتي یوسلواویا بیکاریل اندازه شوئ دی.

* **حل:** څرنګه چې په لومړي وخت کې د رادیو اکتیو او نه رادیو اکتیو کاربون تر منځ په سلیزه برخه کې یو ثابت تناسب موجودوه نو دهغه وخت نه راپدې خوا تر اوسه پورې دومره وخت تیرشوئ دی چې د تجزیې وخت t سره برابردی. نوموړئ وخت دنیمایی وخت $T_{1/2}$ په مرسته سره په لاندې ډول محاسبه کولای شو.

$$t = -\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) \times T_{1/2} \times 1{,}443$$

څرنګه چې درادیو اکتیو کاربون C-14 دتجزیې فزیکي نیمایي وخت پینځه ذره اوه سوه دیرش کاله (5730 a) دې نو لرو چې:

$$t = -\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) \times T_{1/2} \times 1{,}443 = -\ln\left(\frac{170\ Bq}{230\ Bq}\right) \times 5730\ a \times 1{,}443 = 2500 a$$

* **ځواب:** دلرغوني مجسمې دعمرموده لږ څه دوه زره پینځه سوه 2500 a کاله ده.

* **پوښتنه:** په یوه بڼ کې دوه کټ مټ یوشان نیالګي کینول شول چې د رادیو اکتیو او نه رادیو اکتیو کاربون کثافت یې په تازه حا لت کې سره یو برا بردی. که چیرته یو ددغو نیا لګیو څخه وچ شي نو د کا ربون تناسب یې سره توپیرکوي. که فرض کړو چې د لامده نیالګي په یوه ټاکلي نمونه کې د کاربون اندازه ځلورګرامه(4 g) اود وچ شوي لرګي په همغه کچه نمونه کې د کاربون اندازه درې عشاریه پینځه نوي ګرام (3,95 g) قیمت ولري نود وچ شوي لرګي د مړیني نیټه معلومه کړی؟

* **حل:**

* په لومړي وخت کې د کاربون اندازه $N_i = 4\ g$

* په اخير وخت t کې د کاربون اندازه $N_f = 3{,}95\ g$

* د راديو کاربون نيمايي وخت مساوي ده له: $T_{1/2} = 5730\ y$

.

کله چې پاسني قېمتونه په لاندنی معادله کې واچوو نو د وچ شوي لرګي د مړينې نيټه t ترلاسه کيږي.

$$N_f = N_i \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$3{,}95 = 4\,(1/2)^{t/5730}$$

کله چې د پورتنی معادلې لوګاريتم ونيسو نو لرو چې: $t = 5730 \ln(3{,}94/4)$

او دتيروخت لپاره لاندني موده لاس ته راځي. $t = 104 \quad years$

* **ځواب** : دوچ شوي نيالګي دمړينې موده يوسلو څلور کاله ده.

بيالوژيکي نيمايي وخت (Biological half life = T_{bio})

بيالوژيکي نيمايي وخت يا نيمايي عمر هغې مودې ته وايي چې په هغه کې ديوه بيالوژيکي اورګانيزم لکه د انسان بدن او څلورپښي ته دخوراک له لارې ورننوتلي راديواکتيو موادو اندازه د فزيکي او بيالوژيکي پروسو لکه مېتاباليزم، افراز او ترشح له لارې دلومړي وخت په پرتله نيمايي ته را ښکته شي او په پايله کې نيمايي په بدن کې پاتې شي او نيمايي د بدن څخه ووځي.

اغيزمن نيمايي وخت (Effective half life = T_{eff})

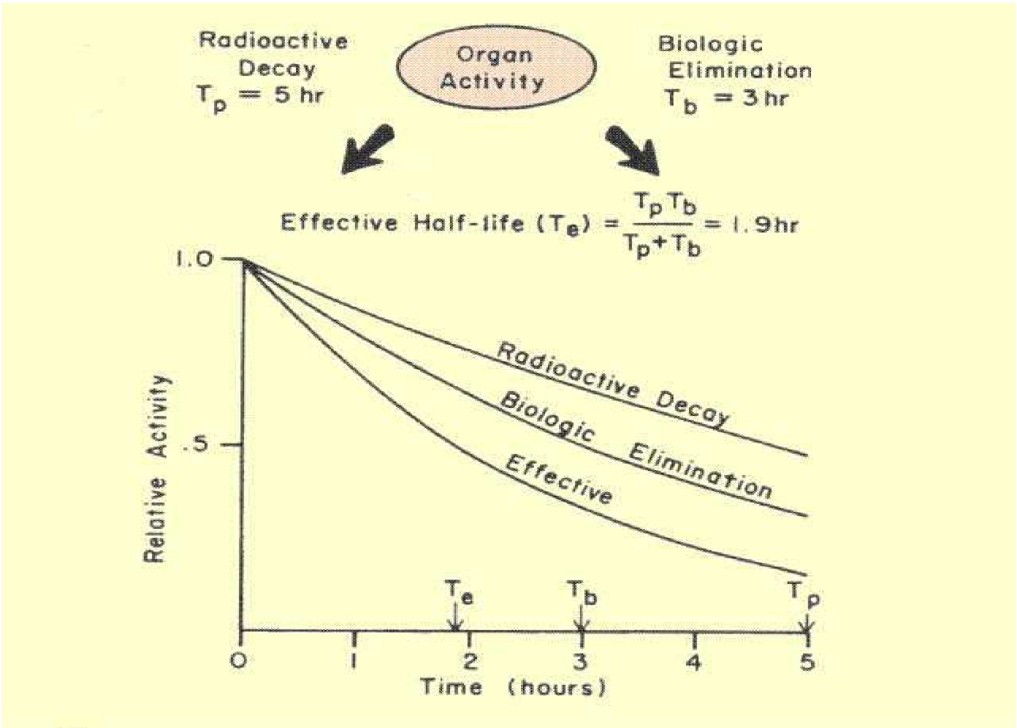
اغيزمن نيمايي وخت هغه وخت دي چې دهغه د تيريدلونه وروسته په بدن کې د يوراديواکتيو عنصراندازه د لومړي وخت په پرتله ديوې خوادفزيکي کړنلارې لکه راديو اکتيو تجزيه او دبلې خوا دبدن څخه د بيالوژيکي پروسولکه افراز او ترشح له لارې نيمايي ته راولويږي. اغيزمن نيمايي وخت په هستوي طب کې ديوه غږي لکه تايرايد او يا پينتورګي دانرژي ډوزد اټکلو او دنومورو غړو د کارکولوپه هکله مالومات تر لاسه کول يو ډير غوره اوګټور کميت ګڼل کيږي. دنومړو دريونيمايي وختونو ياني بيالوژيکي T_{bio}، فزيکي T_{phys} او اغيزمن نيمايي وخت T_{eff} تر منځ لاندنی اړيکې اعتبار لري.

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{biol}} \oplus \frac{1}{T_{phys}}$$

دپاسنی معادلي څخه اغيزمن نيمايي وخت T_{eff} په لاندې ډول لاس ته راوړو:

$$T_{eff} = \frac{T_{biol} \times T_{phys}}{T_{bio\,l} \oplus T_{phys}}$$

بيالوژيکي نيمايي وخت درى ساعته	دبدن يو غړى	فزيکي نيمايي وخت پينځه ساعته



۱٤ـ شکل: د بدن په يوه غړي کې ديوه راديو اکتيو عنصر د نسبي اکتيويتي کمښت د اغيزمن نيماي وخت T_{eff}، فزيکي نيمايي وخت T_p او بيالوژيکي نيمايي T_b وخت په تابع سره ښودل شوئ دی. د بېلګه په ډول که چيرته يو راديواکتيو عنصر بدن ته دناروغی دپيژندلو په موخه پيچکاري شي چې بيالوژيکي نيمايي وخت يې درى ساعته او فزيکي نيمايي وخت يې پينځه ساعته وي نو اغيزمن نيمايي وخت يې لږ څه دوه ساعته دی . دا په دې مانا چې دنوموړئ وخت څخه وروسته په بدن کې دلومړي وخت نيمايي اکتيويتي پاتې کيږي. (37)

* **بېلګه:** دتايرايد غدې دناروغۍ دتشخيص په موخه يوه ناروغ ته د راديواکتيو ا يودېن J-131لس ميګا بيکارل 10 MBq اکتيويتی په رګونوکې ور پيچکاري شول. د نوموړئ راديو اکتيو عنصر فزيکي نيمايي وخت اته ورځې 8d او بيالوژيکي نيمايي وخت اتيا ورځې 80d قيمت لري.

* **پوښتنه:** داغيزمن نيمايي وخت موده څومره ورځې (d= day) ده؟

$$T_{eff} = \frac{80 \times 8}{80 \oplus 8} = 7{,}27\ d$$

* **ځواب**: اغيزمن نيمايي وخت لږ څه اوه ورځې دی.

اغيزمن نيمايي وخت	بيالوژيکي نيمايي وخت	فزيکي نيمايي وخت	راديو نکليد
13,99 لږ څه څوارلس کاله	14 څوارلس کاله	4500000000 څلورنيم مليارده کاله	Uranium-238 په هډوکو کې
49,9 کالونه	50 کاله	24110 کاله	Plutonium-239 په هډوکوکې
109 ورځې	110ورځې	30,2 کاله	Caesium-137 غړوکې جذب کيږي
96 ورځې	110 ورځې	2,1 کاله	Caesium-134 غړوکې جذب کيږي
7,3 ورځې	80 ورځې	8 ورځې	Iod-131 تايريد غده کې جذب کيږی

۱۲ - جدول: دځينو راديواکتيو عنصرونولپاره چې د بدن په غړو کې په لوړه کچه جذب کيږي د فزيکي نيمايي وخت، بيالوژيکي نيمايي وخت او اغيزمن نيمايي وخت شميرنه ښودل شوې ده.

(1) په هډوکوکې ديورانيم U^{238} بيالوژيکي نيمايي وخت څوارلس کاله دی (14 years)
(2) ديورانيم U^{238} فزيکي نيمايي وخت څلورنيم مليارده کاله دی (4500000000 years)
(3) د يورانيوم U^{238} اغيزمن نيمايي وخت لږڅه څوارلس کاله دی

☜ **پايله** : که ديوې سيمې چاپېريال په يورانيم ککړشي نو تر زرګونو کالونو پورې به نوموړې سيمه د اوسيدلووړ نه وي. داځکه چې دنوموړي عنصراکتيويتي د څلورنيم مليارده کالو څخه وروسته بيا هم نيمايي راديو اکتيواتومونه لري اوله دې کبله چاپېريال په راديو اکتيويورانيم ککړ پاتې کيږي.

* **بېلګه:** په يوه ناروغ کې دتايرايد اډينوم (Adenom cancer) سرطان وپيژندل شو او ددرملني په موخه هغه ته دراديواکتيوايوډ ينJ-131 نهه سوه شپيته ميګا بيکارل A = 960 MBq اکتيويتی د ګوليو په شکل ورکول کيږي . دسوديم ايوديد ديډکتور (NaI-detector) په مر سته داندازه کولو په پايله کې ثابته شوه چې دنومړي اکتيويتي څخه په تايرايد کې يوازې اته ويشت په سل کې S = (28%) ذخيره شوئدی.

* **پوښتنه:** که چيرته دتايرايد اډېنوم سرطان کتله نونس ګرامه $m_{Th} = 19\ g$ اود ايوډين راديوايزوټوپ اغيزمن نيمايي وخت اوه ورځی قيمت ولري ($T_{eff} = 7\ d$) نو په تايرايد کې د بېټا وړانګوجذب شوې انرژي D معلومه کړی؟

* **حل:** د ايوډين انرژي طيف څخه څرګنديږي چې د بېټا وړانګو منځنی خپرېدونکي انرژي E =0,183MeV قيمت لري نوپه تايرايد کې دجذب شوې انرژي ډوز D[Gy] په واحد دګرې د لاندني فرمول په مر سته سره تر لاسه کولا ی شو.

$$D = \frac{1}{m_{Th}}\left(S.A.E.\frac{T_{eff}}{\ln 2}\right)$$

$m_{Th} = 19\ g = 0{,}019\ Kg$	د تايرايد سرطان کتله
S = 28 %	په تايرايد کې جزب شوې اکتيويتي
0,183 MeV	د بېټا وړانګو منځنی انرژي
960 MBq	د درملني په موخه ټاکل شوې ايوډين اکتيويتي
$1{,}602\times10^{-19}$ Joule = 1 eV	ديو ژول اوالکترون ولټ تر منځ اړيکي
Ln 2 = 0,693	ددوو طبيعي لوګارېتم مساوي ده له:
d = 86400 s	يوه ورځ مساوي ده له شپږ اتيا ذره او څلورسوه ثانيې

کله چې پورتني قيمتونه په معادله کې واچوونو لرو چې :

$$D[Gy] = \frac{1}{0{,}019Kg}\left(0{,}28\times960MBq\times0{,}183MeV\times1{,}602\times10^{-19}\frac{J}{eV}\times86400\frac{s}{d}\times.\frac{7d}{0{,}693}\right) = 361\ Gy$$

* **ځواب:** ددرملني په موخه د اووورځو په موده کې تايرايد ته درې سوه يو شپيته ګرې (361 Gy) انرژي ډوز رسيږي.

بیالوژیکي نیمایي وخت	فزیکي نیمایي وخت	ذخیره کوونکی غړی	رادیونکلید
10 ورځې	12,3 کاله	دبدن په اوبو کې	Tritium (H 3) تریسیم
40 ورځې	5730 کاله	دبدن په وازده کې	Carbon 14 (C 14) کاربون
30 ورځې	1,28 × 10^{9} کاله	عضلات	Potassium 40 (K 40) پوتاشیم
50 کاله	28,6 کاله	هډوکي	Strontium 90 (Sr 90) ستړونسیم
80 ورځې	8,02 ورځې	دتایراد غده	Jod 131 (J 131) ایوډین
110 ورځې (په نارینه کې)، 65 ورځې (ښځوکې)	30,2 کاله	عظلاتو کې	Cäsium 137 (Cs 137) سیزیم
23 کاله	1600 کاله	سکېلیت	Radium 226 (Ra 226) رادیم
دوه کاله په ینه او شل کاله په هډوکوکې	1,4 × 10^{10} کاله	په ینه او هډوکوکې	Thorium 232 (Th 232) توریم
14 کاله دهډوکو په پوستکې کې	4,5 × 10^{9} کاله	په پښتورګو او هډوکو کې	Uran 238 (U 238) یورانیم
20 کاله په ینه کې، 50 کاله دهډوکوپه پوستکې کې	2,4 × 10^{4} کاله	په ینه او هډوکوکې	Plutonium 239 (Pu 239) پلوتونیم

۱۳- جدول: دیو لړ مهمورادیو اکتیو ایزوتوپونو فزیکي او بیالوژیکي نیمایي وخت او همدارنګه داچې د بدن په کوم یوه غړي کې ډېر جذب کیږي ښودل شوئدي. دبېلګې په ډول پلوتونیم په ډېره خوښی سره د هډوکو په پوستکي کې جذب کیږي او د پینځوس کالو څخه وروسته یې نیمایي برخه په هډوکو کې پاتې کیږي او نیمایي برخه یې د بدن څخه وځي.

☑ **دپام وړ:** کله چې بدن ته دسیماب زهرجن مواد ننوځي نوپه لوړه کچه په ماغزو کې جذب کیږي. دنوموړي ډېر زهرجن عنصر بیالوژیکي نیمایي وخت په ماغزوکي لرڅه اتلس کاله دی. دا په دې مانا چې د اتلسوکالونوڅخه وروسته دنوموړي عنصر نیمایي برخه لا هم په ماغزو کې پاتې ده او نیمایي برخه یې د بدن څخه وتلې ده.

پوښتنې(Questions) :

۱-٤ دراديو اکتيويتي تعريف څه دی؟

۲-٤ دراديواکتيويتي واحد څه دی ؟

۳-٤ دوړانګو بيالوژيکي اغيزې دراديواکتيو هستې په کوموخواصوپورې اړه لري؟

٤-٤ دطبيعي يورانيوم فزيکي نيما يی وخت څوکاله دی؟

٥-٤ دهغه اتوم دکتلې نمبر اواتومي نمبر وښيی کوم چې ديورانيوم دوه سوه څلورد ديرش U-234 په کړنلاره کې منځ ته راځي؟

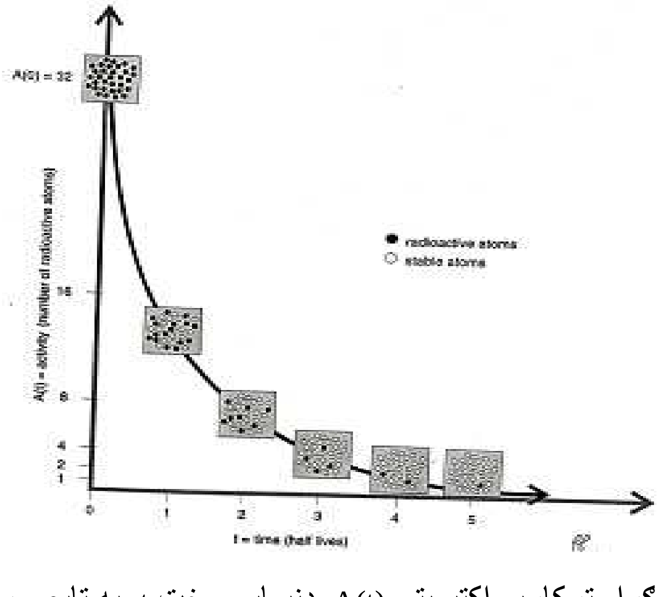
٦-٤ ديوه راديواکتيو عنصر دنيما يي عمرشميرمالوم کړی کله چې ددغه عنصر اکتيويتي په خپل وارسره پنځوس په سل، لس په سل اويوپه سل دلومړي اکتيويتي په پرتله راوالويږي؟

٧-٤ په ١٩٧٥ کال کې دکوبالټ شپيته يوګرام راديواکتيوسرچينه Co-60 دعلي اباد په روغتون کې دسرطان ناروغيوپه موخه په کاروانچول شوه.

الف: دنومورې سرچينې راديواکتيويتي په اوسني کال ٢٠٠٧ م کال کی څومره ده

ب: دکوبالټ سرچينې وزن اوس هم يوګرام دی او که نه؟

٨-٤ ديوې زراعتي ځمکې يو کيلو ګرام ترکاريو راديو اکتيويتي A(t) اندازه شو او د هستو شميرې دوه ديرش وټاکل شوچې په لاندني شکل کې دنيمايي وخت t په تابع سره په تورو ټکو ښودل شوئ دي . دڅومره نيمايي وخت څخه وروسته د ترکاريو اکتيويتي صفر ته رالويږي تر څوبې له انديښنې دخوراک وړ وګرځي



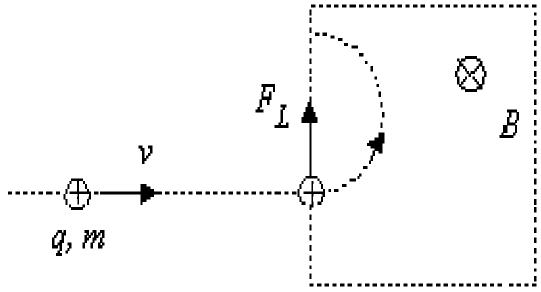
۱٤ - الف شکل: ديوکيلو ګرام ترکاريو اکتيويتي A(t) دنيمايي وخت t په تابع سره ښودل شوې دی.

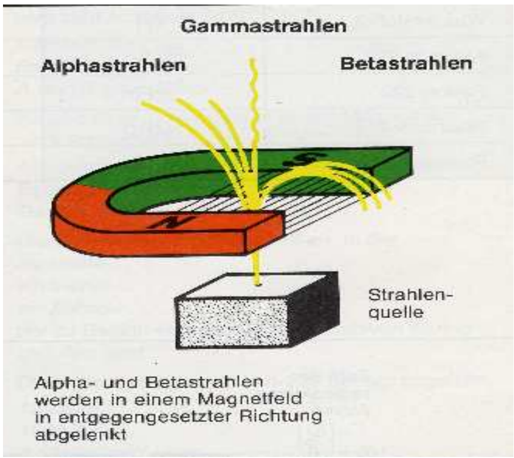
پینځم څپرکی

وړانګې (Radiation)

په ۱۸۹۸ م کال کې يو انګريز فزيک پوه (E. Ruherford) دتجربو په بنسټ رابرسيره کړه چې دهستوي تعاملاتو په ترځ کې درې ډوله وړانګې خپريږي. نوموړي کارپوه دغه وړانګې د الفاوړانګې، بېټا وړانګې اوګاما وړانګې په نوم يادي کړې. نوموړې وړانګې دځينوراديو اکټيوعنصرونو څخه هم خپريږي او په يوه مقناطيسي ساحه کې دخپل سمت او خوا څخه کږيږي.

په ۱۵ـ شکل کې دنوموړو هستوي وړانګودغه ډول خواص ښودل شوي دی.





۱۵ـ شکل: ديوې راديواکټيو سرچينې څخه دالفا، بيټا اوګاما وړانګې پورته خواته خپريږي اوهلته د يوې مقناطيسي ساحې څخه تيريږي. نوموړي وړانګې په مقنا طيسي ساحه کې داسې ډول تر اغيزې لاندې راځي چې دالفا او بيټا وړانګې ديوه بل مخالف سمت ته کږيږي اود ګاما وړانګې خپل سمت ساتي اومخامخ ځي. د بيلګې په ډول په نوموړي شکل کې دالفا وړانګې کيڼ خواته او د بيټا وړانګې ښي خواته خپل سمت کږوي(31). څرنګه چې بيټا وړانګې د الکترونوڅخه جوړې دي اوکتله يې د الفاذرو په پرتله ډيره کوچنۍ ده نوله دې کبله په مقناطيسي ساحه کې خپل سمت څخه ډيرې کږيږي. که د الفا ذرې کتله په m_α بريښنايز چارج په Q ، سرعت يې په υ=15000 km/s اود مقناطيسي ساحې شدت په B اود سمت کوږوالي شعاع په r سره وښيو نو د الفا وړانګې کتلې د لاندني فرمول څخه تر لاسه کولای شو.

$$m_\alpha = Q\ B\ r\ /\ \upsilon = 6{,}644\times10^{-27}\ kg$$

دالفا ذرې کتله لږ څه اوه ضرب دلس په طاقت د منفي اوه ويشت کيلوګرام قيمت لري.

* **بېلګه**: کله چې دالفا وړانګې دکلوډ چېمبر(Cloud chamber) په نامه يوې آلې ته ورننوځي نو دهغوی د خط السير ياني د پله لاره ديوه مايکروسکوپ په مرسته سره په سترګو ليدل کيږي. دا ځکه چې نوموړې وړانګې د هوا لکه نايتروجن اتومونه ايونايزکوي او دغه ايونونه ديوه ځاځکي په بڼه ليدل کيږی او له دې کبله د شميرلو وړګرځي. څرنګه چې دهوا نايتروجن اتوم ايونايزيشن انرژي لږ څه شپاړس الکترون ولټ قيمت لري (15,6 eV) نو دځاځکو د شمير څخه دالفا وړانګې انرژي په لاندې ډول ترلاسه کولای شو.

* **حل**: که ومنو چې په کلوډ چمبر کې دالفا وړانګو د واټن پله لاره څلور سانتي متر اندازه شوې وي اوپه نوموړي واټن کې د ځاځکو شمير شپيته زره وګڼل شي 60 000 drops نو دالفا وړانګو انرژي (E_α) مساوي ده له:

$$E_\alpha = 4cm \times \frac{60000}{cm} \times 15{,}8eV = 3{,}79MeV$$

* **ځواب**: دالفا يوې ذرې انرژي لږ څه څلورميکا الکترون ولټ قيمت لري

په فزيک کې وړانګې (Radiation) هغې کړنلارې ته ويل کيږي چې ديوې سرچينې څخه انرژي د څپو او يا بخرکو په بڼه خپريږي . دا په دې مانا چې وړانګې دانرژي يوځانګړی شکل تشکيلوي اودانرژي په تراو په دوه ډوله ويشل شوې دي. لومړی ايونايزکوونکي وړانګې او دويم نه ايونايزکوونکي وړانګې.

وړانګې (Radiation)

- وړانګې د انرژي يوه بڼه ده چې په فضا کې د څپواو يا ذرويه ډول خپريږي.الکترومقناطيسي وړانګې لکه رڼا،راديوڅپې،مايکروڅپې،ايکس وړانګې، ګاماوړانګې،قرمزلاندې وړانګې،ماورای بنفش وړانګې. نوموړې وړانګې دنورپه سرعت سره خپريږي.
- دپارتيکل يا بخرکووړانګې لکه الفا ذره، بيتا ذره، نيوترون،پروتون، نيوترون او درانده ايونونه دي.

- **ايونايزکوونکې وړانګې :** د بيلګې په ډول لوړ انرژي الکترومقناطيسي څپې لکه فوتونونه، ګاما وړانګې، اکسريزاو يا هستوي ذرې (Particles) لکه ګړندي الکترونه، پروتونه، الفا ذره اونور . څرنګه چې د نوموړووړانګو انرژي لوړه ده نو کله چې ديوې مادې څخه تيريږي نوپه دې ترڅ کې ددغې مادې داتومونو سره غبرګون کوي اواتومونه اويا مالېکولونه ايونايزکوي. په پايله کې مثبت اومنفي بريښنايز چارج شوي ايونونه منځ ته راځي.

نه ایونایزکوونکي وړانګي: څرنګه چي دنومړو وړانګو انرژی دومره پوره لوړه نه ده چي دیوې مادې اتومونوڅخه الکترونه راوباسي او دایونایزیشن سبب(لامل) وګرزي نو له دې کبله ورته نه ایونایزکوونکي وړانګي ویل کیږی. د بېلګه په ډول لکه: رادیو څپې، مایکروڅپې، د تودوخي وړانګې، دنوروړانګي او ماورای بنفش وړانګي اوداسې نور.

څر نګه چي دیوې مادې داتومونوسره دوړانګوغبرګون دهغوې په رادیو فزیکي خواصولکه انژي، بریښنایزچارج، کتله اوداسې نورو پورې اړه لري نو له دې کبله وړانګي په دوه ډوله ویشل کیږي.

لومړی: د فوتون وړانګي (Photon radiation)

الکترو مقناطیسي وړانګي دوه ډوله خواص لري چي کله دیوې څپې بڼه اوکله د یوه بڅرکي یاني ذرې بڼه ځانته غوره کوي. د فوتون وړانګي الکترومقناطیسي څپې دي چي دداسو وړو ذرو څخه جوړې دي چي نه بریښنایز چارج لري او نه د سکون کتله لري. دبېلګه په ډول لکه داکسریز، ګاما وړانګي، کیهاني وړانګي، ماوراي بنفش وړانګي، درڼا یانوروړانګي، دتودوخي وړانګي او درادیو او تلویزیون وړانګي.

دویم: د بڅرکووړانګي (Particles radiation)

نومړې وړانګي د کوچنیو ذرو څخه جوړې دي چي د سکون کتله لري خو ځیني یې بریښنایز چارج هم لري. د بېلګه په ډول لکه الکترونه، پروتونه، دویترونونه، الفا ذرې، درانده ایونونه او پیونونه (Pions). دذروهغه وړانګي چي بریښنایز چارج نه لری یاني خنثی دي دنیوترونو او پي میزونو (π-Mesones) په نامه سره یادیږي.

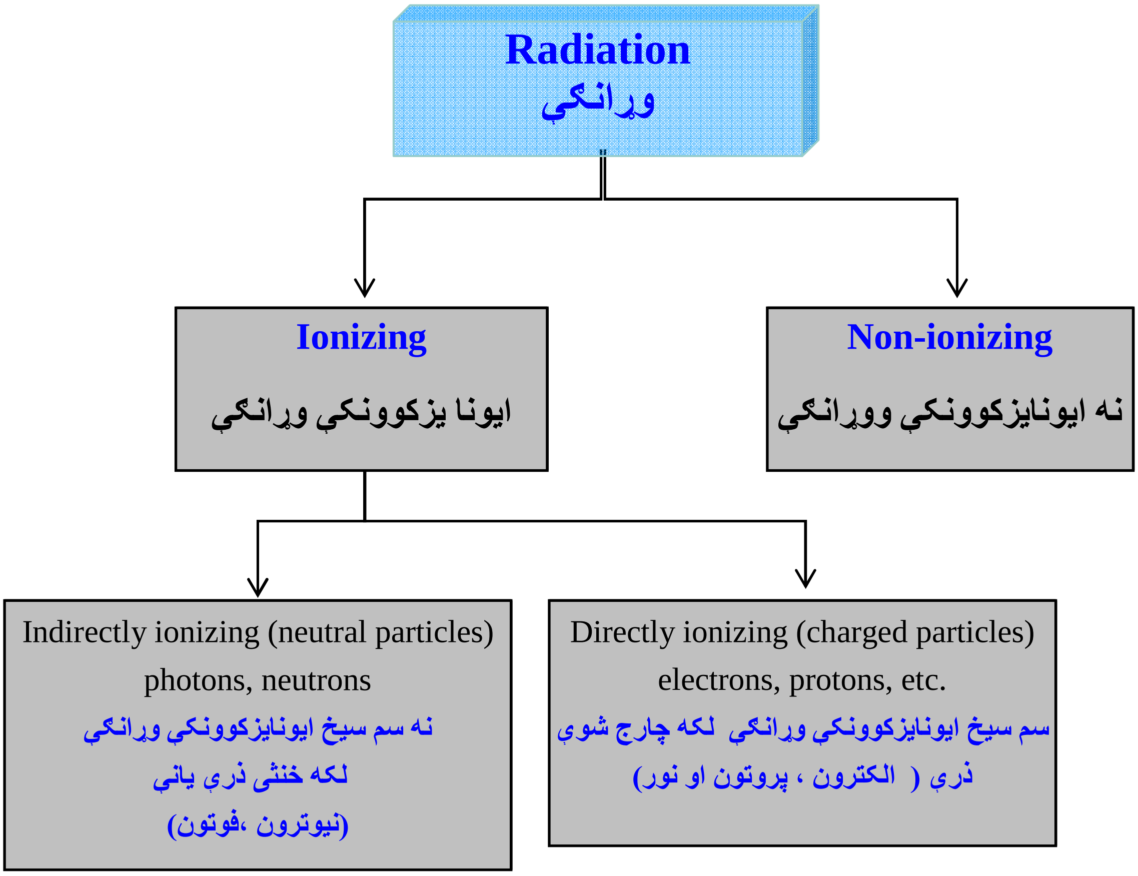
دذرووړانګي او دفوتون وړانګي دیوې مادې سره دهغوی د غبرګون په تراولکه ایونایزیشن یو ځل بیا په دوه برخو یاني سم سیخ او نه سم سیخ ایونایز کوونکي وړانګي ویشل کیږي چي په ۱٤جدول کي ښودل شوې دي.

سم سیخ ایونایزکوونکي وړانګي

دهغووړانګو څخه عبارت دی چي هغوې خپله انرژي دتګ لارې په اوږدو کي سم سیخ دیوې مادې اتومونو ته انتقال کوي. نومړې وړانګي کولای شي چي د یوې مادې داتوم څخه الکترونه راوباسي او هغه په ایون واړوي (ایونایزیشن). د بېلګه په ډول لکه الکترونه، پروتونه، دویترونونه، الفا وړانګي، درانده ایونونه او پیونونه

نه سم سیخ ایونایز کوونکي وړانګي

نومړې وړانګي پخپله بریښنایزچارج نه لري یاني خنثی ذرې دي خو کله چي د مادې سره و لګیږي او بیا دیوه اتوم څخه جذب شي نو په لومړي پړاوکي یوه چارج شوې ذره منځ ته راځي چي دغه ذره بیا په خپل وارسره کولای شي چي خپله انرژي دمادې اتومونوته انتقال او دایونایزکولو کړنلاره تر سره کړي. نه سم سیخ ایونایزکوونکي وړانګي لکه خنثی ذرې یاني (نیوترون ،فوتون، پي میزون)

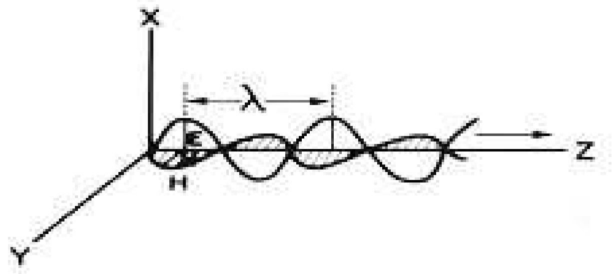


۱٦- شکل: په پورتني ګراف کې د سم سیخ ایونایزکوونکو او نه سم سیخ ایونایزکوونکووړانګو ویشتوب ښودل شوی ده .(28)

الکترو مقناطیسي وړانګي (Electromagnetic radiation)

الکترومقناطیسي وړانګي داسي څپې دي چې په خپل سر په فضا کې د نور په سرعت سره خپریږي .نوموړي وړانګي دیوه بریښنا یزڅپې E اویو مقناطیسي څپې H څخه جوړې دي چې دواړوڅپو د فا ززاویه (Phase angle) سره یوشان ده . د نوموړو څپو بریښنایزسا حې شد ت (E) او مقناطیسي ساحې شدت (H) یو پر بل باندې عمود ولاړ دي او تر یوې قا یمې زاویې لاندې اهتزاز کوي.

په ۱۷ شکل کې د الکترو مقناطیسي څپو د خپریدلوسمتZ ، بریښنایز ساحه E ، مقناطیسي ساحه H او د څپو اوږدوالي λ ښودل شوئ دی. دالکترومقناطیسي وړانګو طیف یوه غوره برخه دګاما وړانګي تشکیلوي .که څه هم نوموړي وړانګي دالفا او الکترون په شان د بڅرکو یاني ذروڅخه جوړې نه دي خوبیا هم فزیکي تجربو وښودله چې د ذرویه خیرخواص ښیي. دبیلګي په ډول کله چې ګاما وړانګي یوې مادي سره غبرګون وکړي نودهغوی یوه ټاکلې کچه او اندازه انرژي دمادې اتومونوڅخه جذب کیږي. دګاما وړانګونوموړي خواص څخه داسې پریکړه کولای شو چې ګاما وړانګي د یوډول انرژي پاکټونو(Energy pakets)، انرژي واحدونو اویا په بل عبارت د انرژي غونډواروڅخه جوړې دي چې د ګاما کوانت او یا فوتون Gamma quant = photon په نامه سره یادیږي.



۱۷ـ شکل: د الکترومقناطیسي څپو د حرکت سمت د Z په افقي محور سره ښودل شوئ دی چې د څپو اوږدوالی يي لمبدا λ او بريښنا يز ساحه يي E اومقناطيسي ساحه يي H يو پر بل باند ي عمود ولاړدي. (25)

د الکترومقناطيسي وړانګو طيف دلاندو څپو څخه جوړدی:

- اوږدې څپې، منځنۍ څپې، لنډې څپې، دلنډې څپو نه هغه خواته لکه دراديو اوتلويزيون څپې، دتودوخي وړانګې، دنور وړانګې، دبنفش نه هغه خواته وړانګې، داکسريز يا رونتګن وړانګې او دګاما وړانګې يا لوړانرژي ا کسريز (X-Ray) ، کيهاني وړانګې

الکترومقناطيسي وړانګې په فضا کې د نور په سرعت خپريږي چې دري سوه ذره کيلومتر ه په يوه ثانيه کې قيمت لري(300 000 km/s). هغه الکترومقناطيسي وړانګې چې په سترګو ليدل کيدای شي د څپو برخه يي د څلورسوه نانو(400 nm) مترڅخه تر اووه سوه نانو متره(700 nm) پورې رسيږي. دنوموړو څپو سرعت (C) د څپو اهتزاز (υ) او د څپو اوږدوالي (λ) دحاصل ضرب سره مساوي دی. دنوموړو فزيکي کميتونو تر منځ لاندنی اړيکي شته دي.

دالکترومقناطيسي وړانګو سرعت = دڅپو اوږدوالی ضرب دڅپو اهتزاز

$$c = \lambda \times \upsilon$$

اهتزاز = دنورسرعت تقسيم د څپو په اوږدوالی

$$\upsilon = c / \lambda$$

دڅپو اوږدوالی = دنورسرعت تقسيم په اهتزاز

$$\lambda = c / \upsilon$$

دنور سرعت دطبيعت يوه ثابته ده او قيمت يي لږڅه دری سوه زره کيلومتره په ثانيه کې دی.

$$c = 3 \times 10^{8}\ ms^{-1}$$

* **پوښتنه**: د نور شين رنګه څپې اوږدوالی په هوا کې پینځه سوه نانومتر (500 nm) قیمت لري. دنوموړې څپې فریکونس یا اهتزاز معلوم کړی.؟

* **حل**: اهتزاز = دنورسرعت تقسیم د څپو په اوږدوالی

$$\nu = \frac{3\times10^{8}ms^{-1}}{500nm} = \frac{3\times10^{8}ms^{-1}}{500\times10^{-9}m} = 6\times10^{14}s^{-1} = 6\times10^{14}Hz$$

* **ځواب**: شپږ سوه بیلیونه حرڅ

دفوتون یا په بل عبارت د یوه کوانت انرژي E کولای شو چې په لاندې ډول تر لاسه کړو.

> دفوتون انرژي = دفوتون اهتزازضرب د پلانک ثابته
>
> **E = υ × h**
>
> دپلانک ثابته مساوي ده له: h = 6,63 x 10^{-34} Joule . Sec

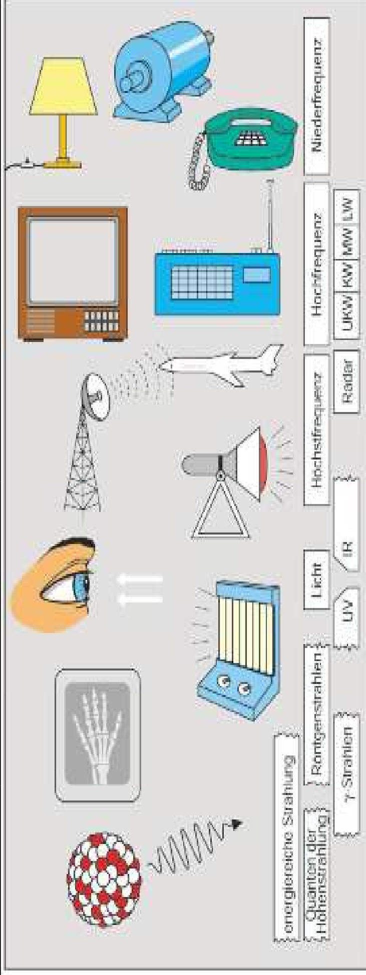
* **پوښتنه** : دیوه فوتون انرژي محاسبه کړی کوم چې د یوې اکسریز(X-Ray) آلې څخه خپرېږي او دڅپو اوږدوالی یې لس پیکو متر ($10\ pm = 10\times10^{-12}m$) قیمت لري.

* **حل**: دفوتون انرژي مساوي ده له: E = υ × h

$$E = h\frac{c}{\lambda} = \frac{6,63\times10^{-34}\,Js\times3\times10^{8}ms^{-1}}{10\times10^{-12}m} = 1,989\times10^{-14}J$$

* **ځواب** : دفوتون انرژي لږ څه $2\times10^{-14}J$ قیمت لري.

> که چیرته دفوتون انرژي E په واحد کیلو الکترون ولټ اویا الکترون ولټ او دڅپواوږدوالي λ په خپل وار سره په واحد پیکو متر یاني $1pm = 10^{-12}m$ او یا نانو متر سره وښیو نو دهغوې تر منځ لاندنۍ اړیکې لا س ته راځي چې دشمیرنې د اسانتیا په اړوند مهم رول لوبوي
>
> $$E = \frac{1240\quad keV\ \times10^{-12}\,m}{\lambda} = \frac{1240\quad eV\ \times nm}{\lambda}$$



دوړانګو ډول Strahlenart	فریکونس (یوپه ثانیه) Frequenz in s^{-1}	دڅپو اوږدوالی Wellenlänge in m	انرژي په واحد د الکترون ولټ اوژول Energie in eV	Energie in J	
	$3 \cdot 10^{0}$	10^{8}	$1,24 \cdot 10^{-14}$	$1,99 \cdot 10^{-33}$	دټیټ فریکونس برخه
	$3 \cdot 10^{1}$	10^{7}	$1,24 \cdot 10^{-13}$	$1,99 \cdot 10^{-32}$	
	$3 \cdot 10^{2}$	10^{6}	$1,24 \cdot 10^{-12}$	$1,99 \cdot 10^{-31}$	
	$3 \cdot 10^{3}$	10^{5}	$1,24 \cdot 10^{-11}$	$1,99 \cdot 10^{-30}$	
	$3 \cdot 10^{4}$	10^{4}	$1,24 \cdot 10^{-10}$	$1,99 \cdot 10^{-29}$	
	$3 \cdot 10^{5}$	10^{3}	$1,24 \cdot 10^{-9}$	$1,99 \cdot 10^{-28}$	د لوړ فریکوېنس برخه
	$3 \cdot 10^{6}$	10^{2}	$1,24 \cdot 10^{-8}$	$1,99 \cdot 10^{-27}$	
	$3 \cdot 10^{7}$	10	$1,24 \cdot 10^{-7}$	$1,99 \cdot 10^{-26}$	
	$3 \cdot 10^{8}$	1	$1,24 \cdot 10^{-6}$	$1,99 \cdot 10^{-25}$	
	$3 \cdot 10^{9}$	10^{-1}	$1,24 \cdot 10^{-5}$	$1,99 \cdot 10^{-24}$	رادار
	$3 \cdot 10^{10}$	10^{-2}	$1,24 \cdot 10^{-4}$	$1,99 \cdot 10^{-23}$	
	$3 \cdot 10^{11}$	10^{-3}	$1,24 \cdot 10^{-3}$	$1,99 \cdot 10^{-22}$	د رڼا طیف
	$3 \cdot 10^{12}$	10^{-4}	$1,24 \cdot 10^{-2}$	$1,99 \cdot 10^{-21}$	
	$3 \cdot 10^{13}$	10^{-5}	$1,24 \cdot 10^{-1}$	$1,99 \cdot 10^{-20}$	
	$3 \cdot 10^{14}$	10^{-6}	$1,24 \cdot 10^{0}$	$1,99 \cdot 10^{-19}$	
	$3 \cdot 10^{15}$	10^{-7}	$1,24 \cdot 10^{1}$	$1,99 \cdot 10^{-18}$	
	$3 \cdot 10^{16}$	10^{-8}	$1,24 \cdot 10^{2}$	$1,99 \cdot 10^{-17}$	
	$3 \cdot 10^{17}$	10^{-9}	$1,24 \cdot 10^{3}$	$1,99 \cdot 10^{-16}$	اکسریز یا رونتګن وړانګي
	$3 \cdot 10^{18}$	10^{-10}	$1,24 \cdot 10^{4}$	$1,99 \cdot 10^{-15}$	
	$3 \cdot 10^{19}$	10^{-11}	$1,24 \cdot 10^{5}$	$1,99 \cdot 10^{-14}$	
	$3 \cdot 10^{20}$	10^{-12}	$1,24 \cdot 10^{6}$	$1,99 \cdot 10^{-13}$	
	$3 \cdot 10^{21}$	10^{-13}	$1,24 \cdot 10^{7}$	$1,99 \cdot 10^{-12}$	د ګاما او کیهاني وړانګي
	$3 \cdot 10^{22}$	10^{-14}	$1,24 \cdot 10^{8}$	$1,99 \cdot 10^{-11}$	
	$3 \cdot 10^{23}$	10^{-15}	$1,24 \cdot 10^{9}$	$1,99 \cdot 10^{-10}$	
	$3 \cdot 10^{24}$	10^{-16}	$1,24 \cdot 10^{10}$	$1,99 \cdot 10^{-9}$	

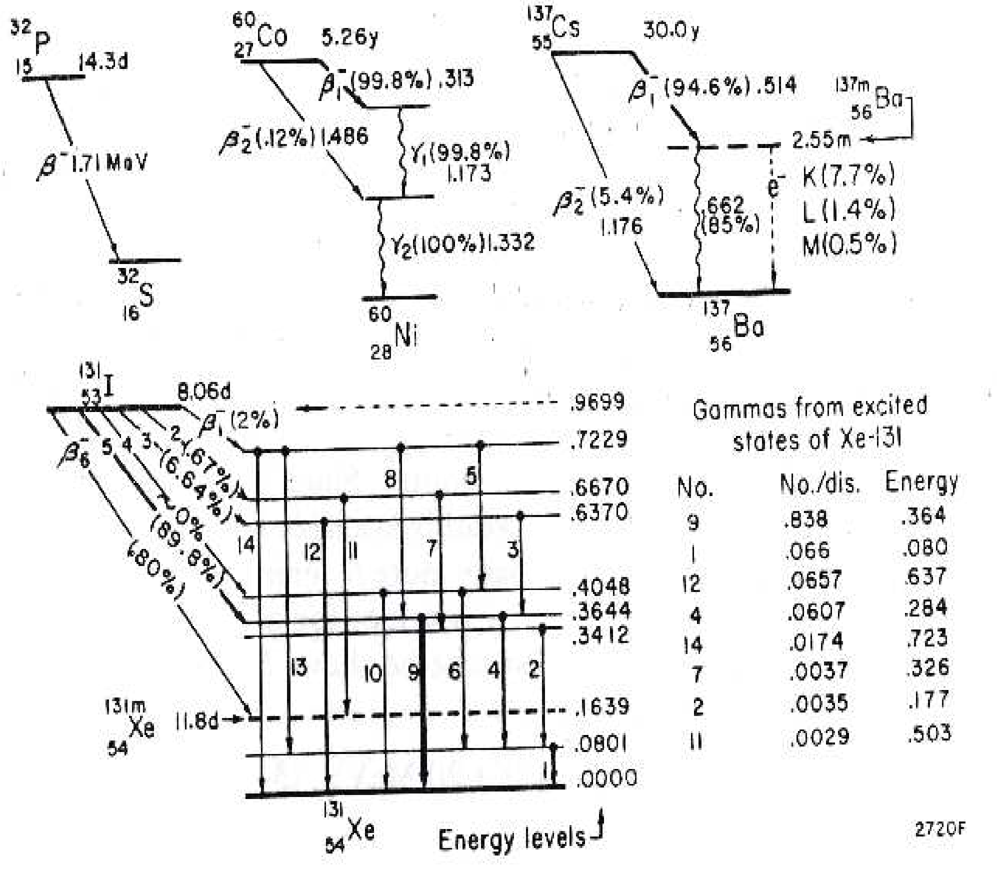
Quelle: Informationskreis KernEnergie

۱۸- شکل: دالکترو مقناطیسي وړانګو دانرژي، څپو او فریکونسي تر منځ اړوونکي اړیکي ښودل شوې دي. (31) دیو میګا الکترون ولټ (E =1 MeV) ګاما وړانګي څپواوږدوالي په لاندې ډول تر لاسه کوو.

λ = 1234 eV-nm / E	λ = 1234 eV-nm / 1 MeV
= 1234 eV-nm / 1 x 10^{6} eV	= 1.23 x 10^{-15} m
= 1.23 x 10^{-6} nm	= 1.23 fermi

(Nuclear radiation) هستوي وړانګې

هستوي وړانګې هغو وړانګوته ويل کيږي چې د اتوم يوې هستې څخه خپريږي. نوموړې وړانګې د يوه مصنوعي هستوي تعامل د چاودنې په کړنلاره کې منځ ته راځي اويا داچې د طبيعي راديو اکتيو هستود تجزيې په پايله کې تر لاسه کيږی. نوموړې وړانګې په يوناني تورو لکه الفا α، بيټا β اوګاما γ سره شوول کيږي. په ۱۹- شکل کې دځينو راديو نوکليدو لکه کوبالټ Co-60 سيزيم Cs-137 ، فوسفور P-32 او ايودين J-131 دتجزيې انرژي ترم (Energy therm) او يا په بله مانا انرژي شپيکترم (Energy spectrum) ښودل شوئ دی چې هستوي وړانګې خپروي.

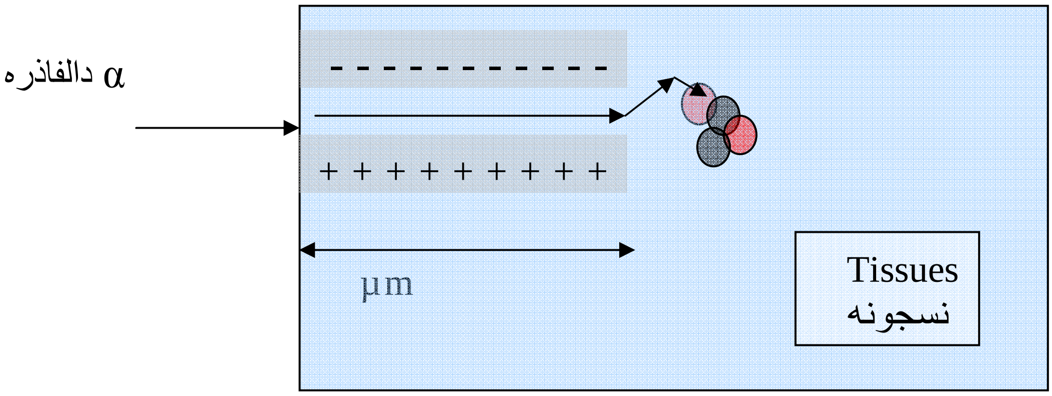


۱۹ـ شکل: په درمل پوهنه کې دځينومهمو راديواکتيو ايزوتوپولکه سيزيم (Cs-137) کوبالټ (Co-60) فوسفور(P-32) او ايوډين (I-131) د هستو تجزيې شپيکترم (Decay Shema) ښودل شوئ دی. څرنګه چې نوموړې هستې د تحريک (Excitation) په حالت کې شتون (قرار) لري نو د بيټا او ګاما انرژي په خپرولو سره خپله داړتيا نه ډيره (اضا فګي) انرژي په هغه وخت کې دلاسه ورکوي کله چې د هيجاني حالت (Excited state) څخه دانرژي په پرتله ترټولو يوه ټيټ لېول يا بنسټيز حالت ته (Ground state) ته راولويږي. په دغه تجزيه کې نوموړي عنصرونه په خپل وار سره په نورو ثابتو عنصرونولکه باريم Ba-137، نيکل Ni-60 ، سلفرS-32 اونجيبه غاز کسېنون Xe-131 باندې اوړي(15) .

دبېلګه په ډول د فوسفور (phosphorus = P-32) عنصر يوداسي راديو اکتيو عنصر دئ چي سوچه ياني سل په سل کي د بېټا β وړانګي خپروي او په پايله کي په سلفر S-32 ثابت عنصربانډي تجزيه کيږي ياني نور وړانګي نه خپروي. د فوسفور د نيمايي عمر وخت (Half life) لږ څه څوارلس ورځي (14,3d) او د بېټا وړانګو لوړه (اعظمي) انرژي يي لږڅه يوعشاريه اوه ميګا الکترون ولټه (1,71 MeV) قيمت لري. نوموړي حرکي انرژي دفوسفور دهرې يوې هستي دتجزيي په پايله کي منځ ته راځي چي د بېټا وړانګي او ديوې بلي هستوي ذرې ياني انتي نيوترينو (υ^- = Antineutrino) تر منځ ويشل کيږي . نن ورځ دفوسفورراديو اکتيو ايزوټوپ دناروغيو په درملنه او پيژندنه کي په خورا پراخه توګه ګټوراستعمال پيداکړی دی.

الفا وړانګي (Alpha rays)

دالفا وړانګي (α-rays) داسي هستوي وړانګي دي چي ديوې راديواکتيو هستي دتجزيي په پايله کي منځ ته راځي. نوموړي وړانګي د دوه نيوترونو او دوه پروتونو څخه جوړې دي اوله دی کبله د هيليم اتوم هستي سره يو شان دي (He^4 = α). دالفا وړانګي دهستي څخه په ډير لوړ سرعت خپريږي چي قيمت يي لږ څه پنځلس ذره کيلومتره په ثانيه کي دی (15000 km/s) ياني دنورسرعت شلمه برخه جوړوي. څرنګه چي دالفا وړانګي د هيليم هستي څخه جوړې دي نودالفا وړانګو په ځاې د الفا ذرې په نوم هم ياديږي. دالفا وړانګو دخپريدلوواټن (Range) په نسجونو کي يوازي څو مايکرو متر ته ر سيږي . په ۲۰- شکل کي د الفا وړانګو د خپريدلوواټن اود توليد شوواېونونو شميرپه نسجونو کي ښودل شوئ دی. هغه راديوايزوټوپونه چي دالفا وړانګي خپروي لکه: پولونيم Po-210، يورانيمU-238، رادون Radon-222امريسيم Amrecium- 241 اونور.



۲۰ – **شکل:** په نسجونو کي دالفا يوې ذرې د خپريدلوواټن (Range) دانرژي سره سم تر ځلويښتو مايکرومتروپورې رسيږي او د لارې په اوږدو کي مثبت او منفي چارجونه (Ion pairs) منځ ته راځي.

يادونه: مايکرو متر μm = Micrometer ديوه متر يو په مليونمه برخه ده چيپه لاندې ډول هم ليکل کيږي μm = 10^{-6} m

دالفا وړانګو دخپريدلوواټن (Range) په هواکي ديوسانتي متر څخه تر لږ څه شپږو سانتي متروپورې رسيږي. په ۲۰- الف شکل کي د الفا وړانګو د خپريدلوواټن اود توليد شوواېونونو شميرپه هواکي ښودل شوئ دی.

۲۰ـ الف شکل: په هواکې د الفا وړانګودخپریدلو واټن (Range) په افقي محوراو دتولید شوواېونوشمیر په واحد دسانتي متر په عمودي محور کې ښودل شوې دی(31).

نوموړې ګراف راښیې چې دالفا وړانګو دخپریدلوواټن د انرژي سره سم تړ او لري اوتر اوو سانتي متره پورې (7cm) رسیږي اوپه شپږ سانتي متر ه واټن کې د ایونایزیشن کړنلاره یو اعظمي قیمت ځانته اخلي. په نوموړي واټن کې د تولید شوواېونوشمیر په واحد دسانتي متر لږ څه اوو زرو (7000 ion pairs/cm) ته رسیږي. دبلې خوا دغه ګراف په ډاګه کوي چې د ایونایزیشن پروسه د واټن په اوږدوکې یو خطیز بڼه نه لري بلکه د پیل په برخه کې خطیز او بیا وروسته د لږ څه اکسپونینسیال تابع په شکل پورته ځي. دګراف دغه ډول کړنلاره د فزیک پوهني له مخې داسې تعبیرکولای شوچې ګنه په پیل کې دالفا وړانګو سرعت ډیروي او د مادې داتومونوسره دلږ وخت درلودلو له کبله دومره فزیکي غبرګون نه شي کولای . خو د خپریدلو واټن په اخیره برخه کې چې هلته یې د حرکي انرژي زیاته برخه با یللې ده او سرعت یې را ټیټ شوې دی نو د الفا وړانګې په کافي اندازه وخت لري چې دمادې داتومونو سره ډیرغبرګون وکړي. دالفا وړانګې داسې خواص لري چې دیوې پاڼې کاغذ اویا دبدن دپوستکي څخه نه شي تیریدلای.

دپام وړ: دالفا وړانګوسرچینوڅخه په تکنالوژي او صنعت کې هم کټه پورته کیږي. دبیلګې په ډول دلوګي اندازه کولوپه آله (Smoke warning device) کې دامریسیم Amrecium- 241 څخه کار اخیستل کیږي. کله چې لوګی نوموړې آلې ته ورننوځي نودامریسیم رادیو ایزوټوپ الفا وړانګې په لوګي ککړه هوا چې ثابت جریان ښیې دېخوا په پرتله لږ ایونایزکوي اوپه پایله کې دبریښنا جریان کچه کمیږي. نو کله چې په یوه پېښه کې اوربل شي او بیا نوموړې آلې ته لوګی ورسیږي نو دبریښنا دهد ایت قابلیت کمښت مومي او دخطرزیګنال لا مل ګرځي.

په فزیک کې هغه هستې چې د الفا وړانګې خپروي د الفا تجزیې (α- decay) په نامه سره یادیږي. دالفا په تجزیه کې دټرون Binding energy انرژي دنوروسپکونوکلیدوپه پر تله ډیرلوړ قیمت لري او لږ څه اته وینت میګا الکترون ولټ 28 MeV څخه اوړي. دا په دې مانا چې که وغواړو د هستې څخه دالفا یوذره راوباسو نود یوه نوکلیون لپاره اووه میګاالکترون ولټ انرژي(28 Mev/4 = 7 MeV) په کارده. او س به دځینو نامتواتومونویادونه وکړو چې دالفا وړانګې خپروي لکه پلوتونیم ، رادیم او یورانیوم او دهغوې په هستوي تعا ملونو باندې به رڼا واچوو.

دالفا تجزیه (α- decay) : که په X سره دیوه رادیو اکتیو اتوم هسته او په A داتوم کتلي نمبر اوپه Z داتوم نمبروښیو نودالفا تجزیي عمومي کړنلاره په لاندې ډول سره لیکلای شو:

$$ {}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{Y} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}(\alpha) $$

په دغه هستوي تجزیه کې ${}^{A}_{Z}X$ دوالدین یاني دموراو پلار (Parents) هسته ، ${}^{A-4}_{Z-2}A$ دلورهسته (Daughter nuclid) او ${}^{4}_{2}He(\alpha)$ دالفا ذرې په نامه سره یادیږي.

د بېلګه په ډول په لاند نی تجزیه کې پلوتونیم دوه سوه اته دیرش Pu^{238} هسته د الفا یوه ذره α(He) خپروي او دکتلي نمبر(A-4) یې دڅلورو په واحد او داتوم نمبر یې دوه‌په واحد (Z-2) را ښکته کیږي. هغه هسته چې منځ ته راځي دنوموړي عنصر د لورهستي په نامه سره یادیږی اوعبارت د یورانیوم دوه سوه څلور دیرش څخه دی.

$$ Pu^{238} \longrightarrow U^{234} + \alpha(He) $$

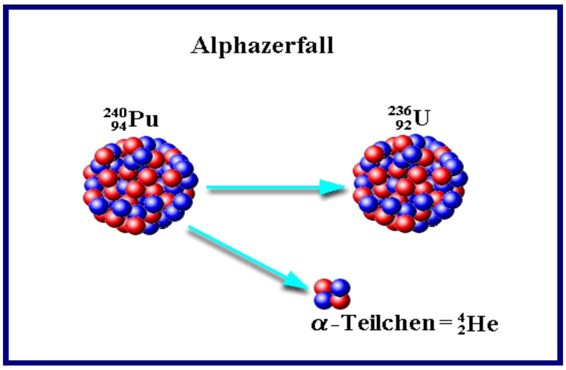
په پورتنی معادله کې د قوس مانا داده چې کله د الفا ذرې په ځای د هیلیم اتوم هسته هم لیکلای شو. یو بل مهم عنصرچې الفا وړانګې ورڅخه خپریږي دپلوتونیم (Pu-240) رادیو اکتیو عنصر دی چې په ۲۱- شکل کې ښودل شوی دی. نوموړئ عنصر 94 پروتونه او 146 نیوترونه لري. دهغه دهستې چارج نمبر94 او دکتلي نمبریې چې دپروتونو اونیوترونود مجموعي څخه عبارت دی او له 240 سره مساوي دی. دپلوتونیم رادیواکتیو اتوم هسته ثابت حالت نه لري داځکه چې دنیوترونوشمیریې دپروتونو په پرتله ډیر لوړدی. دا په دی مانا چې هستوي قواوې (Nuclear forces) نه شي کولای چې د پروتونو تر منځ د دفاع کونکي قوې (Coulomb force) مخه ونیسي او هغوې ټول سره یوځا ی کلک وساتي.

$$ Po^{210} \rightarrow Pb^{206} \oplus He^{4} $$

دپام وړ: دالفا تجزیه هغه وخت ډیر احتمال لري چې په هسته کې دپروتونو او نیوترونو تناسب کچه لکه په درندوهستوکې ډیره لوړه وي . خو کله چې دالفا ذره دهستې څخه دباندې وشړل شي نو نوموړئ تناسب کمیږي او هسته دپخوا په پرتله یو ثابت نوي حالت ته راځي. دبیلګې په ډول پولونیم P^{210} په هسته کې څلوراتیا پروتونه او یوسلوشپږ ویشت نیوترونه لري چې تناسب یې Z/N = 84/126= 0,667 سره مساوي دی. په نوموړې تجزیه کې دسرپ Pb^{206} هسته منځ ته راځي چې د پروتونواو نیوترونوتناسب یې د پخوا په پرتله لږدی یاني Z/N = 82/124= 0,661 د نوکلیونو همدغه دومره کوچنۍ توپیر بس دی چې دسرپ هسته یو ثابت یاني نه رادیو اکتیو حالت ځانته غوره کړي.

همدا سبب(لامل) دی چې دالفا په تجزیه کې داتوم هسته هڅه کوي چې اضافګي انرژي دوړانګو په څیر دلاسه ورکړي تر څو پخپله وکولای شي یو ثابت بنستیز حالت ځانته غوره کړي. دبېلګه په ډول د پلوتونیم (Pu-240) اتوم د خپلې هستې څخه د الفا یوه ذره دباندې شړي چې په پایله کې د نوموړي هستې د چارج نمبر د دوو په کچه او دکتلي نمبر یې د څلوروپه کچه ښکته رالویږي. په دغه ډول هستوي تجزیه کې د یورانیوم یو بیخي نوئ ایزوتوپ (U-236) لا س ته راځي . نوموړی فزیکي کړنلاره دیوې هستوي تعامل معادلې په څیر هم لیکلای شو.

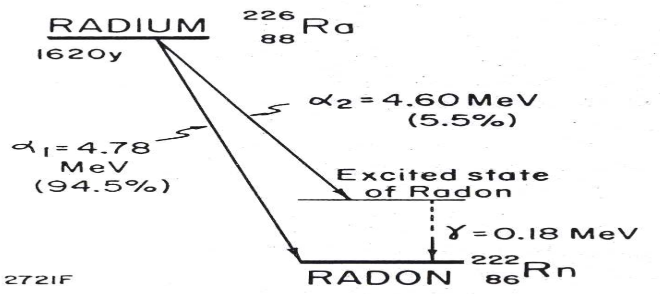
$$Pu_{94}^{240} \rightarrow U_{92}^{236} + He_{2}^{4}$$



۲۱- شکل: دپلوتونیم رادیواکتیو هسته دالفا یوه ذره خپروي او پخپله یې دیورانیوم دوه سوه شپږدیرش U-236 عنصر په هسته بدلیږي(31).

په ۲۲- شکل کې د یوه بل ډېر مهم رادیواکتیو عنصریاني رادیم Ra-226 د هستې انرژي لیول بنه ښودل شوې ده. د نوموړي عنصرنیمايي عمریوزروشپږسوه شل کاله 1620 y دی او دوه الفا وړانګې اویوه ګاما وړانګه خپروي. د رادیم هستې دتجزیې معا دله په لاندې ډول ده.

$$^{226}_{88}Ra_{138} \Rightarrow {}^{222}_{86}Rn_{136} + \alpha + 4{,}78\ MeV$$



۲۲- شکل: د رادیم رادیواکتیو هستې دانرژي لیول Energy Levels اوتجزیې شیما (Decay scheme) (15)

درادیم Ra-226 رادیو اکتیو عنصر څلورنوي عشاریه پینځه په سل (94,5%) کې درادون عنصر Rn-222 اساسي لیول او پینځه نیم په سل (5,5%) کې درادون عنصریوي هیجاني لیول(Exited) ته تجزیه کیږي. په دې ترځ کې دهستې څخه دالفا دوه وړانګې خپریږي چې لومړی وړانګه یې لږ څه څلورعشاریه اته میګا الکترون ولټه 4,78 MeV اودوهمه وړانګه یې څلورعشاریه شپږ میګا الکترون ولټه 4,6 MeV حرکي انرژي لري. دعمرنیمایي وخت یې یوزروشپږسوه شل (1620y) کاله

دی. کله چې د هیجاني حالت څخه د هستې اساسي یاني بنسټیز لېول ته را لوېږي نو اضافګي انرژي یاني صفر عشاریه اته مېګا الکترون ولټه (0,18 MeV) دګاما وړاګي په ډول ورڅخه خپرېږي.

طبیعي یورانیوم U -238 چې نن ورځ د هستوي وسلو برسیره دعادي وسلو په جوړولو کې هم ورڅخه کاراخیستل کیږی رادیواکتیو خاصیت لري اود الفا ، بېتا او ګاما وړانګې ورڅخه خپرېږي . په لاندي هستوي تجزیه کې طبیعي یورانیوم په خپل سر په یوه نوي عنصرتوریم Th-234 اوړي او په د ې ترځ کې دهستې څخه دالفا وړانګې یاني دهیلیم اتوم یوه هسته خپرېږي.

$$^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th + \alpha(^{4}_{2}He)$$

په نوموړي تجزیه کې اوه اویا په سل کې 77 % د الفا یوه وړانګه خپرېږي او پخپله یورانیم سم سیخ د توریم په بنسټیزلېول باندې اوړي . د نوموړي الفا زري حرکي انرژي د لږ څه څلور مېګا الکترون ولټه (4 MeV) څخه هم اوړي. خو دیورانیوم هستې څخه په سل کې درویشت 23% دالفا یوه بله وړانګه هم جوفت خپرېږي او دلته یورانیوم په لومړي پړاو کې دتوریم په یوه داسې هسته اوړي چې په یوه هیجاني لېول کې پرېوځي (قرارلري) او بیا وروسته په دوهم پړاو کې دیوی ګاما وړانګې په خپرولو سره چې انرژي یې پنځوس کیلو الکترون ولټه ده خپل بنسټیز یاني اسا سي لېول ته را لوېږي.

لنډ یز:

- دالفا یو بڅرکی ددوو پروتونو اودوونیوترونو څخه جوړدی او د هلیم هسته جوړوي.
- دالفا ذره یا بڅرکی دوه غبرګ مثبت بریښنایزچارج لري(Double positive charges).
- دالفا یوه بڅرکي سرعت د پېنځه لسو نه تر دیرشو زرو کیلومتره په یوه ثانیه او یا د نورسرعت یو په لسمه برخه پوري رسیږي.
- دالفا ذره په یو سانتي مترهوا کې دشپږو زرونه تر لسوزروپوري ایونونه تولیدوي
- دالفا وړانګې دکاغذیوی پاڼي څخه هم نه شي تیریدلای اوله دې کبله دبهرنی سرچینې څخه که خپرې شي نو د روغتیا په تړاوداند ېښني ورنه دي.
- که دخوراک، تماس اویاد تنفس له لاري بدن ته ننوځي نوخطر یې دروعتیا په تړاو بیخي زیات دی
- دالفا ذره په یوه هستوي چاودنه کې منځ ته راځي او کتله یې مساوي ده له:
- $m_{\alpha} = 6,644 \times 10^{-27}$ kg

 α (alpha particle) = He^{4}_{2}	د پلوتونیم هستې په چاودنه کې د الفا یوه ذره یاني د هیلیم He هسته ازاده کیږي.. $Pu^{239}_{94} \xrightarrow[24,000\ yrs]{} U^{235}_{92} + He^{4}_{2}$ (alpha particle)

بېټاو ړانګي (Beta - rays)

په طبیعت کې ځینې رادیواکټیو عنصرونه شته دي چې داتوم هستې څخه بېټا وړانګې (β-rays) خپروي. نوموړې هستوي وړانګې ګړندي الکترونه دي چې سرعت یې دصفر نه تر نږدې نورسرعت پورې رسیږي او په هواکې دهغوی د خپرید لو واټن تر لسو مترو پورې رسیږي. کله چې په یوه هسته کې د نیوټرونو شمیر دپروټونوپه پرتله زیات وي نو د منفي بېټا تجزیه تر سره کیږي.

بېټا منفي تجزیه (β⁻ decay): په دغه هستوي تجزیه کې دبېټا وړانګې هغه وخت منځ ته راځي کله چې دهستې یونیوټرون n° په پروټون P^{+} ، یو الکترون e^{-} (بېټا وړانګه) او یوه بله ذره چې د ضد نیوټرینو ($\bar{\nu}$) په نامه سره یادیږي واوړي. دغه ډول تجزي ته بېټا منفي تجزیه ویل کیږي چې عمومي معادله یې په لاندې ډول سره ده.

$$n^0 \rightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$$

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + \beta^- + \bar{\nu}_e$$

د بیلګې په ډول دکوبالټ شپیته Co^{60} هسته د بېټا منفي تجزیه تشکیلوي اوپه پایله کې د لوړیوه هسته یاني نیکل Ni اودالکترون وړانګې اود نیوټرینو یوه ضد ذره منځ ته راځي.

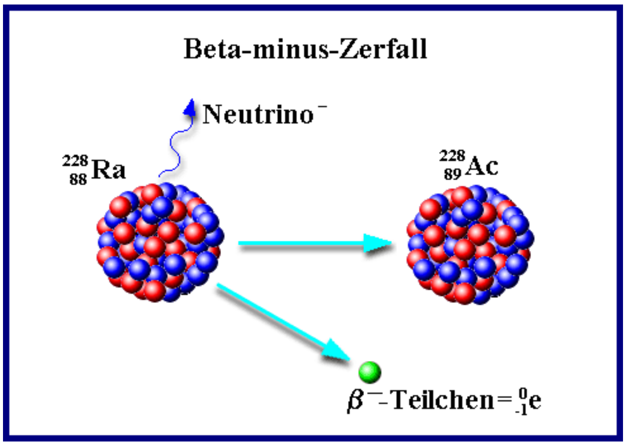
$${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni^* + \beta^- + \bar{\nu}_e$$

په ۲٤- شکل کې درادیم (Ra-228) رادیو اکټیو هستې تجزیه ښودل شوې چې په پایله کې یوه بېټا منفي ذره (β^-) یا نې یوالکترون، داکتینیم عنصر(Ac-228) یوه نوې هسته اود نیوټرینو ($\bar{\nu}$) یوه ذره منځ ته راځي. د یادولړ خبره داده چې په هره یوه هستوي تجزیه کې دچارجونواو دانرژۍ د ساتلوقانون اعتبارلري. د بېټا هستوي تجزیې په معادله کې د ضد نیوټرینو ذره (بخرکی) خپریږي تر ځودیوی خوا دانرژۍ د ساتلو قانون او د بلې خوا دلیپټونو شمیر (Leptons) دساتلوقانون پر ځای شي. دبېټا منفي تجزیې معادله په لاندې ډول سره لیکلا ی شو.

$$Ra^{228}_{88} \rightarrow Ac^{228}_{89} + Antineutrino + \beta^-$$

رادیم ⇦ اکتینیم + انتي نیوټرینو + بېټا ذره

په بېټا تجزیه کې دهستې مثبت چارج د پخوا په پرتله د یوه واحد په کچه ډیریږي (Z+1) او یا کمیږي (Z-1) خو د کتلې شمیره یې په خپل حال پاتې کیږي .



۲٤ـ شکل: د منفي بېټا ذری تجزیه : کله چي درادیم (Ra-228) اتوم هسته تجزیه شي نو دبېټا یوه ذره او په څنګ کي ورسره د ضد نیوترینو یوه ذره خپریږي او پخپله یې د اکتینیم (Actinium) په یوه نوې هسته بدلیږي(31).

په دغه هستوي تجزیه کي دپروتونو شمیر Z= 88 د یوه واحد په کچه لوړیږي Z= 89 خو د نوکلیونو شمیر یاني په هسته کي د پروتونواونیوترونومجموعه یا نی دکتلي شمیره یې A = 228 په خپل حال پاتي کیږي

بېټا مثبت تجزیه (β^+ decay) : ځینې عنصرونه هم شته دي چي دهغوی په هسته کي دنیوترونو شمیرد پروتونوپه پرتله لږدی. په دغه ډول هستوکي یو پروتون په یونیوترون، یو پوزیتون (Positron) او یو نیوترینو($\text{Neutrino} = \upsilon_e$) بدلیږي.

- پوزیترون دالکترون یوه ضد ذره ده داځکه چي دمنفي چارج پر ځای مثبت برېښنایزچارج لري خو کتله یې دالکترون سره برابرقیمت لري. نوموړي ذره د بېټا مثبت وړانګي یا (β^+) په نامه سره هم یادیږي.

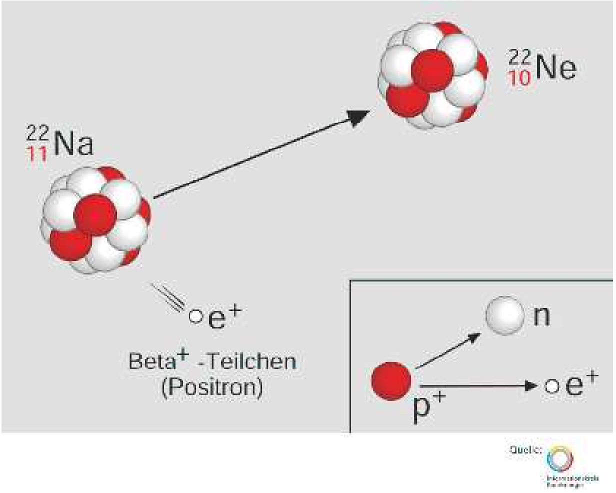
د بیټا مثبت تجزي عمومي معادله په لاندي ډول لیکلای شو:

$$ {}^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}_{Z-1}^{A}\mathrm{Y} + \beta^{+} + \nu_e $$

- د بیټا مثبت په هستوي تجزیه کي یو پروتون په یونیوترون ، یوپوزیترون($\text{Positron} = e^+$) اویو نیوترینو ν_e اوړي.

$$ \text{energy} + p^{+} \rightarrow n^{0} + e^{+} + \nu_e $$

د بېلګه په ډول کله چي د رادیواکتیونایتروجن هسته تجزیه شي نو په پا یله کي دکاربون یوه هسته اویو پوزیترون (β^+) او یونیوترینو لاس ته راځي.



۲۵- شکل: دبېټا مثبت (β^+) په تجزيه کې د سوډيم هستې يو پروتون په نيوترون بدلېږي او يو پوزيترون (Positron) د هستې څخه راوزي چې مثبت چارج لري او کتله يې د الکترون کتلې سره يو برابر ده.(31).

$$^{13}_{7}N \rightarrow ^{13}_{6}C + \beta^{+} + \nu_{e}$$

راديو اکتيونايتروجن ⇦ کاربون ايزوتوپ + پوزيترون + نيوترينو

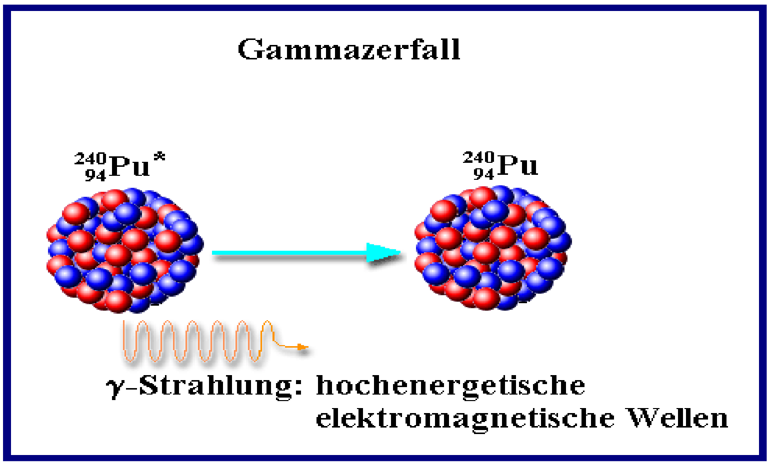
☜ **د پام وړ:** په بېټا تجزيه کې دهستې څخه يو الکترون ($ß^-$) او يا پوزيترون ($ß^+$) خپرېږي او په لومړي حالت کې ($ß^-$) د پيدا شوې هستې د اتومي نمبر يوه واحد په اندازه پورته ځي او په دوهم حالت کې $ß^+$ د يوه واحد په اندازه ښکته راځي خو د کتلې نمبر په خپل حال پاتې کيږي.

ګاما تجزيه (Gamma decay) :

کله چې يوه هسته دالفا او يا بېټا وړانګې خپرې کړي نو بيا وروسته کله داسې هم پېښيږي چې دتحريک په حالت کې پاتې شي. ددې لپاره چې دغه هسته دلوړانرژي حالت څخه يوه ټيټ انرژي حالت ته راولوېږي نودهستې داروند مداړونودانرژي توپېرد ګاماوړانګوياني فوتون وړانګو په څېر خپروي. داځکه چې ديوه راديواکتيو اتوم هسته هڅه کوي چې دلوړ انرژی مدارڅخه دانرژي يوه ټيټ مدارته راولوېږي او په دې ډول سره خپله اضافګي انرژي ديوه ثابت حالت دغوره کولو په موخه دلاسه ورکړي. په نومړې تجزيه کې د تجزيه کيدونکې هستې د پروتونواو نيوترونو شمير تغير نه کوي او د کتلې شميره يې ثابت پاتې کيږي. بوازې د والدين هستې کتله د خپور شوي فوتون کتلې معادل انرژي په کچه سره کمښت مومي. په ۲٦- شکل کې ښودل شوې ده چې د پلوتونيم يوه تحريک شوي (را پارولې) هسته دګاما وړانګې خپروي.

ګاما وړانګې (Gamma - rays)

ګاما وړانګې (γ-rayys) دنور(light) په شان الکترومقناطيسي څپې دي خوانرژي يې دنورڅپو په پرتله ډيره لوړه ده چې دفوتون وړانګو او يا فوتون کوانټ هم ورته ويل کيږي.



۲۶- شکل: دپلوتونيم يوه راديو اکتيو تحريک شوې هسته خپله اضافکي انرژي دګاماوړانګوپه ځيردلاسه ورکوي خو دهستې دپروتونو اونيوترونوشميرپه خپل حال پاتې کيږي(34) .

په لاندنی معادله کې دباريم راديواکتيو هسته په يوه هيجاني حالت کې قرار لري (پريوځي) چې د دغې انرژي ليول دژوند موده لږ څه اوږده ده او له دې کبله د سمبول د پاسه د ام (Metastabile = m) په توري سره ښودل شوئ او دګاما وړانګوپه خپرولو سره خپله اضافکي انرژي دلاسه ورکوي.

$$Ba^{137\ m}_{56} \rightarrow Ba^{137}_{56} + \gamma$$

☜ کله چې يو اتوم ^{A}X د تحريک په حالت کې وي نود پاس په سر يې يوه نښه لکه ستورى * کښل کيږي . دګاما تجزيي عمومي معادله په لاندې ډول ليکلای شو:

$${}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow {}^{A}_{Z}X \oplus \gamma$$

دګاما تجزيي يو وتلی بيلګه د کوبالت شپيته راديو اکتيو Co-60 هسته جوړوي چې دوه ګاما وړانګې ورڅخه خپريږي او په اخيرکې دنيکل (Ni-60) په يوه ثابت عنصراوړي. دغه هستوي تعامل په لاند ې ډول سره ليکلاي شو.

$$Co^{60} \Rightarrow Ni^{60} + \gamma_1 (1,1732\ \ MeV) + \gamma_2 (1,33\ MeV)$$

په نوموړي تجزيه کې لومړی کوبا لت شپيته په تحريک شوي نيکل Ni اوړي او بيا وروسته نيکل دګاما دوه وړانګې خپروي چې انرژي په خپل وار سره لږ څه يوعشاريه دوه ميګا الکترون ولټه اويوعشا ريه درئ ميګا الکترون ولټه قيمت لري . دیادولو وړده چې د کوبالټ نوموړي وړانګې د سرطان ناروغی په درملنه کې يو ډير اړين او مهم رول لوبوي.

دهستي ترون انرژي $(Nuclear\ binding\ energy = B = \Delta m \times c^2)$

په داسي حال کي چي د يوه اتوم په مدارونوکي دالکترونواوپه هسته کي د پروتونوتر منځ بريښنايزياني الکترو ستاتيک قوه (Electrostatic force) اغيزمنه ده او الکترونه په هسته باندي يو ځای کلک ساتي خوداتوم په هسته کي نيوترونه او پروتونه د يوې ډيرې زوروري هستوي قوي (Nuclear force) په واسطه ديوه بل سره کلک ترلي دي. که وغواړو چي د اتوم هستي ځخه يونيوترون او يا يو پروتون (نوکليون) دهستوي قوې دجاذبې ځخه بيخي ازادکړونوددې اړتيا شته ده چي دنوموړې قوې په مقابل کي کار تر سره شي. دهستي ځخه د يونوکليون د بيلولوپه موخه په منځني ډول سره لږ ځه اته ميګا الکترون ولټ (8MeV/Nucleon) انرژي په کارده. په داسي حال کي چي داتوم د k مدار ځخه د بيلګي په ډول د يو ه الکترون د رايستلولپاره لږ ځه سل کيلو الکترون ولټ (100 keV) انرژي په کارده.

✍ ټوله هغه انرژي چي ديوه اتوم هستي ډټوټي کولواود هغي ځخه ديو نوکليون لکه پروتون اويا نيوترون دبيلولولپاره په کارده دهستي ترون انرژي په نامه سره ياديږي.

دکتلي تنقيص يا د کتلي نيمګړتيا $(Mass\ defect= \Delta M)$

نن ورځ ډيرو هستوي ځيړنو او دقيقو تجربو په ډاګه کړې ده چي د هر يوه اتوم ځانګړې کتله ددغه اتوم دنوکليونو د مجموعي کتلي په پرتله کوچني ده. د بيلګي په ډول د هيليم هسته ددوه پروتونو او دوه نيوترونوځخه جوړه ده. نوکله چي دنوموړوځلوروذرو کتله سره جمع کړو او بيا يي دهيليم اتوم هستي کتلي ځخه منفي کړو نود کتلي توپير يي د $\Delta M= 0{,}030376\ u$ سره برابر کيږي. د کتلي نوموړې توپير ته د کتلي تنقيص او يا دکتلي کمښت ويل کيږي. کله چي د کتلي دغه کمښت Δm دنورسرعت c د مربع سره ضرب کړونو نوددغي هستي لپاره د ترون انرژي $(B = \Delta m \times c^2)$ قيمت تر لاسه کيږی. په يوه هستوي چاودنه کي د ترون انرژي د توليد شوو هستو او ذروتر منځ د حرکي انرژي په ډول ويشل کيږي.

پوښتنه: په لاندنی هستوي چاودنه کي ديورانيوم دوه سوه اته ديرش ايزوټوپ په توريم اويوه الفا ذره تجزيه کيږي. کله چي ددغو دواړوپيداشوو ذروکتلي سره جمع کړونود يورانيم کتلي ځخه ډيره ده. دالبرت اينشټاين دانرژي اوکتلي د معادل اړيکو په پام کي نيولو سره د نيمګړې کتلي انرژي محاسبه کړی؟

حل: ديورانيم کتله مساوي ده له $m = 238{,}0508\ u$ او دتوريم کتله مساوي ده له:

$m_{Th} = 234{,}0436\ u$ او د الفا ذرې کتله مساوي ده له : $m_\alpha = 4{,}0026\ u$

کله چې دالفا اوتوريم ذرو کتلي سره جمع اوبيا يي د يورانيوم کتلي ځخه منفي کړونولروچي:

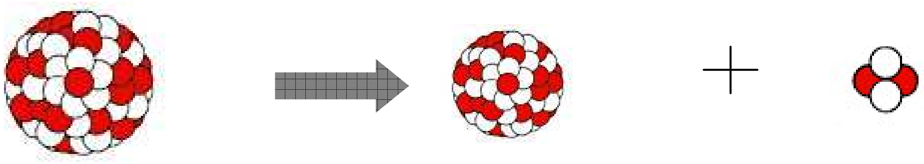
$$(234{,}0436\ u + 4{,}0026\ u) - 238{,}0508\ u = \Delta m = 0{,}0046\ u$$

کله چې دکتلې نومورئ توپیرد نور سرعت په مربع سره ضرب کړو او په یاد ولرو چې داتوم کتلې واحد $u = 931 MeV/c^2$ سره برابر دی نود انرژي E لپاره لیکلای شوچې:

$$E = (0,0046\ u)\times(931\ MeV/u) = 4,3\ MeV$$

ځواب: په نومورې هستوي چاودنه کې لږ څه څلور میګاالکترون ولټ انرژي ازاده کیږي چې دکتلې د کمښت (Mass defect) سره معادل قیمت لري.

$^{238}_{92}U$ یورانیم — $^{234}_{90}Th$ توریم — $^{4}_{2}alpha$ الفا ذره

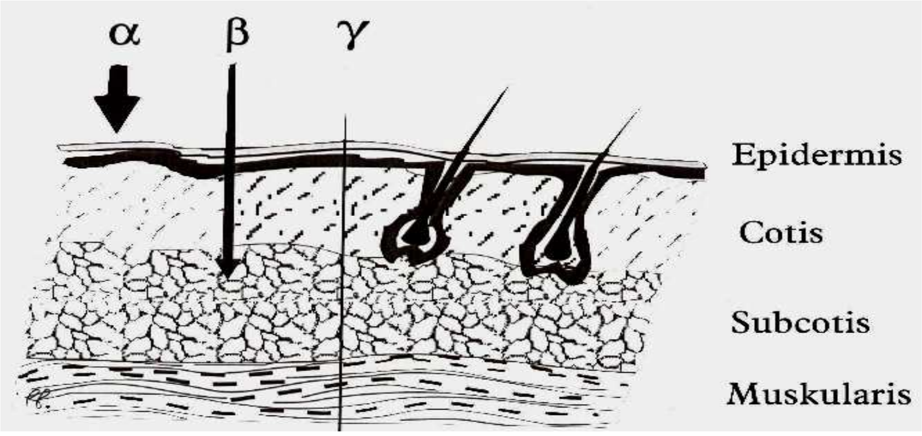


238.0508 u دپلارمورذرې کتله Parent mass — 234.0436 u دلور ذرې کتله Daughter mass — 4.0026 u دالفا ذرې کتله Alpha mass

په پوستکي کې دالفا ، بیتا او ګاما وړانګو د ننوتلو کچه

په ۲۷- شکل کې ښودل شوې ده چې دبدن پوستکي ته دالفا (α)، ګاما (γ) او بیتا (β) وړانګې ننوځي او هلته بیا لوژیکی او کیمیاوي اغیزې تر سره کوي. د بېلګه په ډول د الفا وړانګې د بدن په پوستکي کې ترصفرعشاریه یو ملي متره ژورې ننوتلای شي اوبیا هلته خښې پاتې کیږي. نومورې وړانګې خپله ټوله انرژي د ځوحجرودغبرګون څخه وروسته دلاسه ورکوي.

په پوستکي کې دنومورو وړانګو د ننوتلوکچه په ۲۷- شکل کې ښودل شوې ده.



۲۷- شکل: د بدن په پوستکی کې دالفا (α)، بیتا (β) او ګاما (γ) وړانګو د ننوتلوکچه د ویکتورونوپه اوږدوالي او ناوړه اغیزې یې د ویکتورونو په پنډوالي ښودل شوې ده. دالفا وړانګې د پوستکي په

پاسنی پټ یاني اپیي درمېس Epidermis اودرى مېګا الکترون ولت بېټا وړانګې لړخه يو نيم سانتي متره په پوستکي کې ژور تر کوتيس (Cotis) پټ پورې رسېږي. دګاما وړانګې دومره زوروري دي چې يوه برخه يي دټول بدن څخه هم تيرېدلاى شي.

✍ **لنډيز:** تجربو ښودلې ده چې په حجروکې دالفا وړانګو دزيان کچه د بيتا او ګاما وړانګو په پرتله شل واره زياته ده. د بيتا وړانګې له ګړنديو الکترونو څخه جوړې دى چې د بدن په نسجونو کې څو سانتي متره ژور نفوذ کولاى شي. ګاما وړانګې الکترو مقناطيسي وړانګې دي چې په هره ماده کې ډېر ژور ننوتلاى شي. د بېلګه په ډول د ګاما وړانګو يوه برخه د کنکريت مادې څخه چې پنډوالى يي لږ څه يومتر وي هم تيرېدلاى شي نو له دې کبله دنوموړو وړانګو دخطرڅخه ځان ژغورل او خوندي ساتل ډير ګران او حتى نا شونې (ناممکن) کار ګڼل کيږي.

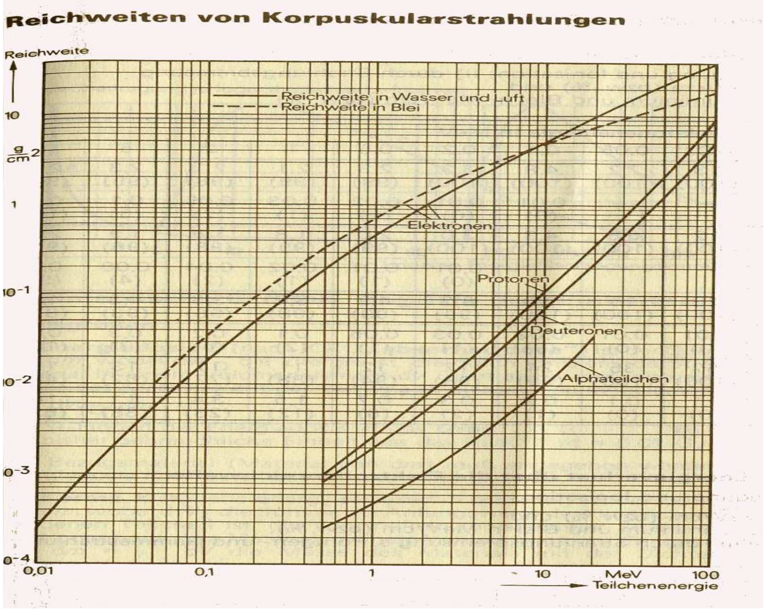
دهستوي ذرو انرژي	په هوا کې دخپرېدنې واټن Range in air (mm)			په اوبو کې دخپرېدنې واټن Range in water (mm)		
	الکترون	پروتون	الفا ذره	الکترون	پروتون	الفا ذره
0,1 MeV	12	0,13	0,12	0,14	0,0016	0,0014
0,2 MeV	33	0,25	0,18	0,40	0,0030	0,0022
0,5 MeV	140	0,80	0,32	1,7	0,0098	0,0039
1,0 MeV	330	2,3	0,50	4,0	0,028	0,0061
2,0 MeV	790	7,0	1,0	9,5	0,086	0,012
5,0 MeV	2100	33,0	3,2	25,0	0,40	0,039
10,0 MeV	4150	120,0	9,5	50,0	1,47	0,12
20,0 MeV	8300	400,0	32,0	100,0	4,9	0,39
50,0 MeV		2000,0	160,0	250,0	24,0	1,9
100,0 MeV		6500,0	550,0	400,0	78,0	6,6

۱۵- جدول: په اوبو او هوا کې دالفا، بيتا، پروتون او الکترون د خپرېدنې واټن په واحد د ملي متر (mm) ښودل شوئ دى.

☜ **دپام وړ:** کله چې الکترومقناطيسي وړانګې او هستوي ذرې لکه الفا ،نيوترون، پروتون او پوزيترون اوداسې نور په يوه ماده ولګيږ ي نو هلته يو لړبنستيز فزيکي، کيمياوي او بيالوژيکي عمليې (پروسې) تر سره کيږي چې په پايله کې خپله تولها اويا يوه برخه انرژي دلا سه ورکوي اودمادې اتومونه، ماليکو لونه په چارج شوو منفي او مثبت ايونو او راديکالو بدلوي. له دې کبله نوموړې وړانګې د ايونايزکوونکو وړانګو په نوم سره يادېږي چې دکتاب په پاتې برخه کې به د لنډيز په موخه د ايونايزکوونکو وړانګو پر ځاى دوړانګو نوم ورکړو.

☜ که چيرته يوه هسته په کافي اندازه دهيجان په حالت قراروه نه لري نوددې احتمال شته دى چې خپله د تحريک اضافګي انرژي دفوتون دخپرولو له لارې نه بلکه سم سيخ د کې K او ايل L مدار الکترونو ته انتقال کړي.نوموړې پيښه د نني بدلون يا انترنال کونورزيون (Internal conversion = IC)

نومورۍ کړنلاره په هغو هستوکي ډيره پيښيږي چې دپروتونو شمير يې لوړوي. داځکه چې په نومورو هستو کي دالکترونواو پروتونوترمنځ دکولومب غبرګون ډير زورروري او له دې کبله دالکترونومدارونه هستې خواته ورځکول کيږي.

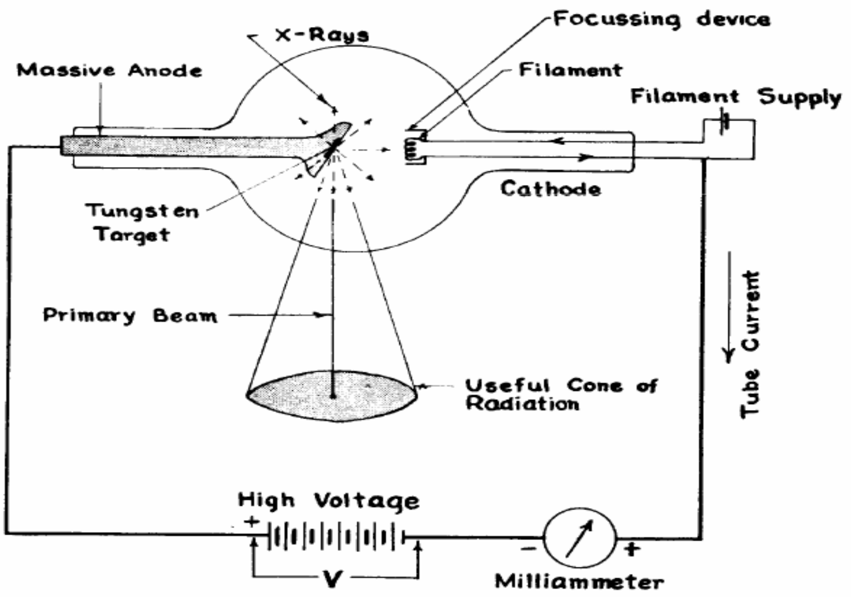


۲۸- شکل: د الفا بخرکی (Alpha particle)، دويتورون (Deutoron) ، پروتون (Proton)، او الکترونود خپريدلوواټن (Range) په عمودي محور (واحد يې ګرام پر سانتي متر مربع) او د نومورو ذروانرژي په افقي محور(واحد مېګا الکترون ولټ) سره ښودل شوئ ده . غزيدلې ليکي دنومورو ذرود خپريدلو واټن په اوبو او پرې شوې ليکي په سرپو (Lead) کې ښيي(50).

اکسريز يا رونتګن وړانګې (X-Rays or Roentgen Rays)

په ۱۸۹۵ م کال کې اکسريز (X-Ray) ديوه جرمني فزيک پوه کونراد رونتګن (Conrad Roentgen) له خوا رابرسيره (کشف) شوئ چې دهغه له خوا لومړی د اکس ياني ناڅرګنده وړانګو په نوم سره يادشوې. په ۲۹- شکل کې د نومورو وړانګو د منځ ته راتلو ټکنالوژي او آله ښودل شوي د ه. د يوې کتود (Cathode =K) د سرچينې څخه الکترونه راوزي او د سل کيلو ولټه 100 kV په مرسته سره دهوا نه تش شوي شيشه يي لو ښي کې سم سيخ دانود وخواته تعجيل ورکول کيږي ترڅو په اخير کې په يوه فلزي انود (Anode = A) ولګيږي. کله چې نومورې ګړندي الکترونه د انود اتومونو د هستې په نږدې واټن کې تيريږي نو دهستې د کولومب قوې تر اغيزې لاندې راځې او داتوم هستې ته راځکول کيږي. څرنګه چې نومورې ګړندي الکترونه د خپل سم سيخ سمت څخه دکولومب قوې په واسطه راکاږه کيږي او هم دريدلو ته اړکيږي نو په دې ترځ کې د ايکس بريمز وړانګې (X – Bremsstrahlen) او يا په بل عبارت دبريک وړانګې (X-Break rays) منځ ته را ځي.

- ☑ داکسريزڅخه دناروغيوپه تشخيص کې ګټه پورته کيږي او انرژي يې (10-150 keV) ده
- ☑ داکسريز څخه د ناروغيوپه درملنه کې ګټه پورته کيږي او انرژي يې (1-50 MeV) ده
- ☑ هغه آلې چې دناروغيوددرملنې لپاره استعماليږي لکه کوبالټ شپيته Co-60 ، بيتاترون Betatron، سم سيخ تعجيل کوونکی Linear Accelerator په نامه سره يادېږي.



۲۹- شکل: داکسریز(X-Ray unit) د تولید کولوآله ښودل شوې ده. کله چې ګړ ندي الکترونه e^- د کتود Cathode څخه راووزي نودتعجیل څخه وروسته په انود Anode باندې لګیږي اوهلته د اتوم هستې مثبت چارج په ساحه کې د خپل سم سیخ سمت څخه کا ږه کیږي او په پایله کې د رونتګن وړانګې یااکسریز(X-Ray) منځ ته راځي. نوموړې وړانګې بیا د یوې کړکې څخه د باندې راوزي چې د primary beam په ځوکه ښودل شوې دي(Cunningham-15) .

- کله چې داکسریز ګتور استعمال په درملنه او دناروغیو په پیژندنه کې په ثبوت ورسیده نو بیا وروسته دنوموړي فزیک پوه په ویاړ سره درونتګن نوم ورکړشواو برسیره پر دې یو رونتګن Roentgen = R دوړانګو د واحد په صفت هم وټاکل شو.

- **پخوانی تعریف:** یو رونتګن دوړانګو هغه اندا زه ده چې په یوه سانتي متر مکعب وچه هواکې دالکتروستاتیک واحد چارج ($3,3362\times10^{-10}$ C) په اندازه یوډول یاني مثبت او یا منفي برېښنایز چارجونه تو لید کړي. نوموړې قیمت په یوه سانتي متر مکعب وچه هوا کې د لږ څه دوه ملیارده جوړه ایونو ($2,082\times10^{9}$ ion pairs/cm^3) سره سمون لري.

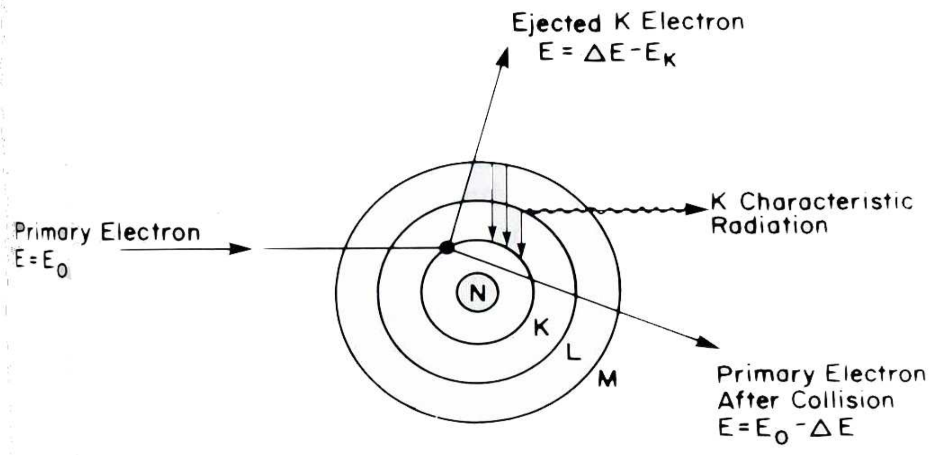
- درونتګن وړانګو اوسنۍ اوداعتبار وړ تعریف په لاندې ډول دی(**SI**) :

* **یو رونتګن** په یو کیلو ګرام وچه هواکې دایونایز کونکو وړانګو په وا سطه پیداشوې برېښنایز چارجونه دي چې قیمت یې لږ څه دوه نیم په لس زرمه برخه د کولومب ($1R= 2,58\times10^{-4}$ C/Kg) سره سمون خوري او په هواکې دیو رونتګن وړانګوجذب شوې انرژي اندازه یې لږ څه یو سانتي ګرې سره مساوي ده .

په ۱۹۰۱ م کال کې رونتګن ته ددغه بې ساري او ارزښتنا که کشف له کبله دنوبل جايزه (Nobel Prize) ورکړل شوه. اکسريز يا د رونتګن وړانګې الکترومقناطيسي وړانګې دي چې دناروغيو په پيداکولو او پيژندلو کې يې انرژي تر سلو کيلو الکترون ولټه 100 KeV اود پوستکي د درملنې لپاره يې انرژي تردوه سوه کيلو الکترون ولټه 200 keV او دبدن ژوري برخود درملنې لپاره ترڅو مېګا الکترون ولټه MeV پورې رسيږي. درونتګن يااکسريز(X-Ray) ايونايز کوونکي وړانګو په دوه ځايونو کې منځ ته راتلای شي .

- **لومړی**: هغه وړانګې دي چې داتوم په مدارونوکې منځ ته راځي
- **دويم**: هغه وړانګې دي چې داتوم هستی د کولومب په بريښنايزساحه کې منځ ته راځي.

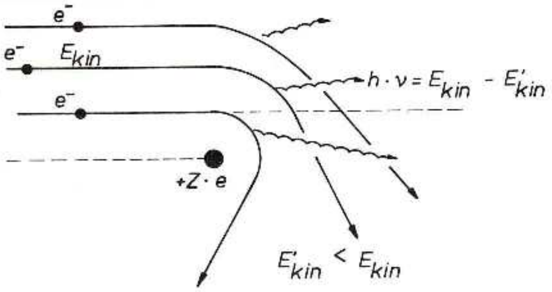
په ۳۰- شکل کې داکسريز هغه وړانګې ښودل شوې دي چې داتوم په مدارونوکې منځ ته راځي او د کرترېستيک يا مشخصه (ځانګړي) اکسريز(Characteristic X- Ray Radiation) په نامه سره ياد يږي.

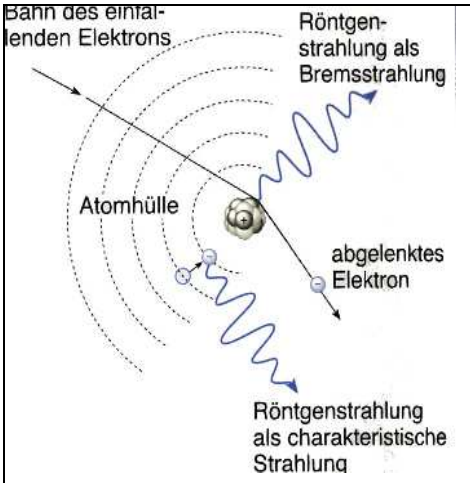


۳۰- شکل: د مشخصه (ځانګړي) اکسريز (Characteristic X- Ray) د منځ ته راتلو کړنلاره ښودل شوې ده. په نوموړي شکل کې داتوم هستې ته د ننوتونکي يا لومړی الکترون انرژي په $E = E_0$ او دغبرګون څخه وروسته پاتې انرژي په $E = E_0 - \Delta E$ سره ښودل شوېده. هغه الکترون چې د k مدار څخه ايستل شوئ دی د Ejected k Electron په نامه سره يادېږ ي او انرژي E يې مساوي ده له: $E = \Delta E - E_k$ (25). په دغه غبرګون کې د k مدارمشخصه اکسريزليدل کيږي(k Characteristic Radiation).

دځانګړو اکسريزدانرژي شپيکترم دهر عنصرلپاره ځانګړی او خطي ياني دکرښې په شان شکل لري. په ۳۱ - شکل کې داکسريز دويم ډول وړانګې ښودل شوې دی چې داتوم په مدارونو کې نه بلکه دهستې په نږدې ساحه کې پيدا کيږي. دغه ډول وړانګو ته دبريمز وړانګو (Bremsstrahlung) چې د بريک break مانا ورکوي نوم ورکړ شوئ دی. نوموړې وړانګې خطي طيف نه بلکه يو پراخ پلن طيف لري. کله چې ګړندي الکترونه د اتوم هستې ته ورنږدې شي نو هلته دپروټونو د مثبت چارج له خوا را ځکول کيږي چې په پايله کې درونتګن بريمز وړانګې منځ ته راځي. نوموړې فزيکي کړنلاره په ۳۱ شکل کې ښودل شوې ده.

هرڅومره چې يو الکترون داتوم هستې په بريښنايز ساحه اودهستې پروتونو (+Z.e) ته ورنږدې تيريږي په همغه کچه ډيره حرکي انرژي E_{kin} دلاسه ورکوي اودانرژي توپير يې د فوتون بريمزوړانګو ($h\upsilon=E_{kin}-E`_{kin}$) په بڼه خپريږي





۳۱- شکل: کله چې يوالکترون د هستې په نږدې ساحه کې تيريږي نود کولومب قوې داغيزې او غبرګون په پايله کې اکسريز نه کرکتريستيک يا بريمز (Bremsstrahlung) وړانګې منځ ته راځي (9)

Figure 1.1. The first radiograph of a living object, taken in January 1896, just a few months after the discovery of x-rays. (Courtesy of Röntgen Museum, Würzburg, Germany)

۳۲- شکل: دفزيک پوه رونتګن ميرمنې دلاس اکسريز عکس ليدل کيږي چې درونتګن وړانګوپه مرسته اخيستل شوی دی. داکسريز نوموړئ عکس د انسان لومړئ عکس دئ چې په ۱۸۹۶ م کال جنوري مياشت کې دنوموړو وړانګو د رابر سيره کيدلوڅه ځو مياشووروسته اخيستل شوئ دئ .

په ۱۹۰۳ م کال کې دلومړي ځل لپاره دپوستکي سرطان ناروغۍ ددرملنې لپاره د اکسريز څخه ګټه واخيستل شوه. ځرنګه چې په لومړئ موده کې دوړانګو اندازه کولولپاره د فزيک کميت يا واحد نه ووټاکل شوئ نود دوړانګو اندازه کول يوازې د بيالوژيکي اوکلينيکي اغيزوپه اساس تر سره کيدلې. دبيلګه په ډول هغه کچه وړانګې چې دپوستکي د سوروالي (Erythem) سبب(لامل) ګرځي د بيالوژيکي ډوزيمتري تر ټولولوړې کچې واحد په صفت وپيژندل شوې او په هغه وخت کې پريکړه وشوه چې بايد ناروغ ته تر دې قيمت نه پورته په يوه وار ور نه کړې شي.

د اکسریز د کشف څخه ځو کاله وروسته په ډاګه شوه چې که څه هم دروغتیا په تړ او داکسریزپه کارول يوه ډیره ګټوره طبي کړنلاره ده خو دبلي خوا اکسریزدګتي په ځنګ کي د انسانانوبدن ته زيان هم رسولاي شي او د سرطان ناروغی سبب(لامل) ګرځېدلای شي. د بېلګه په ډول په ۱۹۳٤ م کال کي میرمن کیوري (Curie) یوه فرانسوئ فزیک پوهه د ويني سرطان په ناروغی مړه شوه . دا ځکه چي مادام کیوري دتجربو په موده کي د ډیر وخت لپاره درادیم عنصر سره نږدي تماس درلود او داکسریزخطر يي د پام څخه غورځولی وه.

بېلګه:

ديوي ځلوېښت کیلو ولټ 40 keV اکسریزدستګا ه څخه وړانګي راوزي او دناروغی د پېژندني په موخه د بدن هډوکو سره غبرګون کوی. په نوموړي کړنلاره کی د کاربن اتوم ایونایز کیږی چي د باندني مدار O-shell لپاره يی د تړون انرژي قیمت لس الکترون ولټ (0,01KeV) دی. دنوموړي مدارڅخه يو الکترون راوځي چي حرکي انرژی يي شل کیلو الکترن ولټه 20 keV سره برا بره ده. دکمپټون خپریدونکي فوټون حرکي انرژي څومره ده؟

حل:

$$40 = X + (0{,}01 + 20)$$

$$40 = X + 20{,}01$$

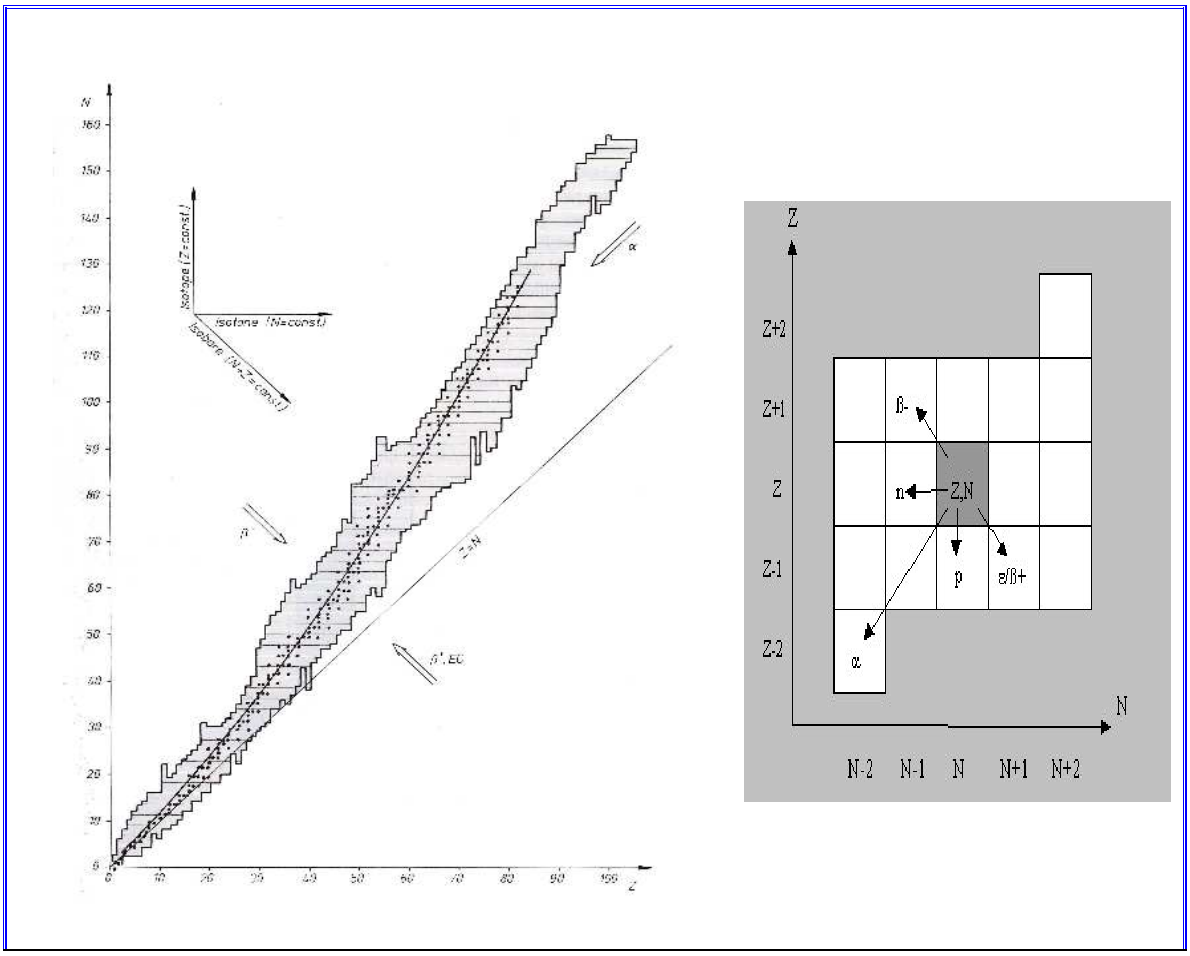
کله چي د پورتنی معادلي شی او کيڼ اړخ څخه 20,01 منفي کړو نو د X نا ملومه قیمت ترلاسه کیږي چي د کمپټون فوټوون انرژي سره برابردی

$$X = 19{,}99\ \text{keV}$$

نوکليد چارټ (Nuclide chart)

په ۳۲- الف شکل کي دیوسلو پینځه لسو عنصرو لپاره د (Segre nuclide chart) زیګري نوکلید چارټ ښودل شوئ دی. ديوي هستي دپېژندلوپه موخه په دغه کړنلاره کي دپروتونو شمیر او نیوترونوشمیر څخه کار اخیستل کیږي. په یوه نوکلید چارټ کي داتومونوپه هسته کي دنیوترونونوشمیر N او پروتونو شمیر Z تر منځ اړیکي دیوه ګراف په شکل سره ترتیب شوي دي. ديوي هستوي چاودني په کړنلاره کي یونوکلید چي په لومړي پړاوکي دموروپلارنوکلید (parents nuclide) ورته ویل کیږي اوپه نوکلید چارټ کي ددغه نوکلید دواړومحورونو موقعیت په Z او N با ندي ټاکل شوئ وي نودتجزيي څخه وروسته په يو ه اويا ډیرونورو نوکلید وتجزیه کیږي چي د لور (Daughter) نوکلید په نوم یادیږي اوپه خپل وارسره په محورونوکي دهغوی موقعیت په (Z1,N1) او (Z2,N2) سره ښودل کیږي.د بېلګي په ډول که چیرته موږيو نوکلید په نوموړي ګراف کي تر کتني لاندې ونیسو چي موقعیت يي په افقي محور کي په Z او عمودي محورکي په N سره ښودل شوئ اود نوکلید چارټ په تور بخونه خره برخه کي موقعیت ولري نو کله چي په یوه داسی مور پلارعنصرکي هستوي تجزیه

تر سره شي او دالفا وړانګي ، بیتاوړانګي، نیوترون ذرې او پروتون ذرې ورڅخه خپرې شي نو په پایله کې په یوه او یا ډیرولورګانونوکلید واوړي. څرنګه چې دالفا په تجزیه کې دمور پلارنکلید (Z,N) څخه دوه پروتونه او دوه نیوترونه خپریږي او په پایله کې د لورنوکلید دخپل پخواني موقعیت په پرتله ددوه واحدونو په کچه کیني خواته او ددوه واحدونو په کچه ښکتې خواته را تیتیږي نو له دې کبله د رادیو نوکلید په چارت کې په (Z-2; N-2) سره ښودل کیږي.



۳۲- الف شکل: دپورتني شکل په کیڼ اړخ او په عمودي محورکي د نیوترونو شمیر N او په افقي محورکي دپروتونو شمیرZ ښودل شوئ دی. په یوه نوکلید چارت کي د والدین نوکلید یاني مور پلار نکلید (Parent nuclide) یوه هسته(Z,N) تجزیه کیږی اوپه لور نوکلید (Daughter nuclide) اوړي. د بیلګي په ډول په پورتني ښي اړخ ګراف کې د یوې هستوي تجزيي د ډول سره سم یونوئ نوکلید منځ ته راځي چې دپروتونو (Z+1;Z-1) او نیوترونو(N+1;N-1) شمیره یې د والدین نوکلید سره توپیر لري . د نوکلید چارت په افقي قطار یالیکه کې دیوه همغه نوکلید نور ایزوتوپونه پراته دي چې د پروتونوشمیر یې ثابت دی Z = constant خود نیوترونوشمیر یې دیوه بل نه توپیر لري. په پورتني ګراف کې هغه نوکلید چې رادیواکتیو خاصیت نه لري په توروټکوسره ښول شوي دي. هغه هستې چې د پروتونوشمیر یې د نیوترونو شمیر سره یوشان وي (Z=N) په سم سیخ کرښه ښودل شوې ده.

پوښتنې(Questions) :

(ځوابونه يې په نونسم څپرکي کې ورکړشوي دي)

۱-۵ ايونايزکوونکي وړانګي په څوډولوويشل شوي اوپه ماده کې څه غبرګون ښيي ؟

۲-۵ په فزيک کې وړانګي څه ډول تعريف شوي دي اوڅه مانا لري؟

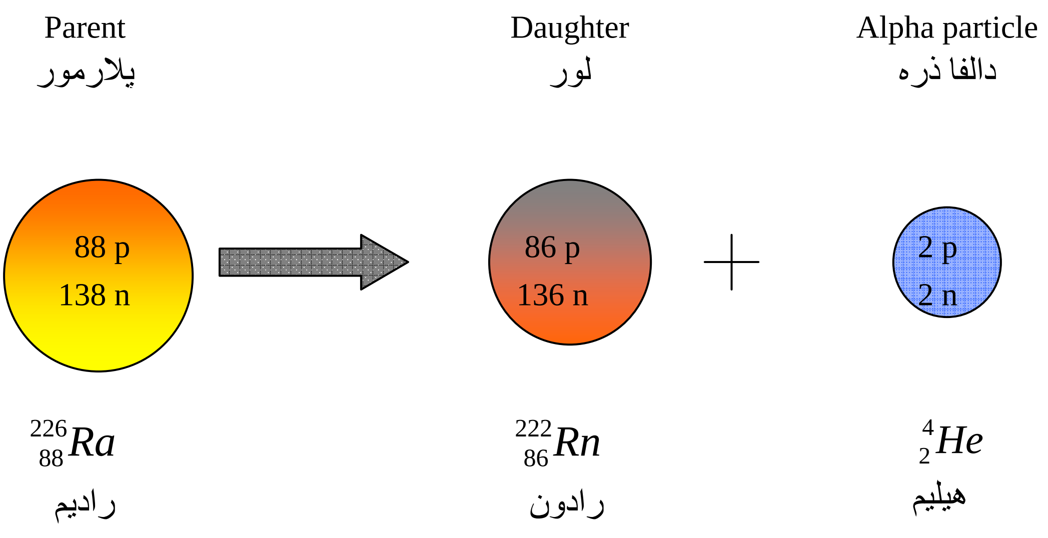
۳-۵ هستوي وړانګي کوموو ړانګوته ويل کيږي اوڅو ډوله دي نومونه يې واخلئ؟

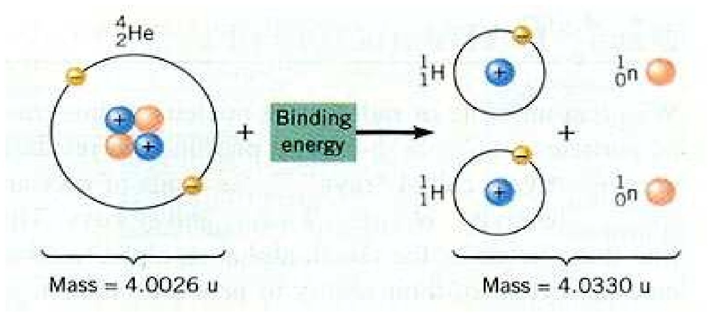
٤-۵ دالفا يوذره چې انرژي يې څلورميګا الکترون ولټ قيمت لري په هواکې څومره شمير ايونونه په يوه سانتي متر او دلاري په اخيرنی برخه کی توليدوي؟

۵-۵ دالفا تجزيه څه شي ته وايي؟

٦-۵ ايونايزکوونکي وړانګي کومووړانګوته ويل کيږي؟

۷-۵ په لاندني شکل کې درادیم هسته تجزيه کيږي. دغه ډول تجزيه څه نوميږي اودنوکليد په چارت کې دپيداشوي لورنوکليد موقعيت چيرې دی؟





(Binding energy of helium) دهيليم اتوم ترون انرژي

$$\Delta m = 4.0330 - 4.0026$$
$$= 0.0304 \text{ u}$$
$$E = (931 \text{ MeV /u})\ 0.0304 \text{ u}$$
$$= 28.3 \text{ MeV}$$

څرنګه چې دهيليم اتوم په هسته کې څلورنوکليونه دي نود ترون انرژي په يو نوکليون مساوي ده له اوه ميګا الکترون ولټه

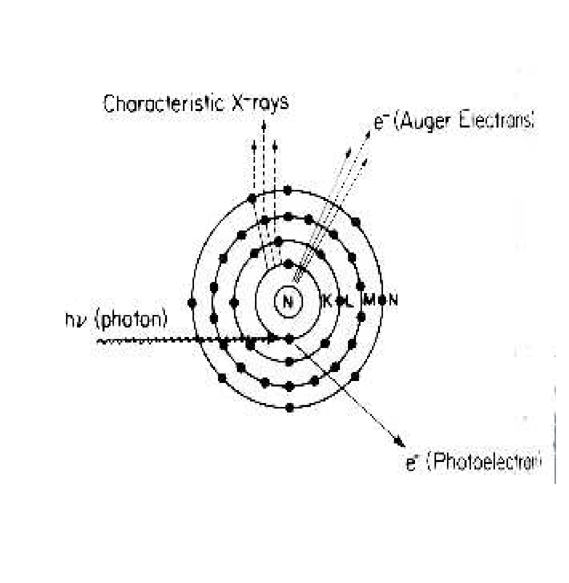
شپږم څپرکی

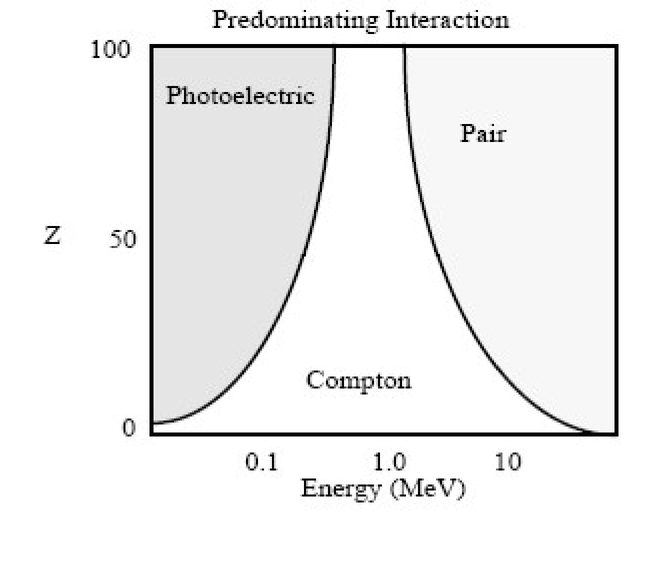
دمادي سره د ايونايزکوونکو وړانګوغبرګون

(Interaction of ionizing radiation with matter)

دفوتواغيزه (Photo Effect)

دفوتو اغيزه هغه وخت منځ ته راځي چې يو فوتون hυ د لسوڅخه تر دوه سوه کيلوالکترون ولټه پورې (10 -200 keV) انرژي ولري او داتوم په ننی مدارکي د يوه کلک تړل شوي الکترون سره ولګيږي او خپله ټوله حرکي انرژي دبېلګه په ډول د K مدار يوالکترون ته انتقال کړي. په پايله کې دغه الکترون داتوم د مدار څخه راوځي.





۳۳- شکل: دفوتو په اعيزه کې د اتوم په يوه مدارکي د يوه کلک تړلي الکترون سره يوړالويدونکی فوتون غبرګون کوي چې خپله ټوله انرژي دلاسه ورکوي. نوموړی الکترون داتوم مدارڅخه په يوه ټاکلي حرکي انرژي راوځي او د فوتو الکترون په نامه سره ياديږي (25). ديورتني شکل په ښي اړخ کي دمادي سره دفوتون وړانګو هراړخيزغبرګون لکه دفوتو اغيزه، کمپټون اغيزه اود جوړه ذروډيپدايښت اغيزه ښودل شوئ ده. په عمودي محورکي ددغې مادې داتوم عدد(شميره) ياني ديروتونوشمير Z دفوتون انرژي (MeV) په تابع سره راښيي.

که چېرته په اتوم باندې د راالويدونکي فوتون (Incident photon) انرژي په (hυ) سره وښيو اود بېلګه په ډول د K   يوه مدارکی د يوه الکترون تړون انرژي (Binding energy) په E_B سره وښيو نوکله چې

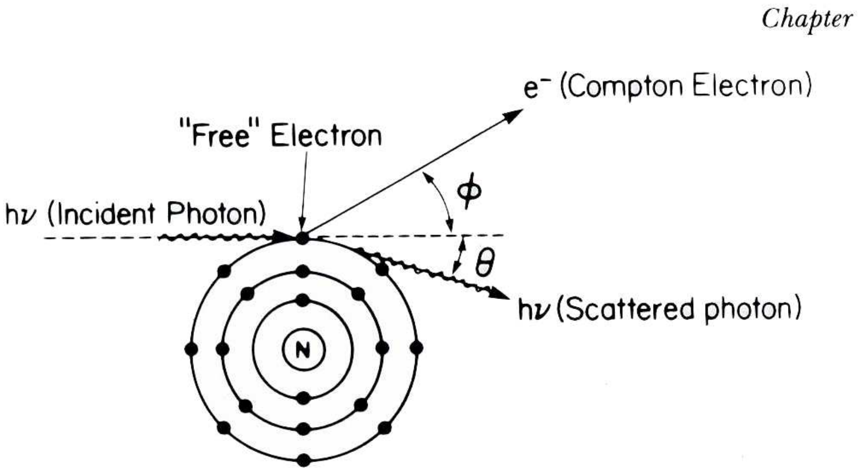
نوموړئ فوتون په یوه الکترون ولګیږي نوډ K مدار څخه یي راوباسي. دنوموړي مدار د الکترون حرکي انرژي (Kinetic energy = E_k) چي د اتوم څخه راوځي په لاندي ډول لاس ته راځي.

$$E_k = h\upsilon - E_B$$

دغه ډول فزیکي کړنلاره دایونایزیشن (Ionization) په نا مه سره یادیږي. ازادشوئ الکترون یا په بل عبارت د فوتوالکترون (Photoelectron) په لاره کي بیا دنورو اتومونو سره داسي غبرګون کوي چي په خپل وارسره اخیستل شوي انرژي دلاسه ورکوي. په دي کړنلاره کي د اتومونو څخه د لید لووړوړانګي (Visible light) اود بېنفش نه هغه خواته وړانګي پیدا کیږي. څرنګه چي دفوتواغیزي په کړنلاره کي داکسیریز آلي الکترومقناطیسي وړانګي په یوه ماده کي داسي جزب کیږي، چي دنسجونو دکثافت (ρ) سره سم سیخ او داتوم نمبر(Z^4) سره په طا قت د څلوراړیکي لري، نو له دې کبله په هډوکوکي چي کثافت یي (ρ=1,7g/cm^{-3}) دی ترتېولوډېراوپه غوښه اووازده کي چي کثافت یي (ρ=1,0 g/cm^{-3}) دی ، په توپیر سره خپله انرژي دلاسه ورکوي. دفوتو اغیزي نوموړي خواص څخه په درملنه کي دناروغیوپه پیژندلو (تشخیص) کي ګټه اخیستل کیږي. دبېلګه په ډول څرنګه چي دهډوکو کثافت اندازه د سږو کثافت (ρ_{Lung}= 0,3g/cm^3) په پرتله لږ څه پـینځه واره لوړه ده، نو له دې کبله په هډوکوکي وړانګي د سږو په پرتله په همغه کچه ډیري جذب کیږي او په پایله کي د اکسریز په فلم کي دنوموړو نسجونو تر منځ ښکاره توپیر لیدل کیدای شي .

دکمپـتـون اِغیزه (Compton Effect)

کله چي دفوتون انرژي د دوه سوه زره الکترون ولټه څخه واوړي (> 200 000 eV) او تر دوه ملیونه الکترون ولټه پورې ورسیږي نوډ کمپتون پیښه منځ ته راځي . په ۳٤ - شکل کي دکمپتون اغیزه ښودل شوېده. دکمپتون اغیزه داتوم دمداربهرنیو مدارونو کي چي هلته الکترونه دومره کلک نه وي تړلي منځ ته راځي(25)

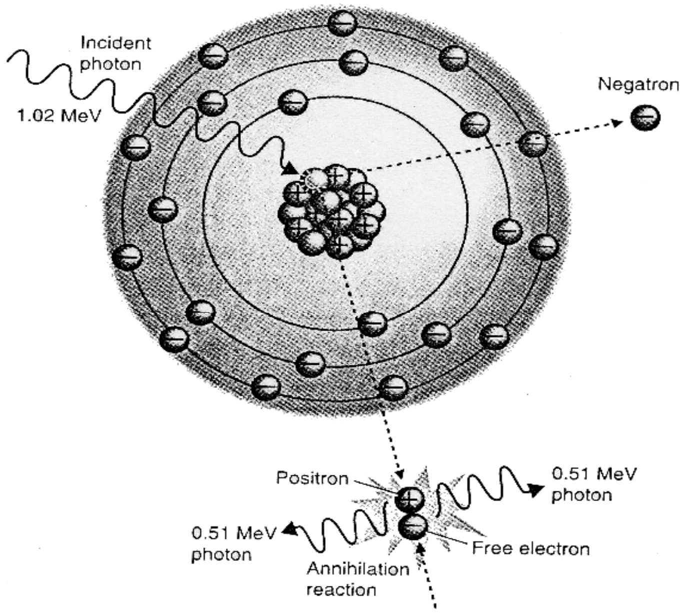


۳٤ـ شکل: دکمپتون اغیزه (Compton effect)

دکمپټون په اغیزه کې په اتوم باندې دفوتون وړانګې لګیږی اوخپله ټوله انرژي نه بلکې یوازې یوه برخه حرکي انرژي مادې ته انتقال کوي اوپه پایله کې د اتوم د مدار څخه یو الکترون راوباسي. دغه الکترون دکمپټون الکترون په نامه سره یادیږي اوپه لاره کې د نورو اتومونوسره غبرګون کوي چې دهغوی دایونایزیشن سبب(لامل) ګرځي. دکومپټن الکترون (compton electron) او رالویدونکی فوتون (Incident photon) دواړه دغبرګون څخه وروسته په خپل وار سره د Φ او θ زاویې لاندې داتوم څخه راوځي. په دې کړنلاره کې لګیدلی فوتون (Scattered photn) خپله لاره کږه کوي او اودګاونډیونورو اتومونو سره لګیږي. په پایله کې دپخوا په شان په خپل وار سره ثاني کمپټون الکترونه داتوم مدارڅخه ازادیږي (25).

د جوړه ذرو پیدایښت (Pair Production)

کله چې دفوتون وړانګو حرکي انرژي دیوملیون الکترون ولټه څخه تر شل ملیون الکترون ولټه پورې (20 MeV) ورسیږي نو پنځوس په سل کې کمپټون اغیزه (50%)، نه څلویښت په سل کې د جوړې پیدایښت (49%) اغیزه او یو په سل کې(1%) دهستې چاودنې اغیزه منځ ته راځي.



۳۵- شکل: دپوزیټرون Positron اوالکترون جوړه ذرو پیدایښت (Pair Production) ښودل شوئ دی. نېګاترون Negatron یوی منفي چارج شوي ذرې ته ویل کیږي. دپوزیټرون مثبت ذره په لاره کې دیوه ازاد الکترون سره یوځای کیږي چې د منځه وړونکي تعامل Annihilation reaction په نامه سره یادیږي . په پایله کې د ګاما دوه وړانګې پیداکیږي چې دیوه بل څخه په ۱۸۰ درجې زاویه خپریږي.

دجوړه ذروپیدایښت په اغیزه کې دفوتون وړانګې داتوم هستې ته ور ننوځي Incident photon اوهلته خپله ټوله حرکي انرژي دلاسه ورکوي اوپه کتله اوړي. په پایله کې یو الکترون او یو پوزیټرون (Positron)ورڅخه پیداکیږي. دپوزیټرون او الکترون په ګډه سره حرکي انرژي مساوي ده له:

$$(h\upsilon - 2m_e C^2$$

پايله:
دجوړه ذرو پيدايښت په ډاګه کوي چې د وړانګوانرژي په ماده اوبرعکس ماده د وړانګوپه انرژي اووښتلای شي. په دې هکله د کتلې M او انرژي E معادل فرمول داسې ليکو:

$$E = M\times c^2$$

$$M = \frac{m}{\sqrt{(1-(\frac{v}{c})^2}}$$

نوموړي فزيکي کړنلاره دالبرت اينشتاين (A.Einstein) د کتلې اوانرژي معادل فرمول يو وتلی ثبوت په ډاګه کوي

پوزيترون Positron يوه داسې ذره ده چې کتله يې دالکترون کتلې سره يوشان خو دمنفي چارج په ځاې مثبت چارج لري. له دې کبله نوموړې ذره د مادي ضد ذره (Anitmatter) او دواړو ته په ګډه سره جوړه ذرې ويل کيږي. که چيرته د راليودونکي فوتون انرژي (Incident photon) د يومېګا الکترون ولټه ($2m_eC^2$>1,02MeV) څخه لوړقيمت ولري، نو دغه اضافګي انرژي د پيدا شوو زرويانې الکترون او پوزيترون تر منځ دحرکي انرژي په ډول ويشل کيږی اوپاتې انرژي يانې 1,02 MeV دهغوی دکتلې د پيدايښت په لاره کې د منځه ځي. هرکله چې نوموړئ پوزيترون په لاره کې د اتومونوسره غبرګون تر سره کړي، نوخپله حرکي انرژي دلاسه ورکوي اوبيا دلاړې په اخيرکې دريږي. نوکه په دې ترځ کې د بېلګه په ډول دنسجونوديوه اتوم سره غبرګون وکړي نو دهغه دباندنيو مداروندو لړ کلک تړلي او يا په بل عبارت د يوه آزا د الکترون سره بيرته يو ځاې کيږی(Recombination). په پايله کې د پوزيترون اوددغه ازاد الکترون د سکون کتله په دوه ګاما وړانګو اوړي. ددغو دوه وړانګوحرکي انرژي په ځانګړي توګه سره (0,51 MeV) قيمت لري اونوموړي ذرې د يو بل په پرتله په 180° زاو يه سره داتوم څخه راوځي. نوموړي تعامل د منځه وړونکي تعامل (Annihilation reaction) په نامه سره ياديږي. څرنګه چې دګاما دواړه وړانګې په پوره کچه حرکي انرژي لري، چې قيمت يې لړ څه پينځه سوه کيلوالکترون ولټ دی (0,51 MeV) نو له دې کبله دناروغ د بدن څخه راوتلای شي او د بهر له خواد يوه دېديکټور(Detector) په مرسته سره اندازه کيدای شي

- نن ورځ په هستوي طب (Nuclear medicine) کې دنوموړي فزيکي کړنلاري په بنسټ دسرطان ناروغی د تشخيص (پيژندني) په موخه په پراخه کچه دداسوراديو ايزوتوپوڅخه ګټه اخيستل کيږي، چې د پوزيترون ذرې خپروي. د بېلګه په ډول لکه کاربون ^{11}C ، اکسيجن ^{15}O ، فلور ^{18}F اوداسې نور. نوموړي راديوايزوټوپونه په مصنوعي توګه په يوه سيکلوټرون Cyclotron کې توليد کيږي او نيمايي فزيکي وخت يې په خپل وار سره شل

دقيقې ، دوه دقيقې او يو سلولس دقيقې سره مسا وي دي . دبيلګي په ډول کله چې د فلور ^{18}F ايزوټوپ څلور سوه ميګا بيکاريل (400 MBq) اکتيويتي يوه ناروغ ته د پيچکارى په ورکولوسره او يا د ګولى په بڼه ورکړ شي، نود بدن په ټولو هغوحجرو کې چې د ميتاباليزم په کړنلاره کې ډير زيات ګلوکوزGlucose ته اړتيا لري نوموړئ ايزوټوپ دبدن نوروحجروپه پرتله په لوړه کچه جذب کوي.

په ماده کي دالکترون غبرګون (Electron interaction with matter)

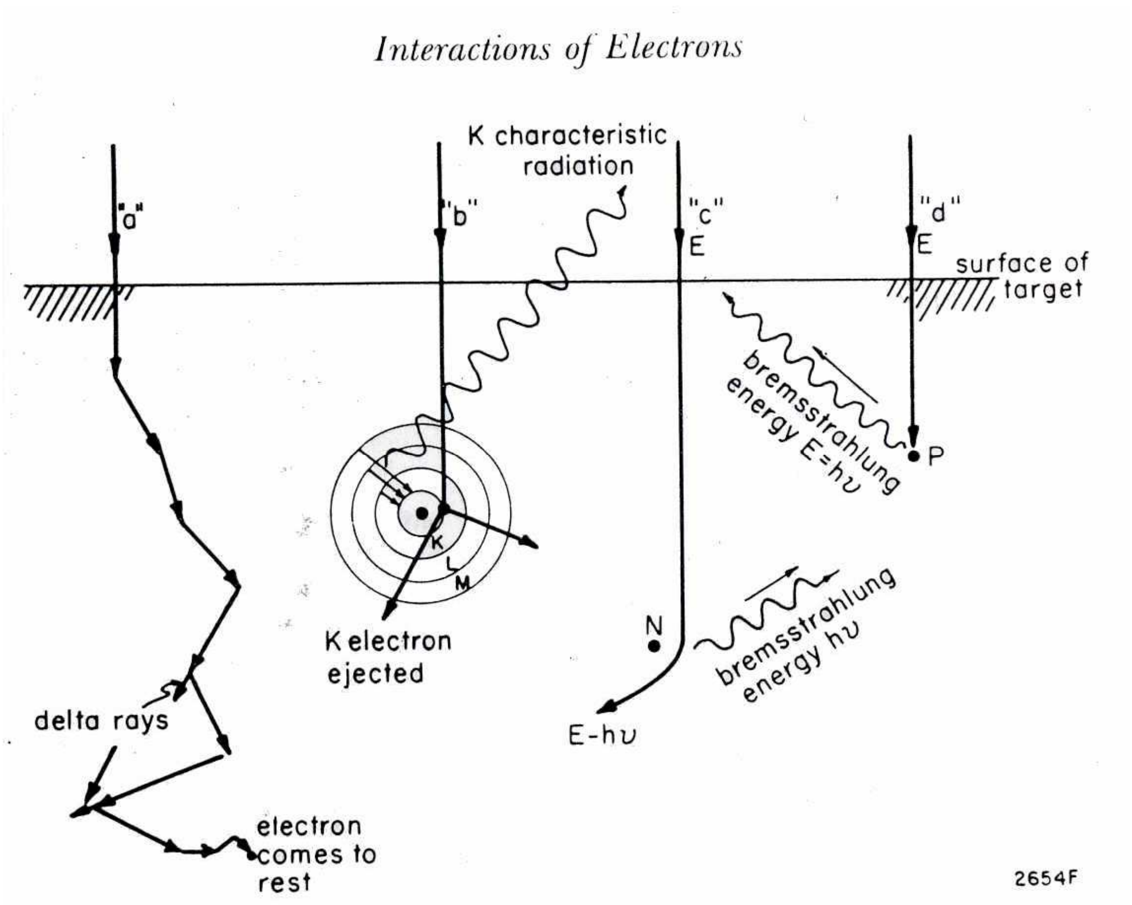
که چيرته يولوړ انرژي الکترون اويا د بيتا ذره د مادې اتومونو سره ولګيږي نو ديوې خوا د اتوم په مدارکي دالکترونوسره او دبلې خوا د اتوم هستې پروتونو سره دکولومب بريښنايزقواوپه بنسټ غبرګون کولاى شي. په ٣٦- شکل کې د مادې سره د الکترون غبرګون فزيکي کړنلاره ښودل شوي ده.

- „a“ : يوالکترون مادې ته ورننوځي اودهغو الکترونو سره چې د اتوم په بهرنيومدارونو کې پراته او دومره کلک تړلي نه دي غبرګون کوي. په دې کړنلاره کې هر وارلږ څه انرژي د لاسه ورکوي او په پايله کې د خپل پخواني سمت څخه کږيږي. ترڅو چې دغه الکترون خپله ټوله انرژي د لا سه ورکوي، لږ څه يوزرتکرونه ورته په کاردي.
- „b“ يو الکترون مادې ته ورننوځي او د اتوم ننى مدارونولکه د K مدار کلک تړ لي الکترون سره غبرګون کوي او دومره انر ژي ورته انتقال کوي چې د K الکترون د اتوم څخه بيخي راووځي (K electron ejected). په دې ترځ کې د K مدار ځانګړې وړانګې د اتوم څخه خپريږي (K characteristic Radiation) .
- د٣٦ شکل د „ C “ په برخه کې کله چې يو الکترون د هستې (Nuclueus = N) په نږدې واټن کې تيريږي او انرژي يې د بيلګې په ډول په E سره وښيو، نود کولومب مثبت بريښنايز قواوداغيزې له کبله راڅکول کيږي او په پايله کې د خپل سم سيخ سمت نه کږيږي. نوموړئ الکترون اوس د پخوا په پرتله په لږ حرکي انرژي E-hυ سره مخ په وړاندې خو ځيږي. په دې ترځ کې داکسريزيو ډول وړانګې لا س ته راځي چې د بريمزوړانګو (bremsstrahlung) په نامه سره ياديږي او انرژي يې په hυ سره ښودل شوې ده. نوموړې وړانګې دسرطان ناروغى په تشخيص (پيژندنه) او تبرايي (درملنه) کې مهم رول لوبوي (15).
- ٣٦ شکل „d“ که چيرته يو الکترون دومره ډيره انرژي ولري چې د هستې منځ ته ورننوځي او هلته د يو پروتون سره د غبرګون په پايله کې خپله ټوله حرکي انرژي $E_{ِ}$ د لا سه ورکړي نوپه دې صورت کې هم د بريمزوړانګې (bremsstrahlung) منځ ته راځي او انرژي يې مساوي ده له:

$$(E = h\upsilon)$$

په دغه معادله کې اچ h د يوه جرمني فزيک پوه ماکس پلانک (Max Planck) په وياړيوثابت عدد(شميره) دى چې د پلانک اغيزمن کوانتوم په نامه سره ياديږى او قيمت يې مساوي دى له:

$$h = 6{,}26 \times 10^{-34}\, J.s$$

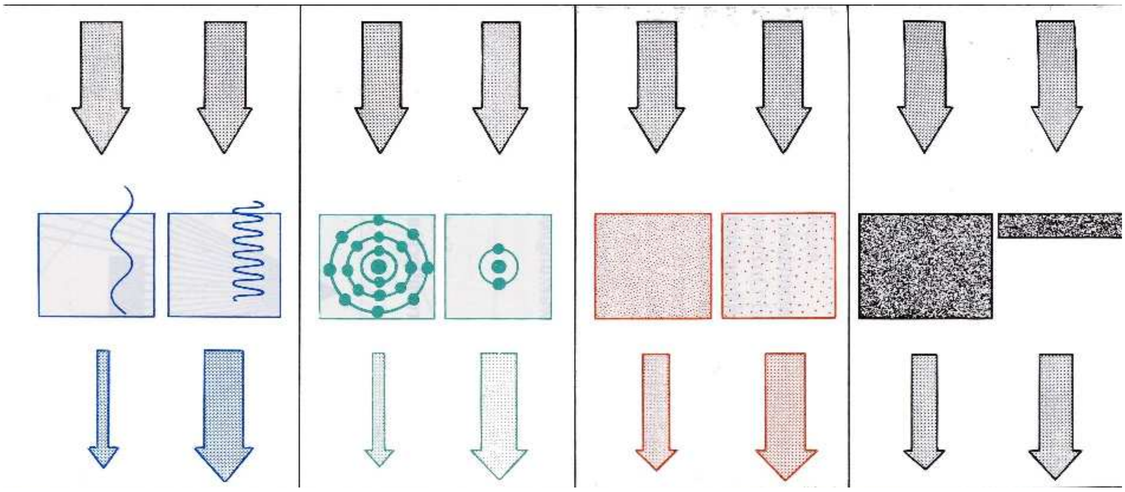


۳٦- شکل: (Interaction of electrons) د يوې مادې داتومونو سره دالکترون وړانګو هراړخيز فزيکي غبرګون ښودل شوئ دی. a : ارتجاعي ضربه (Elastic impact): الکترون داتوم په څنګ کې تيريږي اويوازې خپل سمت ته تغيوروکوي. خو کله چې اتوم ته ډير ورنږدې شي نو داتوم الکترونو سره غبرګون کوي اويو الکترون چې ددلتا الکترون delta rays = δ او يا دلتا وړانګو په نامه سره ياديږي د مدار څخه راوباسي. نوموړئ الکترون دګڼ شمير ټکرونو څخه وروسته انرژي د لاسه ورکوي او ځای په ځای دريږي ، b : غير ارتجاعي ضربه (Inelastic impact) او د اکسريزمنځ ته راتلل : C; دبريک وړانګو يا ني دبريمزوړانګو(Bremsstrhlung) پيداښيت.(15)

په ماده کې دوړانګودکمزورتيا قا نون (Radiation Attenuation law in Matter)

کله چې وړانګې د يوې مادې سره غبرګون وکړي نو يوه برخه يې هلته جذب کيږي او بله برخه يې د مادې څخه تيريږی. په ۳۷- شکل کې پنډ وېکتورونه دا مانا لري چې ډيرې وړانګې او نري وېکتورونه دامانا ورکوي چې د مادې څخه لږ وړانګې تيريږي. په يوه ماده کې دوړانګو جزب کيدل د مادې په پنډوالي، کثافت، اتوم نمبر او دوړانګو په انرژي پورې اړه لري.

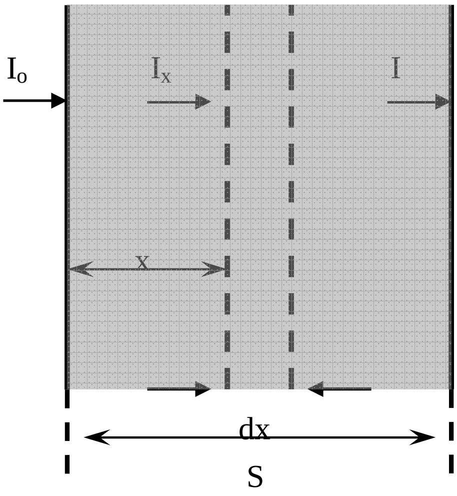
يادونه: په هسته کې پروتونونه او نيوترونونه دهستوي قوې په واسطه (Strong force) يوځای سا تل کيږي. همدارنګه د پروتون اونيوترون تر منځ هم دغه هستوي قوه اغيزه لري اويو بل سره ښکوي.

د مادي پنډوالی	دمادي کثافت	د اتوم نمبر	دوړانګودڅپو اوږدوالی
			
دوړانګوجذب کېدل دمادي پنډوالي سره لکه اکسپونېنسیال تابع کمښت مومي	دوړانګوجذب کېدل د مادي کثافت سره سم سیخ تړاو لري	دوړانګوجذب کېدل داتوم نمبر په څلورم طاقت تابع ده.	دوړانګو جذب کېدل د دڅپواوږدوالي په دریم طاقت سره متنا سب ده.

۳۷ - **شکل**: په یوه ماده کې دوړانګودغبرګون په پایله کې هراړخیزجذ بیدل ښودل شوي دي (51)

په ۳۸ شکل کې ښودل شوئ ده چې که الکترومقناطیسي وړانګې دیوې مادې ځخه تیریږي نودهغې لومړنۍ شدت I_0 د پنډوالي S په هره کوچنۍ تفاضلي برخه dx کې ددریو فزیکي کړنلارو په بنسټ لکه د کمپټون اغیزه، د فوتو اغیزه او الاستیکي غبرګون په بنسټ کمښت مومي او یا په بل عبارت شدت یې کمزورۍ کیږي. په نوموړي فزیکي کړنلاره کې د مادې د اتومونو سره الکترو مقناطیسي وړانګې غبرګون کوي اوپه پایله کې دیوه اکسپونینسیال تابع (Exponential function) په بڼه د پنډوالي په تړاو کمښت مومي.

- ☑ دوړانګولومړني شدت I_0 یوه برخه (I_x) په ماده کې جذب کیږي
- ☑ دوړانګولومړني شدت یوه برخه وړانګې خپل سمت ته تغیر ورکوي او د مادې ځخه وځي
- ☑ دوړانګولومړني شدت پاتې بله برخه (I) بې له غبرګون ځخه دما دې نه سم سیخ تیریږي.
- ☑ په ماده کې نوري نوی ذرې د غبرګون په پایله کې منځ ته راځي
- ☑ دمادې په یوه تفاضلي پنډ ه برخه او د لارې په اوږدو کې دمنځ خواته انعکاس کوي او موازي نه ځي نو له دې کبله یې شمیر ډیریږي.



۳۸- شکل: دوړانګولومړنۍ شدت I_0 دمادي په هریوه کوچني تفاضلي پنډوالي dx کې د تفاضلي شدت dI په اندازه کمښت مومي. کله چې دغه ټول کمښت سره جمعه کړوياني انتګرال يې ونيسو نودپنډالي په اوږدو کې S دلومړنۍ شدت ټول کمښت لاس ته راځي.

د يوې مادي په يوه برخه کې چې د اکس x په توري سره يې ښيو دالکترومقناطيسي وړانګو د شدت I_x تفاضلي معادله دپنډوالي کوچنۍ برخي dx په تابع سره په لاندې ډول ليکلای شو:

$$dI_x = -\mu \; I_x \; dx$$

د رياضي په پورتنۍ تفاضلي معادله کې د منفي علامه دا سي ما نا ورکوي چې دالکترو مقنا طيسي وړانګو تفاضلي شدت dI_x کمښت مومي کله چې ديوې مادې ترټولو کوچني پنډوالي dx څخه تيريږي. په نوموړې تفاضلي معادله کې ميو μ د يوناني ژبې يو توکی دی او د کمښت يا کمزورتيا خطي ضريب او يا دکمزورتيا فکټور (Attenuation coefficient) په نامه سره ياديږي چې وا حد يې يو تقسيم په سانتي متر cm^{-1} ياني د اوږدوالي معکوس (Reciprocal value) کميت ټاکل شوئ دی. په بل عبارت سره ميو μ دفوتون ذروهغه برخه ده چې د يوې مادې د پنډوالي په واحد کې غبرګون کوي. دبيلګي په ډول $\mu = 0{,}01\ cm^{-1}$ دا مانا لري چې دفوتون وړانګو د سلو څخه يوازې يو فوتون دمادې په هريوه سانتي متر پنډوالي يا پټ (Layer) کې غبرګون کوي.

نوموړئ ضريب د مادې د کثافت رو ρ او دوړانګو دانرژي E تابع ده اوپه رياضي کې نوموړې مطلب داسې ليکل کيږي: $\mu = \mu(E\rho)$

پورتنی معادل په بله بڼه اړوو:

$$\frac{dI_x}{I_x} = -\mu \; dx$$

کله چې دپورتنئ معادلې ښي اړخ او کيڼ اړخ ياني دوړانګو شدت او پنډوالي انتګرال ونيسو نو لرو:

$$\int_{I_x=I_0}^{I}\frac{dI_x}{I_x}=-\mu\int_{x=0}^{x}dx$$

د طبيعي لوګاريتم ln په کارولوسره چي قاعد ه يي 2,718 = e عدد(شميره) تا كل شوي ده پا سنۍ معادله لاندنۍ شكل ځانته غوره كوي (X= S) .

$$\ln\frac{I}{I_0}=-\mu\ X$$

كله چي دقاعدې عدد(شميره) لپاره د اويلررياضي پوه دنوم لنډيزپه موخه لومړی تکي يا نی (e = 2,718) وكاروو نود پورتنۍ معادلې دحل تابع لاندنی بڼه لري:

$$I=I_0\times e^{-\mu X}=I_0\times 2{,}718^{-\mu X}$$

په پورتنۍ معادله كي لاندني فزيكي كميتونه تعريف شوي دي:

I_0 دوړانګو لومړنی لويدونكی شدت، I دوړانګو هغه شدت ته وايي چي په ماده كي د پنډوالي X د تيريدلو څخه وروسته لا پاتي دی.

د شدت I او I_0 حاصل تقسيم ته ترانسميسيون وايي او مساوي ده: I/I_0 = Transmission

د شدت جذب كيدل يا نسبي كمښت مساوي دی له: rel. Attenuation = 1- I/I_0

څرنګه چي دالكترو مقناطيسي وړانګو لكه د فوتونو وړانګو شدت د فوتونو د شمير سره سم سيخ متنا سب دی نو كه چيرته په يوه ماده باندې د رالويدونكو (Incident) فوتونو شميرپه N_0 او د كمزورونكي مادې پنډوالی په ايكس x سره وښيو نو دهغو فوتونو شمير N چي دنومړي پنډوالي څخه تيرشوي دي په لاندې ډول تر لاسه كولای شو.

$$N\ =\ N_0\times e^{-\mu x}$$

❋ **پوښتنه**: ديوي راديواكتيوسرچيني څخه زر فوتونه I_0 = 1000 خپريږي اودلركي په يوه شپاړس سانتي متره x = 16 cm پنډه دړه (تخته) باندې لګيږي. كه دلركي د كمزورتيا خطي فكتوريي صفر عشاريه يوپه سانتي متر (μ = 0,1 cm^{-1}) قيمت ولري نودهغو فوتونو شميرمالوم كړئ چي دنومړي دړې څخه تيرښوي دي .

❋ **حل**:

$$\mu\ x = 0{,}10\ cm^{-1}\times 16\ cm = 1{,}6$$

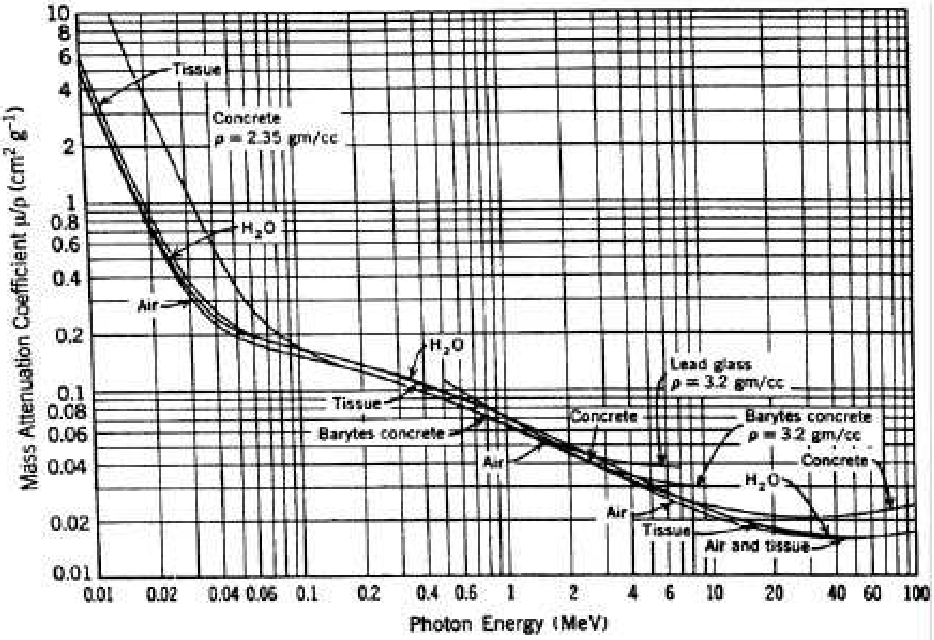
$$N\ =\ N_0 e^{-\mu x}\ =10^{3}\times e^{-1.6}\ =\ 202$$

* **ځواب:** د زرو فوتونو څخه يوازې دوه سوه دوه فوتونه دلرګي څخه تيريږي.

ځر نګه چي دکمزورتيا فکټور μ ديوې جذب کېدونکي مادي دکثافت ρ سره سم سيخ متنا سب دی نوپه يوه ماده کې دالکترو مقناطيسي وړانګو دکمزورتيا قانون په لاندې ډول هم ليکلای شو.

$$I = I_0 \times e^{-\frac{\mu}{\rho} X \rho}$$

په پاسنی معادله کې دکمزورتيا فکتور μ او کثافت ρ حاصل تقسم ته μ/ρ دکتلي کمزورتيا ضريب (Mass attenuation coefficient) ويل کيږي . دنوموړي ضريب وړتيا په دې کې ليدل کيږي چي د يوې مادې په کثافت پورې اړه نه لري. همدارنګه دکثافت ρ او د جذب کوونکي مادې دپنډوالي حاصل ضرب ته (μ×x) دکتلي سطحي ضريب ويل کيږي. په ٣٩ - شکل کې د اوبو، نسجونو، هوا او نورومواد وکي دوړانګو دکتلي کمزورتيا ضريب μ/ρ په واحد د سانتي مترمربع پرګرام (cm^2g^{-1}) ښودل شوئ دی.



٣٩ - شکل: په نسجونو، هوا، اوبو، کانکريټ او نورو موادو کې د ګاماوړانګودکتلي کمزورتيا ضريب (μ/ρ) په تابع د مېګا الکترون ولټ انرژي ښودل شوئ دی (15).

* **پوښتنه**: ديوه راديو اکټيو عنصر څخه دفوتون وړانګې خپريږي چي انرژي يې يو مګا الکترون ولټ قيمت لري. نوموړي وړانګې په لاره کې د کاربون په يوه ټوټه چي پنډوالی يې پنځوس کيلو ګرامه په يوه مترمربع کې دی لګيږي. د فوتونو هغه برخه مالومه کړئ چي دکاربون ټوټې څخه تيره شويده؟

* **حل**: دنومړي عنصر دکتلي کمزورتيا فکتورد ۳۹ شکل څخه رااخلوچي قيمت يي μ/ρ = 0,00636 m^2/Kg سره مساوي دی. دکتلي دکمزورتيا نومړئ فکتور μ/ρ د کاربون ډيڼدوالي x سره ضر ب کوو نو لرو:

$$(\mu/\rho) \times x = 50\ Kg/m^2 \times 6,36 \times 10^{-3}\ m^2/Kg = 0,318$$

دفوتونو هغه برخه چي دکاربون توتي څخه تيريږي مساوي دی له : $e^{-0,318} = 0,728$

* **ځواب:** دوړانګو لږ څه دری او يا په سل %73 دکاربون توتي څخه تيريږي.

* **پوښتنه:** داکسريزيوه سل کيلوالکترون ولټه آلي څخه د سږي عکس داخيستلو په موخه يوه ناروغ ته اکسريز ورکول کيږي. دناروغ دبدن پاتي برخي د سرپو Pb په بالاپوښ سره پټي کيږي تر څو دوړانګو دزرر څخه خوندي وساتلي شي. دنومړو وړانګو د کمزورتيا کچه معلومه کړی که چيرته په لاره کې د سرپو د بالا پوښ څخه چي پنډوالی يي يو ملي مترقيمت و لري (0,1cm) تيري شي؟

* **حل :** دسل کيلو الکترون ولټه انرژي لپاره د کتلي کمزورتيا فکټور قيمت مساوي دی له:

μ/ρ = 5,55 cm^2/g او د سرپو کثافت مساوي ده له $\rho(Pb)=11,35g/cm^3$ نو دوړانګو کمزورتيا قانون لپاره ليکو چي:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\frac{\mu}{\rho}X\rho} = e^{-5,55\times 0,1g/cm^2\times 11,35g/cm^3} = 0,0018$$

* **ځواب:** دفوتون وړانګو لږ څه دوه په زرمه برخه دسرپ بالا پوښ څخه د ناروغ بدن ته ننوځي.

د نيمايي ارزښت پنډوالی (Half-value layer = HVL)

نيمايي ارزښت پنډ والی د يوې مادې هغه پنډوالي ته وايي چي دوړانګو شدت I د هغي دتيريدلو څخه وروسته د وړانګو لومړني شدت I_0 په پرتله د جذ ب کولواوانعکاس په پايله کې نيمايي ته را ټيټ شي.

درياضي معادله يي داده:

$$\frac{I_{1/2}}{I_0} = \frac{1}{2} = e^{-\mu S_{1/2}} = \exp(-\mu S_{1/2})$$

او کله چي دمعادلي دواړو خواو طبيعي لوګاريتم ونيسو او په ياد ولورو چي

$(\ln e = \ln 2{,}718 = 1)$ نو لرو: $\ln\frac{1}{2} = -\ln 2 = -\mu\, S\, {}^{1}\!/_{2}$ او يا دخطي جذب کوونکي

ضريب μ لپاره داسي ليکو: $\mu = \frac{\ln 2}{S_{1/2}} = \frac{0{,}693}{HVL}$

او د نيمايي پنډوالي اندازې لپاره ($HVL = S_{1/2}$) ليکو:

$$HVL = S\, {}^{1}\!/_{2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0{,}693}{\mu}$$

دوړانګودشدت کمښت I د مادې دنيمايي پنډوالي HVL په تابع سره اوس لاندنی بڼه ځانته اخلي:

$$I = I_0 e^{-\mu S} = I_0 e^{-\frac{0{,}693\, S}{HVL}}$$

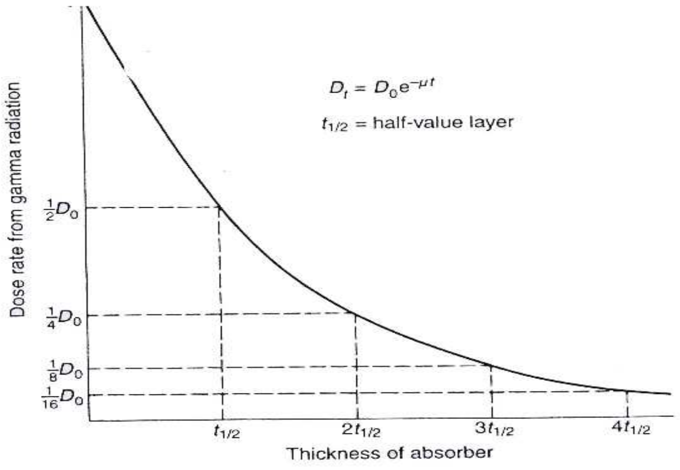
که چيرته په يوه ماده باند ی د رالويدونکو فوتونو لومړی شمير په N_0 او دهغو فوتونو شمير چي دپنډوالي x ځخه تيريږي په N سره وښيونو دالکترو مقناطيسي وړانګو دکمزورتيا قانون دنيمايي پنډوالي په وراچولو سره په لاندې ډول هم ليکلاې شو.

$$N = N_0 \times e^{-\mu x} = N_0 e^{-0{,}693\ X\ /\ HVL} = N_0 \times 2^{-X\ /\ HVL}$$

ځرنګه په يوه ماده کي د جذب شووفوتونو شمير N د انرژي ډوز D سره سم سيخ متناسب دی نو پورتنی معادله په لاندې ډول هم ليکلای شو:

$$D = D_0 \times e^{-\mu x} = D_0 e^{-0{,}693\ X\ /\ HVL} = D_0 \times 2^{-X\ /\ HVL}$$

په ٤٠ شکل کي دپورتنی معادلي ګراف رسم شوئ دی. په نوموړي ګراف کي د نيمايي پنډوالي HVL په ځای د جذب کوونکي مادې نيمايي پنډوالی په $(Thickness = t_{1/2})$ او بيا په خپل وارسره دوه نيمايي پنډوالی $(2\, t_{1/2})$ دری نيمايي پنډوالی $(3\, t_{1/2})$ او ځلورنيمايي پنډوالي $(4\, t_{1/2})$ سره ښودل شوئ دی.



٤٠- شکل: په عمودي محورکې د ګاماوړانګودوزقدرت D_t اوپه افقي محورکې د جذب کوونکې مادې پنډوالی په واحد د نیمايي پنډ والي (Thickness = $t_{1/2}$ = HVL) سره شودل شوئ دی. دپورتني ګراف څخه ښکاري چې دیونیمايي پنډوالي $t_{1/2}$ څخه وروسته د تیرې شوووړانګو انرژي دوزقدرت د ګاما وړانګولومړني دوزD_0 په پرتله نیمايي ½ D_0 او د دوو نیمايي پنډوالي څخه وروسته 2 $t_{1/2}$ یو په څلورمې برخې ¼ D_0 او ددریونیمايي پنډوالي 3 $t_{1/2}$ څخه وروسته یو په اتمه 1/8 D_0 برخه کمښت مومي.

* **پوښتنه**: دکوبالټ شپیته Co-60 یوه طبي آله په یوه متر واټن او یوه دقیقه کې اتيا سانتي ګري (80cGy/min) دانرژي دوز قدرت لري. دوړانګو دزررڅخه دځان ساتلو په خاطر نړیوال کمیسیونون ICRP دا سپارښتنه کوي چې په یوه متر واټن کې دنوموړې آلې د دوزقدرت دووه ملي سانتي ګرې څخه په یوه ساعت کې وانه وړي. په کومه کچه د سرپوفلز یوه پنډ دیوال ته اړتیا لیدل کیږي تر څو دنوموړو وړانګو شدت دومره کمزورئ کړي چې طبي کارکوونکو پرسونل ته زیان وه نه رسیږي.

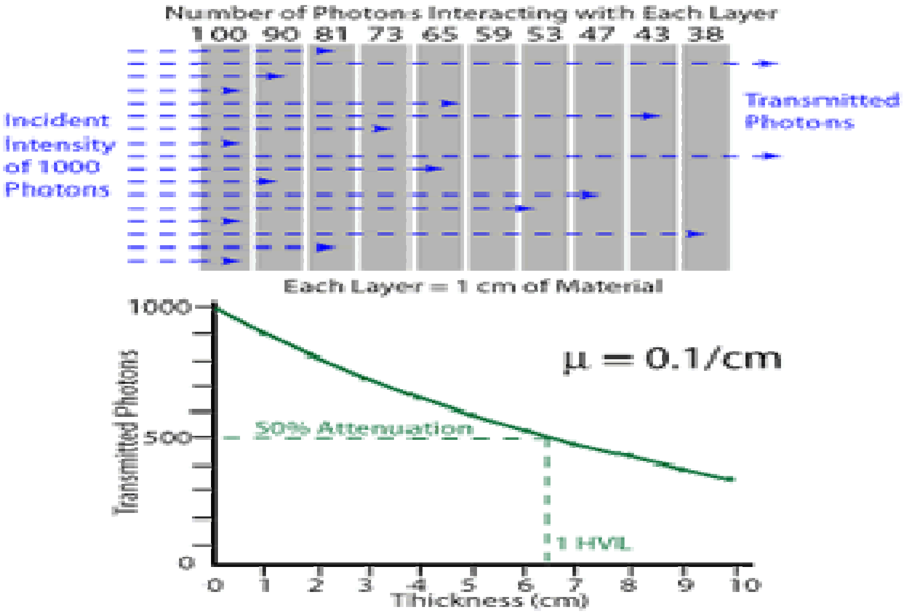
* **حل**: دسرپو فلزد کمزورتیا خطي فکتور مساوي ده: $66\ m^{-1}$ دنیمايي ارزښت پنډوالي لپاره لیکو چې: $HVL = 0{,}693/66\,m^{-1} = 0{,}0105\ m$

دوړانګود کمزورولو اندازه یا کچه مساوي ده له:

$$\frac{80 \times 60\ cGy\ /\ h}{2 \times 10^{-3}\ cGy\ /\ h} = 2400000 = 2{,}4 \times 10^{3} \times 10^{3}$$

* **ځواب:** په هغه ځاې کی چې طبي پرسونل کارکوی دنوموې آلې دانرژي قدرت باید چې لږڅه دوه نیم ملیونه واره کم شي ترڅود هغوې روغتیا ته کوم زیان وه نه رسیږي. لاندنی شمیرنه راښيي چې دنوموړئ کمښت لپاره لږ څه درویشت سانتي متره (23,1 cm) دسرپوفلز په کارده.

د وړانګو زرځله کمښت ته دسرپوفلز لږ څه لس توټي نیمايي ارزښت پنډوالی په کاردی. داځکه چي که دوه په طاقت دلسوونیسونو قیمت يي لږڅه زرکیږي ($2^{10} = 1024$) کله چي نیمايي پنډوالی په لسو کي ضرب کړونولرو: ($0,0105\ m \times 10 = 0,105m$) . دوړانګوبیا زرځله کمښت ته د سرپ فلز لس توټي نیمايي ارزښت پنډوالی په کاردئ چي د 0,105 m متره سره مساوي دی. ددوه عشاریه څلورځله کمښت لپاره لږڅه اضافه له يو نیمايي ارزښت پنډوالی یاني لکه دوه په کاردي چي د 0,021 m متره سرپ فلزسره مساوي دی. کله چي د نوموړو تولونیمايي پنډوالو شمیر اواندازه سره جمع کړو (0,105m+0,105m+0,21m = 0,231m) نو لږڅه درویشت سانتي متره اویا په بل عبارت دسرپ فلز صفرعشاریه درویشت متره کچه په کارده.



۴۰- الف شکل: په پا سني شکل کي یوه ماده په لسو سانتي مترو ویشل شوې ده او ددغي مادې په هر یوه سانتي متر پنډوالي کي د فوتونووړانګو غبرګون ښودل شوي دی. د ښلکه په ډول د چپ اړخ نه زر فوتونونه په ماده لګیږي او دهغوی څخه یوازې سل فوتونونه په یوسانتي مترپنډوالي کي جذب کیږي اوپاتي نوي په سل کي ور څخه تیریږي. په لاندني شکل کي د هریوه سانتي متر څخه د تیرو شووفوتونو شمیر (Transmitted Photons) د مادې د پنډوالي په تابع سره راښیي. دمادې دنیمايي پنډ والي څخه وروسته (HVL) چي دلته لږڅه شپږ نیم سانتي متره دې دتیرو شوو فوتونو شمیر پنځوس په سل یاني پینځه سوه دی.

د لسم ارزښت پنډ والي (Tenth-value layer = TVL)

همدارنګه لسم ارزښت پنډوالي (Tenth-value layer = TVL) دیوې مادې هغه پنډالي ته وايي چي د وړانګو لومړني شدت I_0 لسمه برخه ور څخه تیریږي. دلسم ارزښت پنډوالي TVL او د کمزورتیا خطي فکتور μ تر منځ لاندنی اړیکی اعتبار لري.

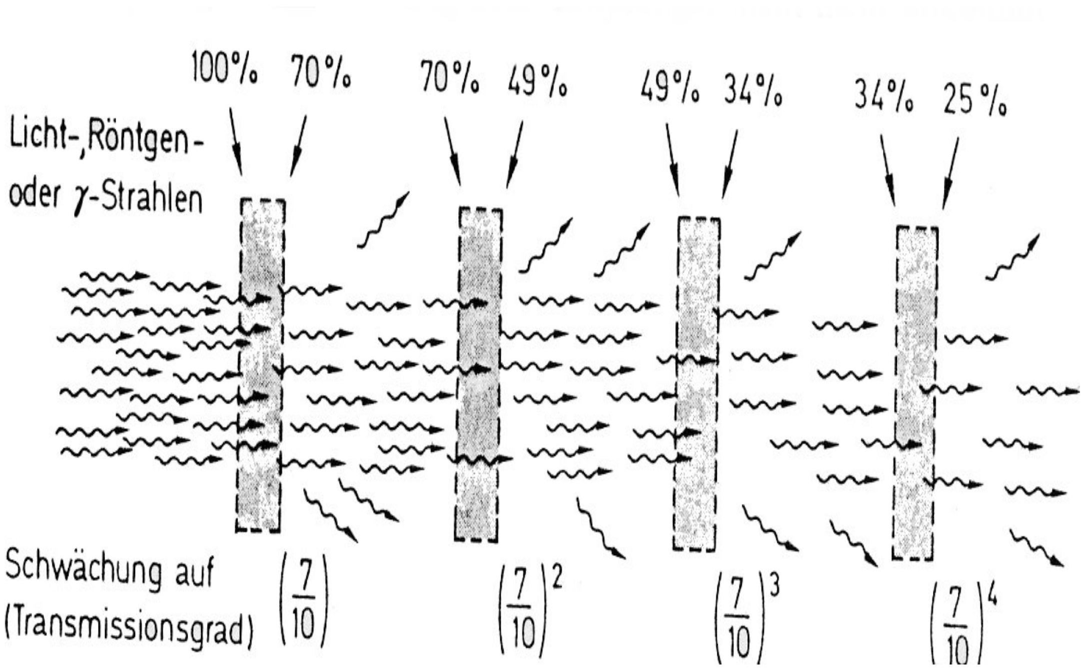
$$TVL = S_{1/10} = \frac{\ln 10}{\mu} = \frac{2{,}30}{\mu}$$

د لسم ارزښت پنډ والي **($TVL = S_{1/10} = X_{1/10}$)** او **د نیمايي ارزښت پنډوالي** **($HVL = S_{1/2} = X_{1/2}$)** تر منځ لاندنی اړیکي شته دي.

$$X_{1/10} = X_{1/2} \times \ln 10/\ln 2 = 2{,}3/0{,}693 \times X_{1/2} = 3{,}3 \times X_{1/2}$$

TVL = 3,3 HVL

یاني لسم ارزښت پنډوالی د نیما یي ارزښت پنډوالي په پرتله لږ څه دری نیم ځله لوړدی.



۴۱ ـ شکل: کله چې الکترو مقناطیسي وړانګي په یوه ماده ولګیږي نو دهغي داتومونو سره دغبرګون په پایله کې د ښلګه په ډول لکه جذب کیدل او انعکاس کیدل خپل لومړنی شدت دلاسه ورکوي. په نوموړي شکل کې د ګاما وړانګي دځلوروبرخواو یوبرابر پنډي مادي څخه تیریږي. په هره یوه برخه کې دوړانګو نسبي تیریدنه یا ترا نسمیسیون (Transmission = 7/10) اوه پر لس 7/10 قیمت لري. دپام وړخو داده چې دوړانګود لومړني شدت څخه یوازې پینځه وینت په سلوکې 25% پاتې کیږي او پینځه اویا په سلو کې 75% دمادې څخه پخپله جذب او یا انعکاس کیږي.

انرژي په کيلوولټ يا ميګا ولټ	اوبه کثافت يې 1,0 g/cm^2	پخي خښتي کثافت يې 1,6 g/cm^2	کانکريټ کثافت يې 2,4 g/cm^2	اوسپنه کثافت يې 7,8 g/cm^2	سرپ کثافت يې 11,3 g/cm^2
50 kV	9	5	4	1	
100kV	17	12	11	3	
200kV	24	20	19	10	1
300kV	28	24	23	17	4
Ir-192	35	36	35	35	15
I-131	36	37	36	36	16
Cs-137	39	40	40	42	23
Co-60	50	51	51	54	44
Ra-226	57	58	58	60	53
10 MeV	90	90	85	75	67
20MeV	105	105	100	84	68

١٦- جدول: د ځينومواد لپاره دلسم ارزښت پنډوالي $(Z = TVL \times \rho)$ اندازه په واحد گرام پرسانتي متر مربع g/cm^2 د اکسريزاو راديو اکتيو عنصر ودانرژي په تابع سره ښودل شوي ده.

دلسم ارزښت شميرنه:

دبيلګي په ډول که وغواړو چي د سل کيلو ولټه 100 kV اکسريزيوي طبي آلي وړانګي د پخو خښتو ديوه ديوال په جوړولو سره دومره کمزورې شي چي دنومړې آلي يوازي لسمه برخه وړانګي ورڅخه تيرې شي نو ددې موخي لپاره دپخو خښتو دديوال پنډوالی په لاندې ډول سره محاسبه کولای شو.

لسم ارزښت پنډوالي په واحد د سانتي متر يا TVL(cm)

لسم ارزښت پنډوالی په واحد د ګرام په سانتي متر مر بع يا $Z\ (g/cm^2)$

دمادي کثافت په واحد ګرام پر متر مکعب يا $\rho\ (g/cm^3)$

لسم ارزښت پنډوالی په واحد سانتي متر = لسم ارزښت پنډوالی په واحد دګرام پر سانتي متر مربع تقسيم په کثافت دهمغي مادي په واحد ګرام پر سانتي مترمکعب $TVL\ (cm) = Z(g/cm^2) / \rho(g/cm^2)$

دپورتني جدول له مخي د سل کيلو ولټه انرژي لپاره د پخي خښتي کثافت $\rho = 1,6\ g/cm^2$ او $Z = 12\ g/cm^2$ دی نو د پخي خښتو لسم ارزښت پنډوالي اندازه مساوي ده له:

$$TVL = \frac{12\ g/cm^2}{1,6\ g/cm^3} = 7,5cm$$

* **ځواب:** اوه نيم سانتي متره پخي خښتي او يا څلورنيم سانتي متره دکانکريټ پنډ ديوال ته اړتيا ده تر څو د نومړې آلي يوازي لسمه برخه وړانګي ورڅخه تيرې شي.

دپام وړ : مایکروڅپې (Microwave) دالکترومقناطیسي وړانګو یوه برخه تشکیلوي اوفریکوینسي یې د یو ګیګا حرڅ 1 GHz څخه تر درې سوه ګیګا حرڅ 300 GHz پورې رسیږي. دمایکروڅپوڅخه په ورځني ژوند کې ګټه پورته کیږي لکه مایکروڅپو بخاری Microwave oven . کله چې مایکروڅپې دیوې مادې لکه ډوډۍ، غوښه، اوبواونورو خوراکي شیانو څخه تیریږي نو د نوموړو موادو مالیکولونه انرژي ترلاسه کوي او په پایله کې تو دیږي. څرنګه چې ډیرمواد شته دي چې مالیکولونه یې بریښنایز دوه قطبه لري د بیلګي په ډول لکه داوبومالیکولونه چې مالیکول یې یو مثبت اویو منفي بریښنایز قطب لري نوله دې کبله د مایکروڅپو په متناوب الکترومقناطیسي ساحه کې په څرخیدلو Rotation پیل کوي او دګاونډیو مالیکولوسره میخانیکي ټکر کوي او هغوی هم په حرکت راولي. په پایله کې میخانیکي انرژی په حرارتي انرژي اوړي. د روغتیا په تړاو دمایکروڅپوناوړو اغیزوو په اړوند دمسلکي پوهانوترمنځ توپیر لرونکي نظرونه شته دي. ځینې څیړنې په ډاګه کوي چې دموبایل تلیفون هم ناوړه اغیزې لري. خو څرنګه چې مایکروڅپو انرژي دومره لوړه نه ده چې په یوه حجره (ژونکه) کې داتومونو او یا مالیکولونوڅخه الکترونه راوباسي نوداسي اټکل کیږی چې په دې این اې کې کوم بدلون نه شي راوستلای او له دې کبله د سرطان ناروغی سبب(لامل) کیدلای نه شي. که ومنو چې دټیټ فریکونسي په ساحه کې لکه موبایل تلیفون فریکونسي دیرش هرڅ 3×10^{1} قیمت ولري نود څپو اوږدوالی یې 10^{7} m متره کیږي او انرژي یې مساوي ده له:
$1{,}24\times10^{-13}$ eV

پوښتنې (Questions):

۱-٦ دیوې مادې سره دوړانګوهغه غبرګونونه په ګوته کړی چې دمادې سره دلګیدوپه پایله کې دانرژي جذب کیدلو سبب(لامل) ګرځي.

۲-٦ کله چې وړانګې دلسم ارزښت پنډوالي څه تیرې شي نوڅومره برخه یې تیریږي او څومره برخه یې په ماده کې پاتې کیږي؟

۳-٦ د۱٦ جدول له مخې د کوبالټ تیراپی دستګاه لپاره په خپل وار سره لسم ارزښت پنډوالی د اوبو، پخې خښتې اوکنکریټ لپاره تر لاسه کړی.

٤-٦ په یوه ماده کې دوړانګو جذب کیدلو فزیکي کړنلارې ددغې مادې دکوموخواصو سره تړاولري؟

٥-٦ دفوتو اغیزه دناروغیو په تشخیص کې چې داکسریزآلې په مرسته سره تر سره کیږي څومره اوولې اړین رول لري؟

اووم څپرکی

کلینیکي ډ وزیمتري (Clinical Dosimetry)

ډوز (Dose)

ډوز کلمه دلومړي ځل لپاره د خوارلسمي پیړۍ په اخیره لسیزه کې د د واګا نودیوې ټا کلې اندازې یانې کچې د خوړلو په موخه د پاراسپلزیوس (Paracelsius) یوجرمنۍ بیوکیمیاپوه له خوا په کاروا چول شوه. نن ورځ په فارماسي کې ډوز کمیت ددواګانواندازه په ګرام سره راښیي. نومړي کارپوه په بدن کې د عنصرواهمیت د میتابالیزم اود روغتیا په ترا ودهغوی ټاکلې اهمیت وخیرلواوپه اخیرکې یې یوه نامتوپوهنیزه جمله ولیکله چې نن ورځ هم دعام وګړوپه خبروکې کارول کیږي:

- (هر یو شئ چې دخپلې اندازې نه زیات شي دبدن لپاره ذهردی) دغه مفهوم د لاتین په ژبه په هغه وخت کې داسې لیکل شوئ وو.

(Fazit Dosis Venenum)

د پارا سپلزیوس علمي څیرنې څوکاله وروسته د تجربو په اساس په ثبوت ورسیدلې او له دې کبله تر نن ورځې پورې په نړیواله کچه د پوهانو تر منځ منل شوې دي. داپه دې مانا چې که هرڅوک دخپل بدن دا ړتیا نه ډیر خوراک ، څښاک وکړي اویا دواګانې راونیسي نو د ناروغیو د پیدا کید لو امکانات ورسره سم سیخ زیاتیږي. د بېلګه په ډول که څه هم د روغتیا لپاره د ویتامینو(Vitamines) خوړل ګټور ګڼل کیږي خو که دورځنۍ اړتیا وړ سرحد یا کچې څخه واوړي نو بیاد بدن لپاره د ګټې پر ځای زیان رسوي. همدې ته ورته بیلګه دایونایز کوونکو وړانګوداندازې خطر ډوز سره سم سیخ دیادونې وړدی. هر څومره چې دوړانګواندازه په چاپېریال کې په طبیعې وړانګوبرسیره نوره هم ډیریږي او که په ډیره لږ اندازه هم وي په همغه کچه دانسان روغتیا ته دزیان پیښیدلو احتما ل هم زیات اټکل کیږي.

ایون ډوز (Exposure = Ion dose = I)

ایون ډوزدساینس پوهنې په څانګه او په تیره بیا په رادیوفزیک کې دالکترومقناطیسي وړانګوهغې اندازې او یا شد ت ته وایي چې د هوا د مالیکولوسره د غبرګون په پایله کې یوډول یانې منفي او یا مثبت بریښنایز چارجونه منځ ته راولي.

ددې لپاره چې دروغتيا په تړاو دايونايز کوونکو وړانګو ناوړه اغيزې وڅيړو نو د نوموړې موخې لپاره دايون ډوزفزيکي کميت تعريف ته اړتيا پيدا شوه.

دايون ډوزتعريف :

ايون ډوز I = په يوه کيلوګرام Δ m هواکې ديوډول ياني مثبت تولواو يامنفي تولو پيداشووايونو بريښنايزچارج ΔQ اندازې ته ويل کيږی

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$$

I = ايون ډوز ياايونو اندازه
ΔQ = د بريښنايز چارج توپيريا تفاضل
Δm = د کتلې يوه کوچنی برخه يا تفاضل (توپير)

دايون ډوز واحد:

کولومب تقسيم په يو کيلوګرام هوا

Coulomb/Kilogramm =1C/Kg

دکتلې په ځاې کولاې شو چې دهوا کثافت ρ اوحجم **ΔV** هم وليکو نودايون ډوز لپاره ليکلای شو چې:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta m} = \frac{\Delta Q}{\rho \Delta V} = I$$

دروئتګن واحد **(Roentgen unit =R)**

دايون ډوز پخوانی واحد رونتګن نوميده. يو رونتګن داکسريزآلې هغه کچه ايون ډوزته وايې چې په يوه سانتي متر مکعب وچه هوا(ρ=1,293mg/cm^3) اوترعادي شرطونو ياني دسا نتي ګراد صفردرجه (0°) اوديوتخنيکي اتموسفير فشار (1013 mbar) لاندې تاکلي شمير جوړه مثبت ايونواوالکترونو(Ionpairs) يوالکتروستاتيک چارج واحد (electrostatic units= esu) منځ ته راوړي. يو الکترو ستاتيک واحدلږ څه دوه مليارده مثبت او منفي جوړه ايونو (2,082×10^9 Ionpairs) سره مساوي دي . دروئتګن او دنړيوال واحد SI تر منځ اړيکې په لاندې ډول لاس ته راوړلای شو. دنوموړې موخې لپاره يو الکترو ستاتيک چارج واحد د يوګرام هوا په وزن باندې ويشو.

☑ په بيالوژيکې ډوزيمتري کې پخوا دروئتګن واحد څخه کار اخيستلو. د بيلګې په ډول که دبدن پوستکې ته په يوه وارځلورسوه شل رونتګن (Erythem dose = 420 roentgen) ورسيږي نو پوستکی سورکيږي. دوړانګو دغه ډول کلينيکې اغيزه د انرژي ډوزواحد په توګه ټاکل شوېوه.

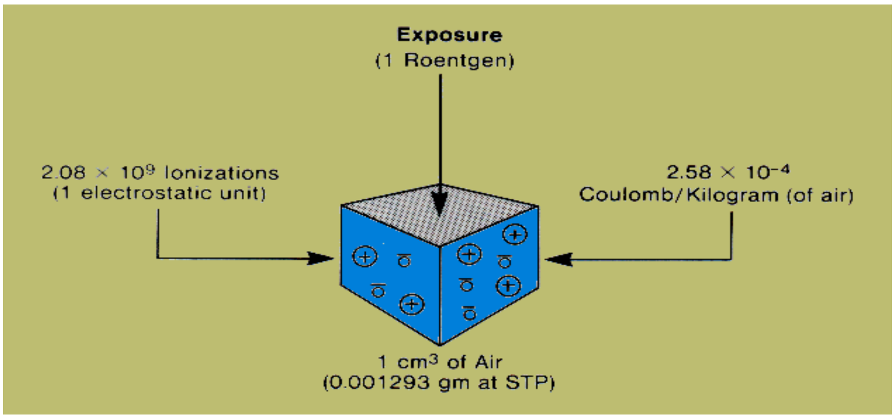
$$1\,R = \frac{1\,esE}{0{,}001293\,g\,(Luft)} = \frac{2{,}082 \cdot 10^{9}\,(Ionenpaare)}{0{,}001293\,g\,(Luft)} \cdot \frac{1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C}{(Ionenpaar)} = 2{,}58 \cdot 10^{-4}\,\frac{C}{kg}$$

$$R = 2{,}58 \times 10^{-4}\,\frac{C}{Kg}$$

کله چي دپا سنی معادلي څخه یو کولومب په رونتګن واړوونو یو کولومب پر کیلوګرام له R 3876 رونتګن سره مساوي ده.

$$1\ C/Kg = 3876\ R$$

☜ کله چي د $6{,}24 \times 10^{18}$ ایونو بریښنا یز چارج سره جمع کړو نو یو کولومب C ورڅخه لاس ته راځي.



۴۲ - شکل: کله چي یو رونتګن وړانګي په یو سانتي متر مکعب وچه هوا کي ورننوځي چي کثافت یي په عادي فشار او تودوخي کي (0,001293 gram standard temperature and pressure) ، نو هلته لړڅه دوه ملیارده ($2{,}08 \times 10^{9}$ ionpairs) جوړه ایونونه منځ ته راولي(37).

☜ په یوه کیلوګرام وچه هواکي د پیداشووچارجونوتوله اندازه مساوي ده له: $2{,}58 \times 10^{-4}$ C/Kg

دبریښنا جریان قدرت

کله چي په هوا کي دبریښنا جریان I دهوا په کتله m_{air} او وخت t سره وویشو نو د بریښنا جریان قدرت J لا س ته راځي چي واحد یي کولومب C تقسیم په کیلو ګرام kg اوثانیه (s = second) ټاکل شوئ دی.

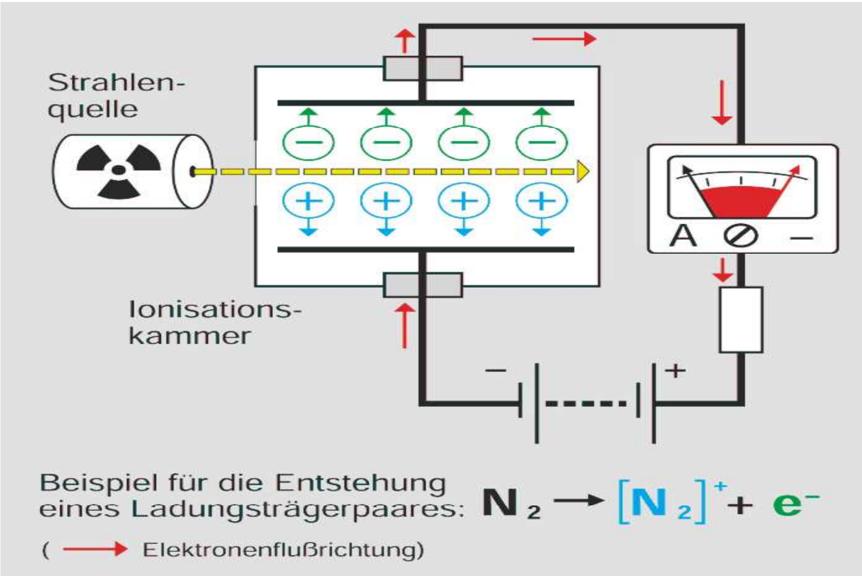
$$J = \frac{dI}{m_{air} \times dt} = \left[\frac{C}{Kg \times s} \right]$$

دايون دوز اندازه کول:

په ٤٣ شکل کې ښودل شوې ده چې د يوې ايونايزيشن چمبر (Ionization chamber) په مرسته سره چې يوه فزيکي آله ده د نوموړو الکترونو بريښنايز چارجونه يا بريښنايز جريان اندازه کولاې شو.

- ايونايزيشن چمبرد يوه لوښي ځخه جوړه ده چې دوه الکترودونه لري اود خاذن په نامه سره ياديږي. دخاذن يوه الکترودډبيټرئ دمثبت او بله يې دمنفي قطب سره تړلې ده. کله چې داکسريزآلې څخه وړانګې راووځي اوبيا چمبر ته ور ننوځي اوهلته هوا يا يو بل غازوي نو دغه وړانګې په دې هوا يا غاز کې ايونايزيشن کړنلاره تر سره کوي. په پايله کې الکترونونه مثبت قطب ته او مثبت ايونونه دمنفي قطب خواته خوځيږي. په دې چمبر کې دبريښنا جريان د يوه امپير ميټرپه مرسته سره اندازه کيږي. هر څومره چې د ايونايزيشن درجه يا د بريښنا شدت زيات وي په همغه کچه دوړانګوغبرګون د هوا ياد نسجونو داتومونو سره هم ډيروي .

٤٣- شکل: دايونايزيشن چمبر (Ionization Chamber) جوړښت چې ديوې راديو اکتيوسر چينې، يوخاذن، يوې بټرئ او يوامپير متر نه جوړه ده راښيې .دهوا نايټروجن يوماليکول N_2 دوړانګوسره غبرګون کوي اوپه پايله کې يو الکترون e^- او د نايټروجن يومثبت ايون N^+ منځ ته راځي چې د چا رج يوې جوړې (Ion pairs) په نامه سره ياديږي (35).

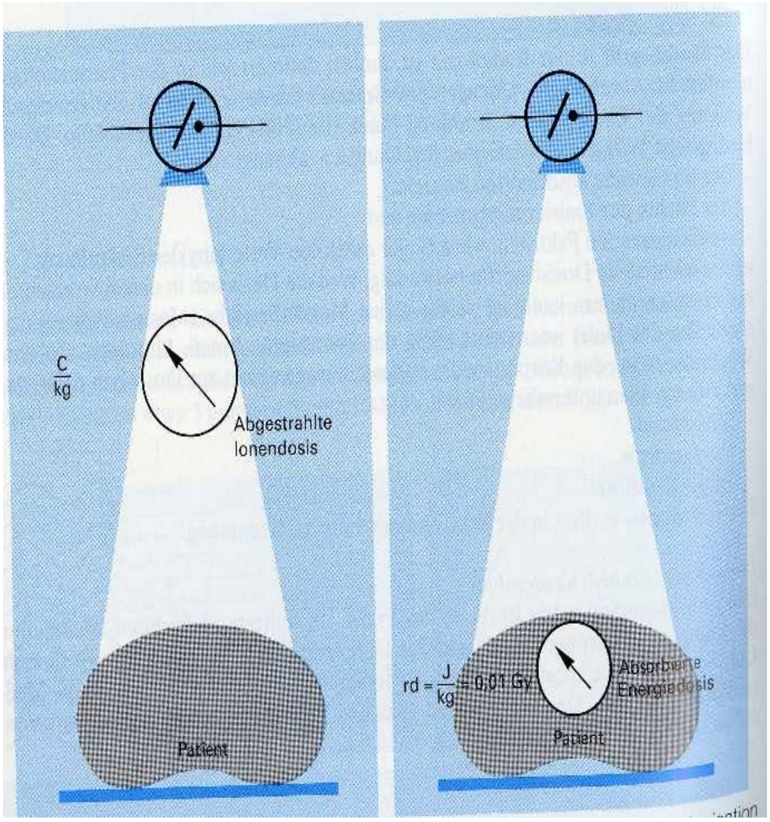


Quelle:

په ٤٣-شکل کې دايون دوزبريښنايز چارجونو اندازه کولولوښی يالآله (Ionization Chamber) سرکيټ (Circuit) ښودل شوی دی(34). ديوې راديو اکتيو سرچينې څخه وړانګې خپرېږي او دهوا نايټروجن ماليکولN_2 په يوه مثبت ايون N_2^+ او الکترون e^- ايونايز کوي.نوموړي چارجونه دجوړه چارجونو(Ionpairs) په نامه سره ياديږي.

په ٤٤- شکل کي دايون ډوز داندازه کولوکړنلاره ښودل شوي ده چي په روغتون کي ورڅخه کار اخيستل کيږي. د اکسريز آله (X-ray tube) ، يو امپيرمتر Ampermeter اود ناروغ د بدن په ساره پرې شوې سطحه   (cross section) را ښيي.

کله چي داکسريزآلي څخه وړانګي راووځي نو په لاره کي لومړی دهوا داتومونو سره لګيږي او بيا د ناروغ بدن ته ور ننوځي. نومورې وړانګي په هوا او هم په نسجونوکي يوه برخه انرژي دلاسه ورکوي چي په پايله کي دهغوی اتومونه ايونايزکوي ياني الکترونه ورڅخه راوباسي.

<table>
<tr>
<td rowspan="3">
</td>
<td>داکسريز آلي(X-ray tube) څخه وړانګي راوځي او سم سيخ د ناروغ بدن په رڼا کيږي.</td>
</tr>
<tr>
<td>Ampermeter امپيرمترداېون ډوزاندازه کوي. د بېلګه په ډول په يوه کيلوګرام هواکي دتولومثبت او يا منفي چارجونواندازه په واحد د يو کولومب پرکيلوګرامC/kg</td>
</tr>
<tr>
<td>Patient دناروغ په بدن کي جذب شوي انرژي لګه يوراد rd يا ني يو سا نتي ګري د امپـيرمتر په مرسته سره اندازه کيږی.</td>
</tr>
</table>

٤٤- شکل: په نوموړي شکل کي د ايون ډوز تعريف د يوې تجربې په بنسټ ښودل شوئ دی. د شکل پورتنی برخه د اکسريزسرچينه اوپه منځ کي امپير مېتر اوپه لاندې برخه کي دناروغ دبدن په ساره پرې شوې سطحه رانبيي (cross section) (9).

په هوا کي يو رونتګن اکسريز دلږ څه يو سانتي ګرې انرژي سره برابره ده (1 R = 0,89 cGy)

انرژي ډوز (Energy Dose = D)

ايون ډوزيو داسې فزيکي کميت دی چې دوړانګوبيالوژيکي اوفزيکي ناوړه اغيزو او غبرګون په اړوند مالومات نه شي تر لا سه کيدای. نوله دي کبله ددې اړتيا پيدا شوه چې يو نوی فزيکي کميت يا نې انرژي ډوز تعريف تر سره شي ترڅودوړانګونومووړی اغيزې هم په پام کې ونيول شي.

دانرژي ډوز تعريف:

کله چې ايوانايز کوونکي وړانګي د يوې مادې سره غبرګون وکړي نو په پايله کې خپله ټوله او يا يوه برخه انرژي دغې مادې ته انتقال کوي (ليږدوي) چې بيا هلته په ماده کې جذب کيږي. دنومړو وړانګوهغه برخه انرژي چې په واحد دکتله کې جذب شوې وي د انرژي ډوز (Absorbed Dose) په نامه سره ياديږي

که د رڼا شوې مادې کتله په m او حجم يې په V او کثافت يې په ρ سره وښيو نو د انرژي ډوز D تعريف په لاندې ډول سره کولای شو.

د انرژي ډوز D مساوي ده له : انرژي تفاضل (توپير) dE تقسيم د کتلې په تفاضل (توپير) .dm

$$D = \frac{dE}{dm} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{dE}{dV}$$

D = انرژي ډوزيا اندازه

dE = يوې مادې ته انتقال شوې يا جذب شوې انرژي برخه يا تفاضل (توپير)

ρ = د همغې مادې کثافت

dV = د مادې حجم توپيريا تفاضل (توپير) يا دحجم يوه کوچنۍ برخه

dm = د کتلې توپير(تفاضل) يا دکتلې يوه کوچنی برخه

* **پوښتنه** : څرنګه چې تجربو ښودلې ده چې په هواکې د يوه ايون دلا س ته راوړلو لپاره لږ څه خلورديرش ولټه انرژي 34 eV او په يوه بيالوژيکي ماده لکه دنسجونويه يوه حجره (ژونکه) کې ديو مالېکول د ايونايزيشن لپا ره لږ څه شپيته الکترون ولټ انرژي (60 eV) په کارده. نو که چيرته يو سړی چې وزن يې اويا کيلو ګرامه 70 Kg وي او ټول جسم ته يې په متجانس ډول دطبيعي وړانګو په کچه ياني لږ څه دوه نيم ملي ګری انرژي ډوز 2,5 mGy ورسيږي نو د توليد شوو ايو نو شمير يې په هوا او په نسجونوکي مالوم کړی؟.

* **حل** :څرنګه چي د بريښنا يزانرژي او د ميخانيكي انرژي تر منځ لاندنی اړيکي شته دي

$1eV = 1,6 \times 10^{-19} J$

نود هواد يوه ايون د توليد لپاره بريښنايز انرژي په ميخا نيكي انرژي اړوو.

$34\ eV = 34 \times 1,6x10^{-19}\ J = 54,4 \times 10^{-19}\ J$

دتعريف سره سم يو ګرې Gray عبارت دی له: يوجول تقسيم په يو كيلو ګرام كتله
تجربو ښودلي ده چي په يوه كيلو ګرام نسجونو كي ددوه نيم ملي ګرې په واسطه د پيدا شوو ايونوشمير
مساوي ده له:

$$2,5\,mGy = \frac{2,5 \times 10^{-3}\ J}{Kg} = \frac{\dfrac{2,5 \times 10^{-3}\ J}{54,4 \times 10^{-19}\ J}}{Kg} = 4,5 \times 10^{14}\ ions\ /\ Kg$$

* **ځواب** : په يوه كيلوګرام هوا كي دايونو شميرلږ څه ځلورنيم سوه بلياردو ته رسيږي. او په يوه كيلو ګرام نسجونو كي د ايونو شميرمساوي دی له:

$$2,5\,mGy = \frac{2,5 \times 10^{-3}\ J}{Kg} = \frac{\dfrac{2,5 \times 10^{-3}\ J}{60 \times 1,6 \times 10^{-19}\ J}}{Kg} = 2,6 \times 10^{14}\ ions\ /\ Kg$$

* **ځواب** : لږ څه دوه نيم سوه بليارده ايونونه په يوه كيلو ګرام نسجونو كي منځ ته راځي.

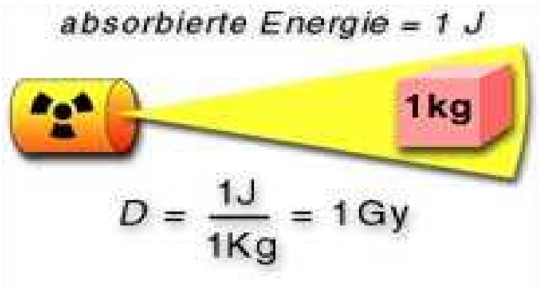
څرنګه چي يو نورمال سړی لږ څه اويا 70 kg كيلو ګرام وزن لري نو په يوه كال كي دطبيعي وړانګو دغبرګون په پايله كي چي قيمت يي دوه نيم ملي ګرې 2,5 mGy دی لږ څه يو سلو اتيا مليارده ياني $70 \times 2,6 \times 10^{14} = 182 \times 10^{14}$ ions ايونونه توليد كيږي.

دانرژي ډوز واحد:

كه چيرته د ايونايزكوونكو وړانګو يوجولول (Joule = J) انرژي په يوه كيلوګرام (Kg) نسجونواو يا بله ماده كي جذب شي نو دغه فزيكي كميت او يا جذب شوي انرژي ته دانرژ ي ډوزهم او يا دانرژي اندازه ويل كيږي **(absorbed Dose)**. د تعريف سره سم يوجول تقسيم په يو كيلو ګرام ديو ګرې Gray (Gy =) سره مساوي ده. يو ګرې دانرژي وا حد دی چي ديوه سويډني راديولوژ پوه په وياړ سره چي ګرې Gray نو ميده ټاكل شوی دی.

دانرژي ډوز پخوانۍ واحد راډ (radiation absorbed dose = rad) نوميږي اويوراد دګرې سلمه برخه ده ياني (100 rd = 1Gy) .

دیوګرې Gray فزیکي کمیت تعریف :

* په هوا کي دیوه جوړه چارج د پیداکولو لپاره ځلور دیرش الکترون ولټ 34 eV انرژي په کارده. * څرنګه چي دکولومب او کیلو ګرام حاصل تقسیم 1C/kg دا مانا ورکوي چي څومره جوړه چارجونه په یوه کیلوګرام هواکي پیداشویدي نو نوموړي قیمت څخه په هواکي دانرژي ډوز لاس ته راتلای شي یو ګرې : یوژول انرژي تقسیم پریو کیلوګرام کتلې سره مساوي ده	 * دیوې رادیو اکتیوسرچینې څخه و ړانګې خپریږي او په یوه کیلو ګرام کتلې کي یوژول انرژي جذب کیږي.

یو ګرې = یو جول تقسیم په یو کیلوګرام کتله
یو ګرې = سل راد = سل سانتي ګرې = زر ملي ګرې

اویا :

1Gy = 1Joule/1 Kilogramm = 1J/1Kg = 1As/Kg = 100 rad
1Gy = 100 cGy = 1000 mGy
1 rad =0,01 J/Kg = 0,01 Gy = 10 mGy
1rad = 1 cGy

د ګرې کوچني واحدونه د نړیوال واحد سیستم SI په بنسټ عبارت دي له: سانتي ګرې cGy، ملي ګرې mGy، مایکروګرې µGy او نانو ګرې nGy . سل سانتي ګرې 1Gy = 100cGy دیو ګرې او زر ملي ګرې 1Gy =100mGy د یو ګرې سره مساوي دي او داسي نور.

- ☑ که څوک یو کیلوګرام کتله لس سانتي متره دځمکې مخ نه پورته کړي نو یوژول انرژي تر سره کوي.
- ☑ یوژول هغومره کارډی چي دیونیوټن قوې په واسطه سرته رسیږي اویو شي تر یو متروا‌ټن پورې خوځوي
- ☑ یوژول هغومره کارډی چي دیوه واټ په اندازه قدرت تولید کړي اویوه ثانیه پایښت ولري.

ايون ډوزپه انرژي ډوزاړول:

څرنګه چې انرژي ډوز سم سيخ نه شي اندازه کېدلاې او دتجربو له مخې يوازې ايون ډوز اندازه کيداې شي خو د يوه بدلو ونکي فکټور (f = conversion factor) په مرسته سره موږ کولاى شو چې انرژي ډوز او ايون ډوز يو پر بل واړوو. د نوموړي فکټور قيمت دوړانګو په ډول، دوړانګو په انرژي اود مادې په جوړښت پورې اړه لري نوله دې کبله د نسجونو، هډوکو او عضلاتو لپاره ځانګړئ قيمت لري. د بدلو ونکي فکټور f واحد سانتي ګرې په رونتګن دى (cGy/R) .

د بېلګه په ډول دهوا لپاره دغه ضريب f = 0,87 cGy/R قيمت لري.

انرژي ډوز = بدلوونکئ ضريب × ايون ډوز

$$D(cGy) = f(cGy/R) \times I(R)$$

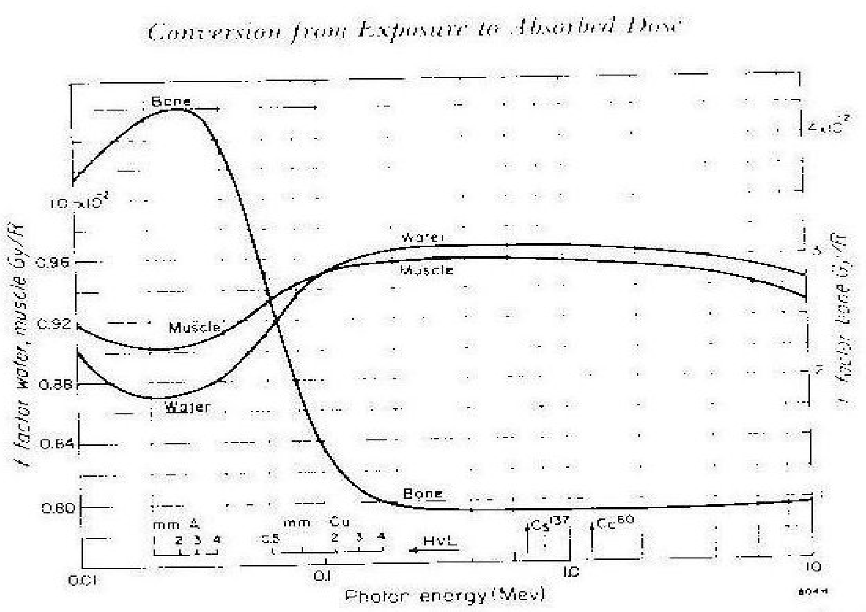
په هوا کې دانرژي ډوزمساوي ده له:

$$\mathbf{D_{air} = 0,87 \times I}$$

دلته انرژي ډوز D په واحد د سانتي ګرې او ايون ډوز I په واحد د رونتګن R تاکل شوئده.

دوړانګو انرژي په واحد keV	هوا	اوبه	دبدن غړي	هډوکي
50 KeV	0,87	0,88	0,93	4,2
100 KeV	0,87	0,89	0,92	3,6
150 KeV	0,87	0,92	0,94	2,3
Co-60	0,87	0,96	0,96	1.0
Cs-137	0,87	0,96	0,96	0,9

۱۷- جدول کې د اړوونکي فکټور f (cGy/R) قيمتونه چې واحد يې سانتي ګرې په رونتګن ټاکل شوئ دى د هوا، اوبو، دبدن غړو او هډوکو لپاره شودل شويدي . دپورتني جدول او د ٤٥ شکل څخه څرګنديږي چې دټيټي انرژي په ساحه اوپه هډوکوکې لکه پينځوس کيلو الکترون ولټه (50 keV) دجذب شوي انرژي ډوز قيمت دکوبالټ (Co-60) په پرتله لږڅه څلورواره ډيردى. همدا لامل دى چې دناروغيوپه تشخيص کې هډوکي ډيره انرژي جذب کوي اودليدلو وړګرځي. ددوه سوه کيلو الکترون ولټه څخه پورته دجذب شوي انرژي کچه د اوبو(نسجونو) او عظلاتولپاره لږڅه يوشان ده، خوپه هډوکوکي ډيره لږجذب کيږي. داپه دې مانا چې دناروغيودتشخيص لپاره لوړ انرژي اکسريزګټه نه لري.



٤٥- شکل: دکتلي انرژي جذب ضریب (Mass energy absorption coefficient= μ_{en}/ρ) د هوا، هډوکو (Bone) او وازدې (Fat) لپاره د اکسریزانرژي په تابع سره ښودل شوئ دی (15).

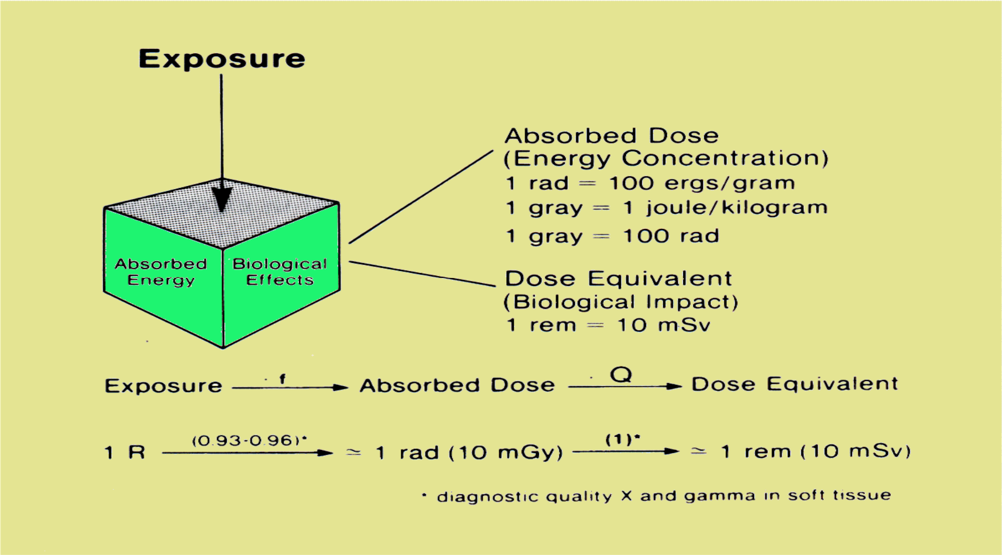
پوښتنه: کله چې د سل کیلو الکترون ولټه (100 keV) اکسریز آلي ځخه وړانګې خپرې شي او په هوااو هډوکو کې یو رونتګن جذب شي نود نومړي جدول له مخې دیو رونتګن انرژي کچه مالومه کړی؟

* **حل:** دانرژي ډوز د لاس ته راوړلو لپاره دلاندني فرمول ځخه کار اخلو.

اړوونکی فکتور f (cGy/R) × دایون ډوزپه واحد رونتګن R = انرژي ډوز D په واحد سانتي ګرې

په یوه ګرام هوا کې د یورونتګن انرژي کچه: $D = 0{,}87 cG/R \times 1R \approx 0{,}87 cGy$
په یوه ګرام هډوکوکې د یو رونتګن انرژي کچه : $D = 3{,}6\ cGy/R \times 1R \approx 3{,}6\ cGy$

دپورتني جدول له مخې په هډوکو کې دیورونتګن وړانګوانرژي د هوا په پرتله لږ ځه د ری نیم سانتي ګرې لوړقیمت لري.همدا لامل دی چې داکسریزپه عکسونو کې د هډوکواناتومي بڼه سپینه او جوته لیدل کیږي داځکه چې په هډوکوکې دفوتواغیزه دهوا په پرتله لرځه دری ځله ډیره پیښیږي. نو له دې کبله د هوا برخه توررنګ لري. داپه دې مانا چې دهوا مالیکولوسره داکسریز وړانګې ډیر لږ غبرګون کوي او مخامخ تیریږي.



۴۶ ـ شکل: یورونتګن ایون دوز د یوه فکتور په مرسته سره په انرژي دوز او معادل دوز سره اړولاي شو. دبیلګه په دول په نسجونوکي د یو رونتګن بیالوژیکي اغیزی په پایله کي لږڅه لس ملي سیورت انرژي او همدارنګه لس ملي سیورت معادل دوزجذب کیږي(37).

دانرژي دوزقدرت (Absorbed dose rate = $\dot{D}$)

تعریف :

دوړانګودانرژي دوز قدرت = د انرژي دوزتفاضل (توپیر) dD تقسیم په تفاضل (توپیر) دوخت dt

$$D^{\bullet} = \frac{dD}{dt}$$

Dose rate = absorbed Dose/ radiation time

$D^{\bullet}$ = دوړانګو دانژي دوز قدرت

dt = دوخت تفاضل (توپیر) یا توپیر

dD = دانرژي دوزتفاضل (توپیر) یا توپیر

د پورتنۍ معادلي څخه دوړانګوانرژي دوز اود وړانګو دخپریدلوموده یا وخت په لاندي دول تر لا سه کولای شو:

absorbed Dose = (Dose rate) × (radiation time)

دانرژي دوز = دانرژي دوز قدرت × وخت

Radiation time = absorbed Dose/ Dose rate

دوړانګودخپریدلوموده = دانرژي دوز تقسیم په انرژي دوز قدرت

* **پوښتنه**: دیوي هستوي بټۍ په چاپیریال کې تل رادیواکتیو مواد ازادکیږي اودشاوخوا اوسیدونکو لپاره دخطر احتمال شته دی. دچاپیریال هغه اعظمي (تر ټولو لوړ) ډوز قدرت کچه معلومه کړئ ترڅو دعام وګړو لپاره درادیوکټیف وړانګوډوز نور داندیښنې وړنه وي اوپه کال کې دیوملی سیورت نه وانه وړي؟

* **حل:** د انرژي ډوزقدرت = کلنی لوړډوزتقسیم په وخت

دعام وګړو لپاره دوخت موده چې پرلپسې وړانګې ورته رسیږي د نړیوال کمیسیون (ICRP) ریفرینس یاني د سپارښتنې وړ (Reference) قیمت یوسلواته شپیته ساعته په یوه اونۍ کې (168 h/week) او د اغیزمن ډوزلوړلیمیټ په یوه کال کې یو ملي سیورت 1mSv ټاکل شوئ دی. داسانتیا لپاره دلته یوکال په پنځوس اونۍ باندې شمیرل کیږي.

دډوز قدرت =
$$\frac{1mSv}{168\,h\times 50weeks}=0,12\mu\ Sv/h$$

* **ځواب:** دهستوي بټۍ درادیواکتیو غاز ډوز قدرت د صفرعشاریه دولس ما یکروسیورت په ساعت کې وانه وړي.

که چیرته د ګاما وانګو یوه سرچینه تر نظر لاندې ونیسو نو دوړانګودانرژي ډوزقدرت یې درادیواکتیویټي A سره سم سیخ او دواټن r د مربع سره معکوسا اړیکي لري چې په لاندې ډول یې لیکلای شو.

$$D^{\bullet}=\frac{dD}{dt}=\Gamma\times\frac{A}{r^{2}}$$

☑ A = درادیو اکتیو سر چینې رادیو اکتویټي (واحدیې: بیکارېل Bq).

☑ $D^{\bullet}$ = dD/dt = دوړانګو دانرژي ډوزقدرت فزیکي تعریف دی چې او حد یې : ګرې په دقیقه Gy/min یا ګرې په ساعت Gy/h ټاکل شوئ.

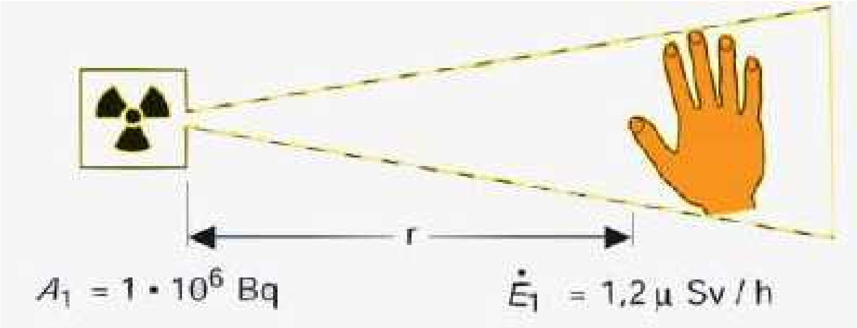
☑ Γ = د ګاما ثورئ دی چې د فوتون وړانګو او دهر یوه رادیواکتیو عنصر لپاره ځانګړی د تناسب ثابت ضریب دی (واحدیې: ګرې ضرب مترمربع تقسیم په بیکارېل ضرب ساعت Hour = h او یا په بل عبارت $(Gy.\ m^2/\ \ h.Bq)$

☑ r = هغه واټن دې چې دوړانګو سرچینې څخه تریوه ټاکلي ټکي اویا مطلوب ځای پورې اوږدوالي لري (واحد یې مترټاکل شوئ).

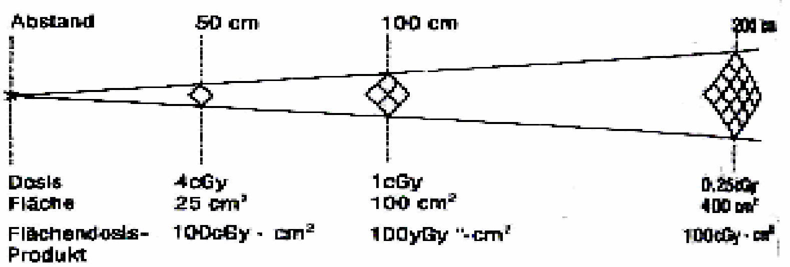
په ۱۸- جدول کې دځینو رادیو اکتیو عنصرو لپاره دګاما ثابت Γ قیمتونه لیکل شوي دي.

راديو اکتيو منبع نوم	دګاما ثابت Γ in $\frac{Gy \cdot m^2}{h \cdot Bq}$	دګاما ثابت پـه واحد دملي سيورت Γ_H mSv. m^2/GBq.h
Co-60	$3{,}5 \cdot 10^{-13}$	0,35
I-131	$5{,}9 \cdot 10^{-14}$	0,059
Cs-137	$8{,}4 \cdot 10^{-14}$	0,088

۱۸- جدول: په يوه متر واټن اويوه ساعت کې ديوګيګا بېکارېل اکتيويتي ځينو راديو اکتيو سرچينو د ګاما ثابت قيمت Γ_H په واحد دملي سيورت او يا د ګاما ثابت قيمت Γ په واحد دګرى



ديوې راديواکتيو سرچينې څخه چې اکتيويتي يې يو مليون بېکاريل دى وړانګې خپرېږي او په لا س کې جذب کيږي. دنومړې سرچينې ددوز قدرت په يوه ساعت کې لږڅه يو مايکروسيورت نه اوړي(34)

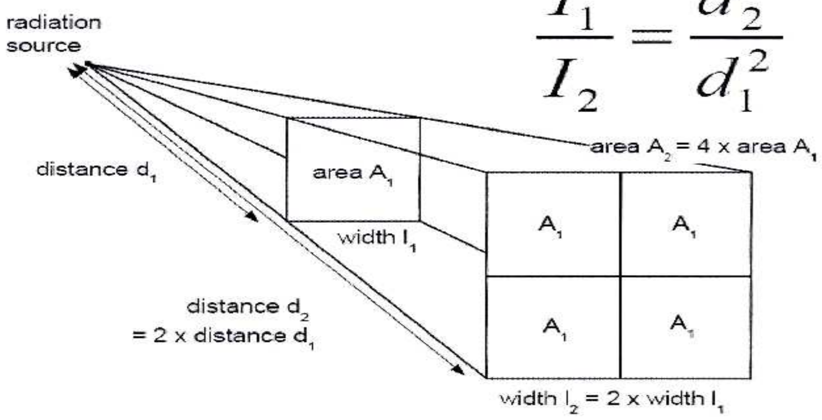


۴۷- شکل: دوړانګود دوزقدرت د واټن د مربع سره معکو سا متناسب دى. د بېلګه په ډول که دراديو اکتيو سرچينې څخه په پنځوس سانتي متر واټن کې ددوز قدرت څلورسانتي ګرې وي نو په سل سانتي متروواټن کې يو سانتي ګرې ته کمښت مومي. دواټن په تابع سره د ددوز کمښت دهندسي سطحې په توګه هم ښودل شوى دى(51).

دډوزسطحي حاصل ضرب (Dose area product)

په ٤٧ شکل کې ښودل شوي ده چي دسطحي او د انرژي ډوز حاصل ضرب ثابت پاتي کيږي. دا ځکه چي دواټن د اوږدېدلو سره سم د سطحي قيمت ډېرېږي اودهغي سره سم (جوخت) دډوزقيمت کمېږي. نوموړي فزيکي کميت ته ډوزسطحي حاصل ضرب وايي

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2} \qquad E1$$



٤٧ الف شکل: دوړانګود ډوزشدت Intensity = I د واټن د مربع سره معکو سا متناسب دی

د انرژي ډوز قدرت واحد:

دانرژي ډوز قدرت واحد يوګرې پر ثانيه 1Gy/s او يا يوګرې په دقيقه 1Gy/min دی.

* **پوښتنه:** په يوه روغتون کې د کوبالټ يو ې راديو تيراپي سرچيني اکتيويتي $3{,}7 \cdot 10^{15}$ Bq سره مساوی ده. دنوموړي سرچيني دوړانګوډوز قدرت په پينځه متره واټن کې څومره قيمت لري.

* **حل:** کله چي د ١٨- جدول څخه دکوبا لټ سرچيني لپاره د ګاما ثابت قيمت Γ راو اخلو نود ډوز قدرت لپاره ليکلا ئ شو چي:

$$\dot{D} = \frac{3.5 \cdot 10^{-13} \cdot 3.7 \cdot 10^{15}}{5^2} \frac{Gy}{h} = 51.8 \frac{Gy}{h}$$

* **ځواب:** دکوبالټ طبي د ستګاه قدرت لږ څه دوه پنځوس ګرې په ساعت کې دی.

دپام وړ: نن ورځ دسرطان نارو غيوددرملني په موخه دکوبالټ وړانګوڅخه کار نه اخيستل کيږي. داځکه چي ديوې خوايي انرژي لږ ده (1,2MeV) اودبلې خوا يې اکتيويتي د هرو پينځوکالونوڅخه نيمايي ته رالويږي. دکوبالټ په ځای د خطي تعجيل کوونکي څخه کار اخيستل کيږي چي انرژي يې تر شلوميګا الترون ولټ پورې رسيږي.

☜ **د پا م وړ:** . دوړانګو نه د ځان ساتنې او دخطر داټکلوپه موخه د نوموړې ګاما Γ په ځاې یوه بل ګاما ثابت ضریب یاني Γ_H څخه کار اخیستل کیږي چې واحد یې ملي سیورت ضرب متر مربع تقسیم په ګیګا بېکاریل په ساعت $mSv. m^2/GBq. H$ سره اټکل شوئ دی.

* **پوښتنه:** دکوبالټ یوې سرچینې د اکتیویتي قیمت یو مېګا بیکاریل $1MBq$ او دګاما قیمت یې مساوې ده له : $\Gamma_H = 0{,}35mSV/GBq .h$

په یوه متر واټن کې دنوموړې سرچینې دانرژي قد رت څومره دی. ؟

$$\frac{dD}{dt} = \frac{\Gamma_H \times A}{r^2} = \frac{0{,}35mSv \times 0{,}001GBq}{1m^2 \times GBq \times h} = 0{,}35 \times 10^{-6}\,Sv = 0{,}35\mu Sv/h$$

یاني لږڅه صفرعشاریه درې میکرو سیورت ډوز په یوه ساعت او په یوه متر واټن کې دیومیګا کوبالټ منبع څخه خپریږي. په همدې ډول سره د ایوډین رادیو اکتیو منبع J-131 لپا ره چې دګاما قیمت یې دکوبالټ په پر تله لږڅه کم خو اکتیویتي یې سره یوشان دی انرژي ډوز $D = 0{,}06\ \mu Sv$ په یوه ساعت کې لا س ته راځي. خو که چیرته دتایراید Thyrid ددرملنې په موخه یوه ناروغ ته یو ګیګا بېکاریل GBq رادیواکتیو فارماکا یاني دوایې ورکړو نو پخپله ناروغ دیوې رادیو اکتیو منبع حیثیت پیداکوي اودګاما رادیو اکتیو وړانګې دځانه څخه خپروي. نو که فرضاً کوم طبي پرسونل نوموړي ناروغ ته په یوه متر واټن کې ور نږدې شي نوبه هغه ته د پورتنۍ محاسبې په کړنلاره سره شپېته میکروسیورت $60\ \mu Sv$ او که نیم متر ورنږدې شي نو به هغه ته دوه سوه څلویښت میکرو سیورت $240\ \mu Sv$ په یوه ساعت کې انرژي ډوز ورسیږي. دا ځکه چې دانرژي ډوز د واټن مربع سره معکوساً متنا سب ده.

د وړانګو ډوزاو دواټن مربع قا نون

دوړانګو انرژي ډوز D دواټن r د مربع سره معکوساً متناسب ده. که چیرته په ټاکلي واټن r_1 کې د وړانګو انرژي ډوز D_1 او په بل واټن r_2 کې دانرژي ډوز په D_2 سره وښیو نودواټن مربع قانون په لاندې ډول سره لیکلای شو:

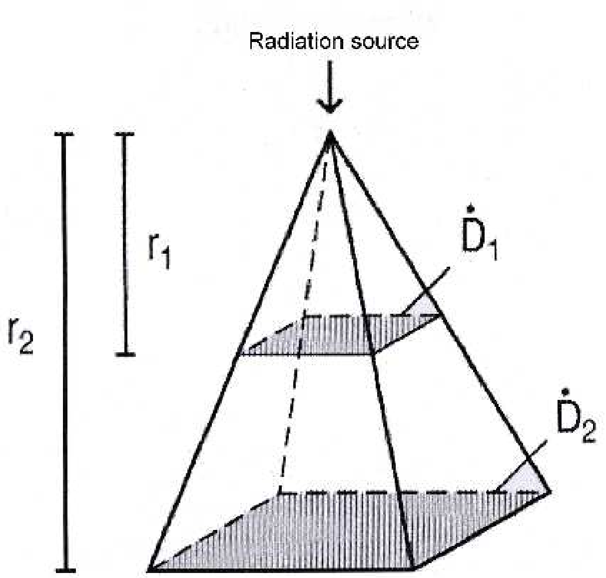
دانرژي ډوز D_1 په واټن r_1 تقسیم په انرژي ډوز D_2 په واټن r_2 مساي ده له واټن r_2 په مربع تقسیم په واټن r_1 په مربع

$$D_1 = D_2 \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

$$r_1 = \sqrt{\frac{D_2}{D_1} \times r_2^2}$$

$$D_1 \times r_1^2 = D_2 \times r_2^2$$

$$D_1/D_2 = (r_2)^2/(r_1)^2$$



٤٧ **ب شکل:** د وړانګو ډوزاو دواټن مربع قا نون

* **پوښتنه**: د ګاما وړانګې يوې راديواکتيو سرچينې ډوزقدرت په دوه متره واټن او يوه ساعت کې پينځه سوه ملي سيورت اندازه شوېدی. په کوم واټن کې ددغې سرچينې قدرت پينځه پنځوس ملي سيورت په ساعت کې کمښت مومي؟

* **حل:** که چيرته دنومورې سرچينې دډوزقدرت په r_1 واټن کې په D_1 اوپه r_2 واټن کې په D_2 وښيو نولاندنی اړيکې دهغوې ترمنځ موجودې دي.

$$D_1 \times r_1^2 = D_2 \times r_2^2$$

$D_1 = 500$ mSv/h ; $D_2 = 55$ mSv/h ; $r_1 = 2$ m نو د واټن r_2 لپاره لرو چې:

$$r_2 = \sqrt{\frac{500}{55}(4)} = 6{,}0\ m$$

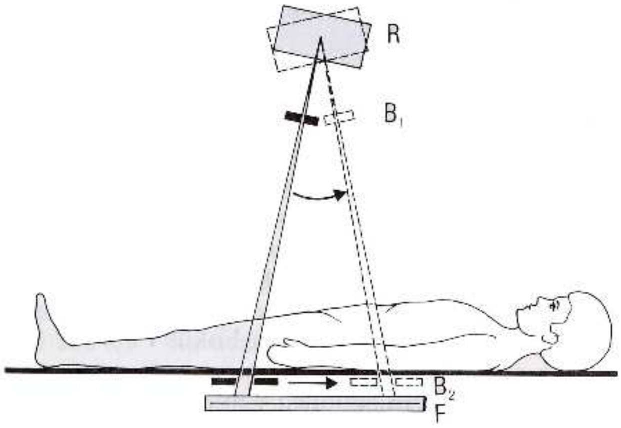
* **ځواب** : دنومورې راديواکتيو سرچينې قدرت په شپږمترواټن کې پينځه پنځوس ملي سيورت ته رالوېږي.

* **پوښتنه** : ډيوستکې سرطان يوه ناروغ ته ددرملنې په موخه ورځنۍ انرژي ډوزاندازه دډاکټر له خوا پنځوس ګرې 50 Gy ټاکل شو ې ده. نومورې ډوزناروغ ته داسې ورکول کېږي چې په يوه ورځ کې دوه سوه سانتي ګرې 200 cGy قيمت ولري. دناروغ ددرملنې

په موخه د یوې ځلورسوه کیلو ولټه تېراپي آلي (400 KV) څخه کاراخیستل کیږي چې دانرژي ډوز قدرت یې په یومترواټن او په یوه دقیقه کې یو ګرېږ1 Gy/min قیمت لري. که چیرته ناروغ دیومتر په ځای په یونیم متر واټن کې داکس آلې څخه لیرې دمیزپرمخ پروت وي نو مالوم کړئ چې.

۱- څومره وخت په کار دئ چې د ناروغ پوستکي ته ددرملنې په موخه دوه سوه سانتي ګرې په یوه ورځ کې ورکړشي اود درملنې ټوله موده څوورځې پایښت کوي ؟

۲- په یونیم متر واټن کې داکسریز آلې د انرژي ډوز قدرت څومره کمښت مومي؟



۴۸ - شکل: داکسریزآلې په مرسته سره ناروغ ته درونتګن وړانګې ورکول کیږي. نوموړې وړانګې د یوې سرچینې څخه چې د R په توري شودل شوې ده راوځي او بیا سم سیخ د ناروغ په بدن باندې لګیږي.

* **حل** : ناروغ ته دوړانګوورکولوموده چې ددرملنې په موخه دوه سوه سانتي ګرې (دوه ګرې) په یوه ورځ کې ټاکل شوې ده دلاندني فرمول څخه تر لا سه کوو.

دوړانګوورکولوموده t مساوي ده ددرملنې ورځنی ډوزاندازه تقسیم ددوزپه قدرت

time = applied dose /dose rate

د وړانګو د ډوزاو دواټن مربع قا نون په اساس لیکلای شو چې:

$$1Gy/min \times 1m^2 = D_{1,5m} \times (1,5\ m)^2$$

په یونیم متر کې دانرژي ډوز قدرت $D_{1,5m}$ مساوي دی له:

$$D_{1,5m} = 1Gy/min \times 1m^2 \times 0,444\ m^{-2} = 0,444\ Gy/min$$

څرنګه چې 200 cGy = 2 Gy دی نو د وړانګو ورکولو وخت t لپاره لیکلای شو چې :

$$t = 2\ Gy \div 0,444Gy/min = 4,5\ min$$

* **ځواب** : څلورنيمي دقيقي په کاردي چي دوه ګرې په يوه ورځ کي نا روغ ته په يونيم متر واټن کي ورکړ شي. څرنګه چي ناروغ ته په يوه ورځ کي دوه ګرې ټاکل شوي دي نو پينځه ويشت ورځي په کاردي ترڅوهغه ته ددرملني په موخه بشپړپنځوس ګرې ورکړ شي.

معادل ډوز (Equivalent dose = H)

معادل ډوزيو داسي فزيکي کميت دی چي په نسجونوکي د هرډول ايونايز کوونکو وړانګوبيالوژيکي اغيزی په پام کي نيسي. دا ځکه چي تجربو جوته کړېده چي په بدن باندي دايوانايزکونکو وړانګو ناوړه اغيزي دنوموړو وړانګو په ډول او هم انرژي پوري اړه لري او سره يوشان نه دي.

د بېلګه په ډول که په بدن کي دنيوترونو، پروتونو، الفا، بيټا او ګاما ايونايز کوونکو وړانګو جذب شوې انرژي اندازه سره يوشان هم وټاکل شي خودهغوی بيالوژيکي زيان کچه ديوه بل څخه توپير لري.ددې لپاره چي په نسجونو کي د هر ډول وړانګواو دهغي سره جوخت د انرژي زيان هم په نظر کي ونيول شي نو يو بل فکتورته اړتيا پيدا شوه چي د کواليټي فکتور يا دوړانګو دوزن فکتور يي بولي او په سره ښوول کيږي. نوموړئ فکتورواحد نه لري اوداپه پام کي نيسي چي که (Quality Factor = Q_R) يوه ناروغ ته د ګاما وړانګو په ځاي بل ډول وړانګي د بېلګه په ډول لکه الفا وړانګي ورکړشي نودمعادل ډوز په مرسته يي د خطرکچه اټکل کولاي شو. دمعادل ډوز تعريف په لاندي ډول سره دی.

معا دل ډوز (Human equivalent dose = H) په نسجونو کي د انرژي ډوز D_T اود کواليټي فکتور Q_R د حاصل ضرب سره مساوي دی. په دي ځاي کي R يوه علامه ده چي دوړانګو = Radiation R اؤ Tissue = T لپاره ليکل شوئ دی . نو دمعادل ډوز لپاره لکلا شو چي:

$$H_T = Q_R \times D_T$$

دمعادل ډوز واحد:

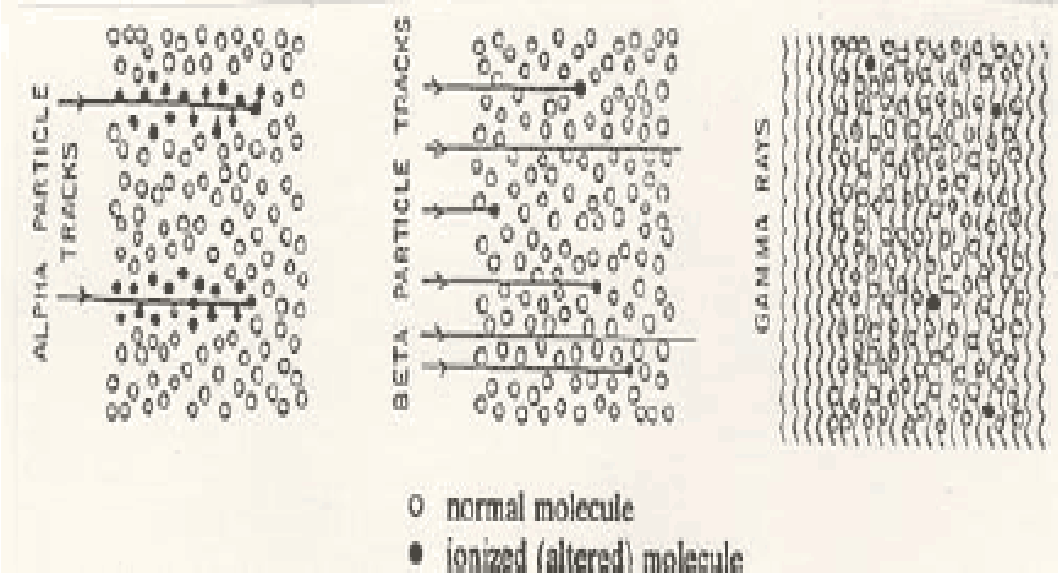
په داسي حال کي چي د انرژي ډوز واحد په ګرې Gy سره ښودل کيږي خو دمعادل ډوز واحد د سيورت (Sievert) په نامه سره ياديږي. د نوموړي واحد ګټه په دي کي ده چي دوړانګو په مقابل کي دلويانواو کوچنيانو درڼا شوو غړو هراړخيز حسا سيت ديوې خوا او دهرډول وړانګو توپير لرونکي بيالوژيکي اغيزې دبلي خوا په پام کي نيسي. همدا سبب(لامل) دی چي په ټولو بيالوژيکي موادو او نسجونو کي د وړانګو جذب شوې انرژي د ګرې واحد Gy په ځاي د سيورت په واحد Sivert = Sv سره په کار اچول کيږي.

دمعا دل انرژي ډوز يوبل پخوانی واحد هم شته دی چي د ريم (rem) په نامه سره ياديږي او لنډيز يي په لاندي ډول سره دی: (Roentgen equivalent man = rem) اوسل ريم له يو ګرې سره مساوي دی (100 rem = 1Gy).

دپام وړ: که يوچاته داکسريزدوه سوه سانتي ګرې (200 cGy) انرژي ډوز ورسيږي، نوبيالوژيکي او کلينيکي اغيزه يي دنيوترون وړانګولس سانتي ګرې (10 cGy) انرژي ډوز سره يوشان ده.

په ٤٩- شکل کی ښودل شوي ده چي دالفا وړانګي په لږواټن ياني ځو ميکرومترو (µm) کي خپله ټوله انرژي د لاسه ورکوي او له دي کبله يي بيالوژيکي زيان هم زيات دی په داسي حال کي چي دبيتا او ګاما وړانګي همدازيان په اوږد واټن کي تر سره کوي. دا په دي مانا چي هر څومره زيات ايونونه دوړانګود اغيزې په اساس دواټن په واحد کي توليد شي په همغه اندازه يي ددي احتمال هم زيات دی چي د سرطان او يا بله ناروغي منځ ته راشي. ايونايز کوونکي وړانګي هغه وخت ناوړه اغيزې لري چي په رڼا شوي جسم کي يي انرژي جذب شي اوبيا ګڼ شمير ايونونه اوازاد راديکال منځ ته راشي.

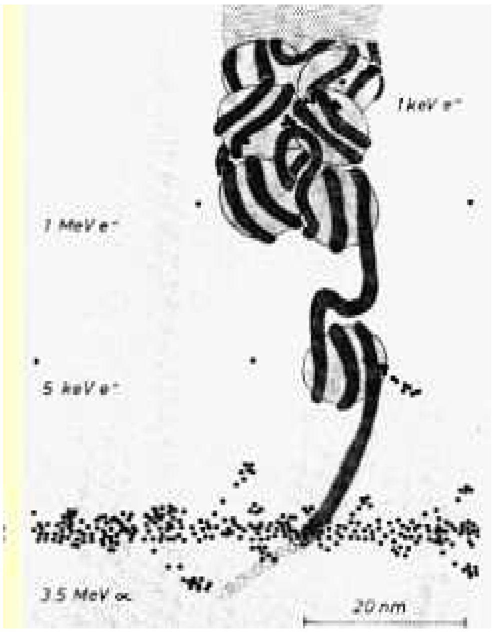
دالفا ذرو د ټک کرښي Alpha particle tracks	دبيتا ذرو د ټک کرښي Beta particle tracks	دګاما وړانګودټک کرښي Gamma rays



٤٩- شکل راښيي چي دالفا(Alpha) دوه ذري دڅو مايکرومترونو په واټن کي يا په بل عبارت دلږ څه لسوحجرود لګيدلوڅخه وروسته، خپله ټوله انرژي دلا سه ورکوي، اوګڼ شميرايونونه توليدوي، چي د نوموړي شکل په کيڼ اړخ کي په تورو ټکو باندي ښودل شوي دي. دنوموړي شکل په منځنۍ برخه کي دبيتا(Beta) شپږو ذروڅخه يواځی څلورذرې دنسجونواتومونو سره غبرګون ښودلئ او څلورايونونه يي توليد کړيدي. په ښي اړخ کي دګاما وړانګواغيزه ښودل شوي ده چي يوازي درې ايونونه توليدوي. دا په دي مانا چي په نسجونوکي د الفا، بيتا او ګاما وړانګوبيالوژيکي او فزيکي اغيزې ديوه بل سره توپير لري. دبيلګه په ډول دالفاوړانګو د ايونايزيشن او د زيان کچه دګاما اوبيتا وړانګودزيان په پرتله شل ځلي زياته ده. داځکه چي ديوې خوا دالفا وړانګي دبيتا وړانګوپه پرتله دوه مثبت غبرګ بريښنايزچارجونه لري او دبلي خوا لږڅه دوه زره ځله درندي دي. نو له دي کبله په کافي اندازه وخت لري چي د اتوم الکترونوسره غبرګون وکړي. په داسي حال کي چي دګاماوړانګي بريښنايزچارج نه لري اوله دي کبله ديوې مادې داتومونوسره دکولومب غبرګون هم نه کوي.

<table>
<tr><th rowspan="2">دوړانګو انرژي په واحد دميګا الکترون ولټ</th><th colspan="2">په يوه سانتي مترمکعب هواکي دجوړه ايونو شمير</th></tr>
<tr><th>دالفا وړانګوپه واسطه</th><th>دبيتا وړانګوپه واسطه</th></tr>
<tr><td>1 MeV</td><td>60 000</td><td>50</td></tr>
<tr><td>10 MeV</td><td>16000</td><td>45</td></tr>
</table>

۱۹- جدول: دالفا او بيتا وړانګو په واسطه په يوه سانتي مترمکعب هواکي دپيداشووجوړه ايونو د شميرکچه ديوميګاالکترون ولټ او لس ميګاالکترون ولټ لپاره ښودل شوې ده.

<table>
<tr><td>په دي اين اې DNA کي ديو کيلو الترون ولټ 1KeV الکترونوبيالوژيکي اوفزيکي اغيزې لکه موتيشن او ايونايزيشن دپام وړ نه دي</td><td rowspan="4">
</td></tr>
<tr><td>په دي اين اې DNA کي ديو ميګا الکترون ولټ 1MeV الکترونواغيزې لکه ايونايزيشن او موتيشن دپام وړدي خوبيرته جوړيدلای شي</td></tr>
<tr><td>په دي اين اې DNA کي ددرى نيم ميګا الکترون ولټ 3,5 MeV الفا وړانګوناوړه اغيزې لکه ايونايزيشن او موتيشن دومره ډيرې دی چي د بيرته جوړيدلو امکانات يې ډير کم دي او له دي کبله دنوموړو وړانګودزيان خطر لکه دسرطان ناروغۍ احتمال هم ډيرلوړاټکل کيږي .</td></tr>
<tr><td>دايونايزيشن غبرګون د شکل په لاندې برخه کي په توروټکوښودل شوې ده.</td></tr>
<tr><td></td><td>د دي اين اې DNA غبرګ تاو شوي ماليکول ښه ښودل شوئ ده چي په توپير لرونکووړانګو رڼاشوئ دی.</td></tr>
</table>

۵۰- شکل : دپا س نه ښکته خواته: په دي اين اې DNA او نوکليوزومو (Ncleosome) کي ديو کيلو الکترون ولټ، د يو ميګا الکترون ولټ الکترونو(1 MeV) پينځه کيلو الکترون ولټ الکترونو (5 KeV) او د شکل په لاندې برخه کي د درى نيم ميګا الکترون ولټ الفا وړانګو (3,5MeV) غبرګون شودل شوې دی . دالفا وړانګي دالکترونو په پرتله ګڼ شمير چارج شوي ايونونه منځ ته راوړي چي په تورو ټکو سره ښودل شوي دي. په پورتني شکل کي دواټن واحد په نانومترnm سره ښودل شوئ دی. دبيلګي په ډول شل نانو متر20 nm واټن په يوه سم سيخ ليکه سره کښل شوئ دی.

په ۲۰- جدول کې دمختلفووړانکو او زرو لکه د پروتونو، الکترونو،نیوترونو، فوتونو اوا لفا وړانکو د کوالیتي فکتورقیمتونه ښودل شوئ دی.

کوالیتي فکتور Q_R	انرژي برخه	دوړانکو ډول
1	دټولي انرژي لپاره	فوتون اوبیتا وړانګې
1	دټولي انرژي لپاره	الکترون او میون
10	دلسونه تر سلوکیلوالکترون ولټ	نیوترونه
20	دسلوکیلوځخه تر دوه میګا الکترون ولټ	نیوترونه
5	شل میګا الکترون ولټ څخه پورته	نیوترونه
5	دوه میګا الکترون ولټ څخه پورته	پروتونو نه
20	دټولي انرژي لپاره	دالفا ذره

۲۰- جدول: دنړیوال کمیسیون (ICRP) دخپروني سره سم دهر ډول وړانکو او انرژي لپاره دکوالیتي فکتورقیمتونه ښودل شوي دي.

دبېلګه په ډول کله چي دیوه ناروغ د سږي اکسریز عکس واخیستل شي نو تجربوښودلي ده چي لږڅه پینځه دیرش ملي ګری 35 mGy وړانګې ورته رسیږي. د پا س جدول له مخې نوموړئ قیمت د پینځه دیرش ملي سیورت معادل ډوز 35 mSv سره سمون خوري داځکه چي داکسریزکوالیتي فکتوریودی. خو که چیرته داکسریزپه ځاي د الفا وړانګې په نوموړي کچه یاني 35 mSv ډوزتنفس شي نو په سږو کې د دنوموړووړانکومعادل ډوزقیمت د پینځه دیرش په ځاي اوه سوه ملي سیورت یاني صفر عشاریه اوه سیورت ته پورته ځي. داځکه چي د معادل ډوز قیمت دپاس جدول سره سم دالفا وړانکو دکوالیتي فکتوردیوه پر ځاي شل قیمت لري. دالفاانکووړانکو معادل ډوز په لاندي ډول لاس ته راځي.

معادل ډوزدالفا وړانکو لپاره	$H = Q_R \times D = 20 \times 35\ mSv = 700\ mS$
معادل ډوزداکسریزلپاره	$H = Q_R \times D = 1 \times 35\ mSv = 35\ mS$

☑ دپورتنی شمیرنی څخه څرګندیږي چي دالفا وړانکو دزیان کچه داکسریز په پرتله شل ځله لوړه ده. داځکه چي دکوالیتي فکتوریې د اکسریز په پرتله شل واره لوړ دی.

☑ دسلوکیلوالکترون ولټ انرژي نیوترونو دزیان کچه دفوتون او الکترونو په پرتله لس ځله ډیره ده

☑ ددوه میګا الکترون ولټ انرژي پروتونو دزیان کچه دفوتون اوالکترون په پرتله پینځه ځله ډیره ده

ځرنګه چي دالفاوړانګو د خپريدلوفاصله (Range) د هغوي دانرژي سره سم دځو مايکرومترو ($\mu m = 10^{-6}$ m) ځخه نه اوړي نو ځپله ټوله انرژي د ځوحجرو په قطر کي دلاسه ورکوي. همدا سبب(لامل) دي چي دسږي سرطان ناروغی د پيدا کيدلو يو وتلی اساسي علت (لامل) دالفا وړانګي ګڼل کيږي کوم چي د طبيعي سرچينوځخه لکه د ځمکي لاندي معدني ډبرې اويا د رادون غازځخه خپريږي. درادون راديو اکتيوغاز دکورونو په تکاويوکي راټوليږي او بيا د تنفس له لارې داوسپډونکوسږي ته وررننوځي.

په ۲۱- جدول کي ښودل شوي ده چي دالفا وړانګومعادل ډوز د نورو وړانګو په پرتله ځومره لوړقيمت لري . دبېلګه په ډول کله چي د بدن يوې برخي ته لس ګري انرژي ډوز (10 Gy) ورکړ شي نو دغه کچه د ځومره معادل انرژي ډوز سره سمون لري؟

په نسجونو کي دانرژي ډوز	په نسجونو کي معادل ډوز
د فوتون وړانګو لس ګري	د فوتون وړانګو لس سيورت
د الکترونووړانګو لس ګري	دالکترونو وړانګولس سيورت
دنيوترونووړانګو لس ګري	دنيوترون وړانګوسل سيورت
دالفا وړانګو لس ګري	دالفاوړانګو دوه سوه سيورت

۲۱- جدول: د پورتني جدول ځخه دا پايله لاس ته راځي چي که د بدن يوه غړي ته دالفا وړانګي ورسيږي چي انرژي ډوز يي لس ګري وي نومعادل ډوز يي لړ ځه دوه سوه سيورت يا په بل عبارت شل ځله دالکترون اوفوتون وړانګو په پرتله لوړ قيمت لري. داځکه چي معادل ډوز د وړانګو دبل يوه فزيکي کميت ياني انرژي ډوزپه پرتله دفزيکي غبرګون برسيره دوړانګو بيالوژيکي او کيمياوي زيان هم په پام کي نيسي.

☜ **د پام وړ:** د يو ګري او دسيورت واحد ونو تر منځ لاندنی اړيکي شته دی.

$$1Sv = Q_R \times 1\ Gy$$

دغړي ډوز (Organ Dose)

دبدن ديوه غړي ډوز H_T هغه انرژي ده چي د بدن په يوه ټاکلي غړي کي جذب شوي وي او بيا ددغه غړي په کتله وويشل شي . دا په دې مانا چي د يوه غړي ډوز H_T تر لاسه کولای شو کله چي دوړانګوپه ورکولو سره دهمغه غړي په نسجونوکي جذب شوئ انرژي ډوز $D_{T,R}$ د غړي د کواليټي فکتور (Quality Factor = Q_R) سره ضرب کړو.

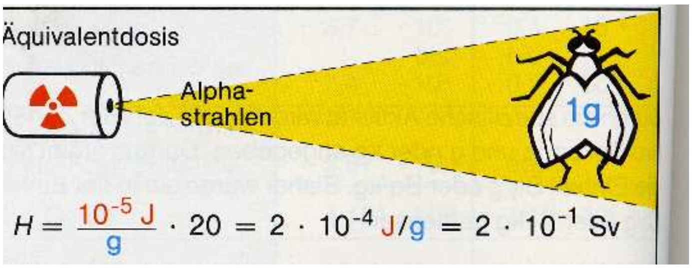
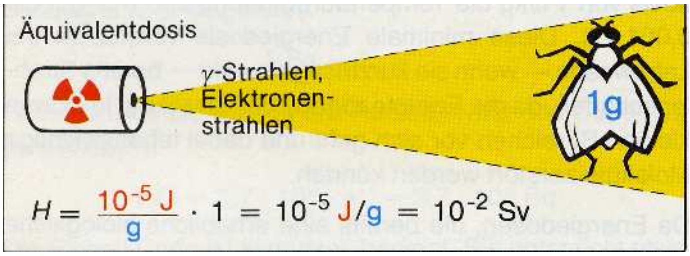
$$H_{T,R} = Q_R \times D_{T,R}$$

په پور تــنی معادله کې دوړانګو ډول په R= Radiation اودیوه غړي دنسجونو ډول په (Tissue = T) سره ښودل شوئ دی.

که په چاپریال کې داسې رادیو اکتیو مواد خواره واره شوي وي چې نه یوازې یوډول بلکه څو ډوله وړانګې د بېلګه په ډول الفا، بېټا ، ګاما اونیوترون وړانګې خپروي نود نومړو وړانګوهر اړخیزې فزیکی او بیالوژیکې اغیزې دمعادل ډوزپه څیر سره جمع کیږي. که چیرته دوړانګوډول په اند یکس i او د نسجونو ډول په T وښیو نو د توپیر لرونکو وړانګو لپاره چې شمیر یې تر k پورې رسیږي د ټولو وړانګو معادل ډوز H_T دلاس ته راوستلو لپاره لاندنی معادله لیکلای شو.

$$H_T = \sum_i^k Q_{i,T} \times D_{i,T}$$

په پورتنی معادله کې $Q_{i,T}$ د یوې ټاکلې ډول وړانګې کوالیټي ضریب او $D_{i,T}$ ددغې وړانګې جذب شوې انرژی په یوه غړي کې را ښیي چې په T سره ښودل شوئ دی.

	دیوې رادیو اکتیو سرچینې څخه دالفاوړانګې خپریږي اومخامخ په یوه ژوندی ماده چې وزن یې یو ګرام دی لګیږي. څرنګه چې دالفا وړانګو لپاره د کوالیټي فکتورشل دی نودنومړې سرچینې جذ ب شوې انرژي په یوه ګرام کې لس مایکرو ژول او معادل ډوز دوه سوه ملي سیورت قیمت 200 mSv (2×10^{-1} Sv) لري.
	که چیرته دالفا وړانګو په ځای دګاما وړانګې او یا الکترون وړانګې په یوه ګرام ماده کې جذب شي نو معادل ډوزیې یوازې لس ملي سیورت 10 mSv (10^{-2} Sv) قیمت لري.

۵۱ ـ شکل: په یوه ژوندی ماده کې دالفا وړانګو ناوړه بیالوژیکی اغیزې دالکترون او ګاما وړانګو په پرتله شل خله لوړ اټکل کیږی (34).

اغیزمن معادل ډوز (Effective Equivalent Dose)

دوړانګو دخطر احتمال په دې پورې هم اړه لري چې د بدن کومه برخه او کوم غړی رڼا شوی ده. تجربو وښودله چې دبدن هر یو غړی د وړانګو پمقابل کې په توپیر سره حساسیت او غبرګون ښیي. ددې لپاره چې نوموړې بیالوژیکي اغیزه مو هم په پام کې نیولې وي نودبدن هریوه غړي لپاره دوزن فکتور (Tissue weighting factor= ω_T) وټاکل شو.

بر سیره پردې داغیزمن معادل ډوز په مرسته سره دوړانګو دخطرکچه دټول بدن او د بدن یوې برخې تر منځ هم پرتله کولای شو

تعریف:
اغیزمن معادل ډوز (H_{eff})عبارت دی له مجموعه دحاصل ضرب دټولو غړومعادل ډوز (H_T) او د هغوی دنسجونو د وزن فکتور (ω_T) .

داغیزمن معادل ډوز H_{eff} معادله په لاندې ډول ده چې دلته د T ټکی یا انډکس دنسجونو (tissue) او R دوړانګو Radiation د ډول لپاره لیکل شوئ دی.

$$H_{eff} = \sum_T \omega_T \times H_T = \sum_T \omega_T \sum_R \omega_R \times D_{T,R}$$

$D_{T,R}$ = د ټاکلي وړانګې (Radiation = R) اوټاکلي نسج (Tissue = T) لپاره دانرژي ډوزده جې واحد یې سیورت Sv ټاکل شوئ.

ω_R = Q_R دوړانګو وزن فکتور (Radiation Weighting factor = ω_R) دی چې د ټاکلې وړانګې لپاره ځانګړی قیمت لري اود کوالیټي فکتورسره یوشان دی (واحد نه لري)

ω_T = دټاکلي نسج لپاره دوزن فکتور

Σ = درياضي یوه علامه ده چې د جمعي فرمول لپاره په کارېږي

که فرض کړو چې دبدن هریوه غړي ته په متجانس ډول دطبیعي وړانګوپه کچه یانې لږ څه دوه ملي سیورت (2,13 mSv) معادل ډوزورسیږي نو دهریوه غړي اغیزمن ډوز H_{eff} د نسجونو دوزن فکتور ω_T اودغړي ډوز د حاصل ضرب څخه ($H_{eff} = H_T \times \omega_T$) لا س ته راځي. په ۲۲ - جدول کې دغه شمیرنه د هر یوه غړي لپاره تر سره شوې ده. همدارنګه په نوموړ ي جدول کې دټول بدن لپاره د طبیعي وړانګواغیزمن ډوز هم محاسبه شوئ دی . دبېلګه په ډول که چیرته وغواړو چې د طبیعي وړانګواغیزمن ډوز تر نظر لاندې ونیسو چې بدن ته دتنفس، خوراک د پوستکي او نورو لارو له خوا په توپیر سره ننوځي اوله دې کبله هر یوه غړي ته یو شان انرژي دوزنه رسیږي نو د پورتني فرمول سره سم په پایله کې دطبیعي وړانګوکلنی اغیزمن ډوزپه نریواله کچه لږ څه دوه ملي سیورت 2,13 (mSv) اټکل کیږي.

دنسجونودوزن فکتورω_T يوعدد(شميره) دى چې وا حد نه لري او دځينو غړو لپاره په ۲۲ جدول کې ښودل شوئ دى.
دطبيعي وړانګو څخه ټول بدن ته کلنى اغيزمن دوز لږڅه دوه ملي سيورټ د ى $H_T = 2{,}13\ mSv$ اود لاندې فرمول په مرسته تر لاسه کيږي.

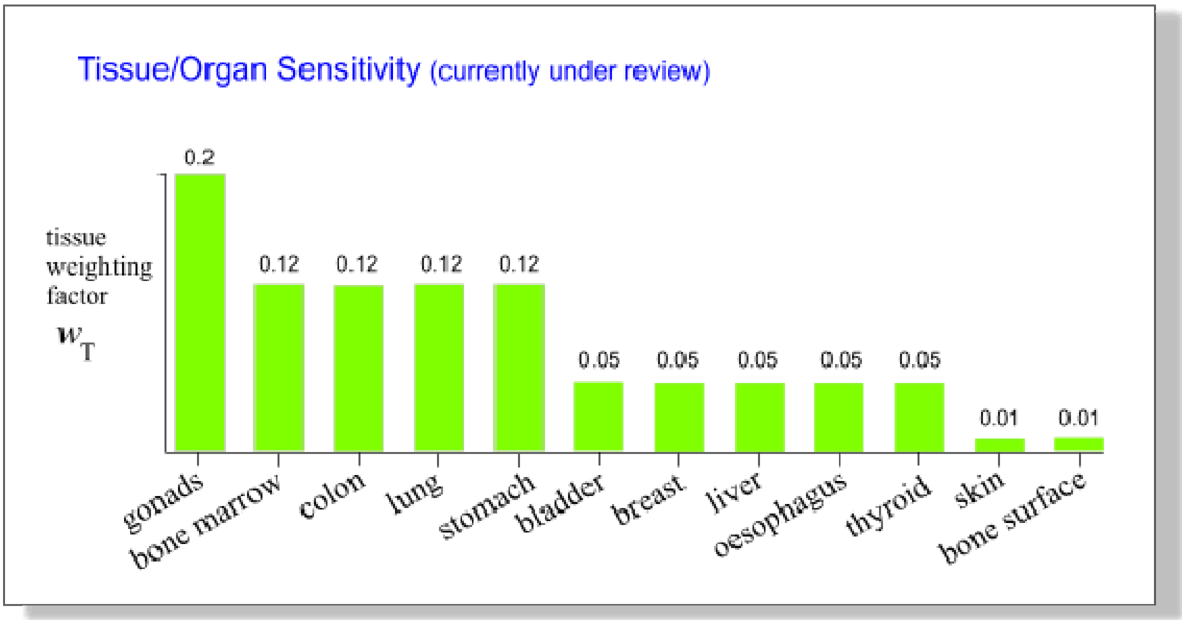
$$H_{eff} = \Sigma\, H_T \times \omega_T = 2{,}13\ mSv$$

د غړي نوم		د نسجونو وزن فکتور ω_T	يوه غړي ته د طبيعي وړانګو اغيزمن دوز $H_T \times \omega_T = 2{,}123\times \omega_T$	
gonads	جنسي غدې	0,20	2,123	0,4
Bone marrow	د هډوکو ماغزه	0,12	2,123	0,25
colon	غټې کلمې	0,12	2,123	0,25
lung	سږې	0,12	2,123	0,25
stomach	معده	0,12	2,123	0,25
bladder	د مسانې کڅوړه	0,05	2,123	0,1065
breast	سينه	0,05	2,123	0,1065
liver	ينه	0,05	2,123	0,1065
oesophagus	مرئ	0,05	2,123	0,1065
thyroid	تايرايد	0,05	2,123	0,1065
skin	پوستکئ	0,01	2,123	0,02
Bone surface	دهډوکو سطحه	0,01	2,123	0,02
Rest tissues	پاتې نسجونه	0,05	2,123	0,1065
☞ دټولو غړو مجموعي اغيزمن دوز		$\Sigma\, \omega_T = 1$	$H_{eff} = \Sigma\, H_T \times \omega_T = 2{,}13\ mSv$	

۲۲ـ جدول: داغيزمن معادل دوز H_{eff} د لاس ته راوستلو لپاره دنسجونودوزن فکتور ونه ω_T ښودل شوي دي. په نوموړي جدول کې دطبيعي وړانګو په کچه د بيلګې په ډول لکه 2,13 mSv وړانګولپاره دټول بدن اغيزمن معادل انرژي دوز محاسبه شوئ دى.

د بيلګه په ډول که ټول بدن په يوګړې رنا شي اووغواړوچې يوازې دسږي لپاره اغيزمن دوزمعلوم کړونود پورتني جدول په کارولو سره دسږي لپاره د نسجونووزن فکتورمساوي له $(\omega_T = 0{,}12)$ سره دى. نو د سږي اغيزمن دوز دنسجونو دوزن فکتور اود يو ګري د حاصل ضرب څخه تر لاسه کيږي او له دوولس ملي سيورټ سره مساوي ده :

$$(H_{eff} = 0{,}12 \times 100\ cGy) = 1\ 2\ mSv)$$



۵۳- شکل: په عمودي محور کې د نسجونو وزن فکتور(ω_T = tissue weighting factor) د بدن دغړوپه تابع سره ښودل شوئ دی. نومړئ فکتور د جنسي غدو لپاره تر ټولولړ قیمت لري(27) .

دنسجونودوزن فکتور (ω_T = tissue weighting factor) دبدن هرغړي په تړاو دوړانګود خطراحتمال کچه او حساسیت په پام کې نیسي. دنومړي فکتورارځونه د هیروشیما او ناګازاکي داتوم بمونو وړانګوځخه ژوندي را پاتي شوئو او دسرطان په ناروغی اخته کسانو داپیدیمولوژي شمیرنو په بنسټ ترلاسه شوي ده. دغه وګړي بیا خو کاله وروسته دوړانګو دناوړه اغیزو په اساس مره شول.

داغیزمن معادل ډوزواحد یو سیورت تا کل شوی چي کوچنی واحد یې سانتي سیورت یاني دسیورت سلمه او یوملي سیورت د سیورت زرمه برخه ده. لاندنی بیلګي داغیزمن معادل ډوز د لاس ته راوستلوپه تړاو رڼا اچوي.

* **پوښتنه:** دچرنوبیل هستوي بټی په پیښه کې کوم چي په ۱۹۸٦ م کال کې داوکراین Ukrine په هیواد کې دیوه کارپوه دناسمي کرنلاري په پایله کې منځ ته راغله دشاوخوا او سیدونکو سږو، تایراید، هډوکو، او نس ته په خپل وارسره صفرعشاریه ښپږ، یو عشاریه دوه، صفرعشاریه صفر نهه اویوعشاریه اته ګري فوتون وړانګي رسیدلي دي. ددغو اوسیدونکو لپاره دوړانګو اغیزمن انرژي ډوزقیمت به څومره وي؟

* **حل:** د ۲۲ـــ جدول څخه د نسجونو دوزن فکتور په نظرکي نیولوسره لرو چي:

$$H_{eff} = \Sigma\, H_T \times \omega_T$$

$$H_{eff} = 0{,}12\times 0{,}6\ Sv + 0{,}05\times 1{,}2\ Sv + 0{,}01\times 0{,}09\ Sv + 0{,}12\times 1{,}8\ Sv = 0{,}35\ Sv$$

* **ځواب:** صفر عشاریه پینځه دیرش سیورت یا ني (0,35 Sv)

* **پوښتنه:** یو مسلکي کارګر په یوه چاپیریال کې چې په رادیواکتیو موادوککړشوئ دی په څیړنه بوخت دی . نوموړي دکارکولوپه ترڅ کې یورادیواکتیو غاز تنفس کوي چې اکتیویتي یې سږي، تایراید اوټول بدن ته انتقال او هلته جذب کیږي. دیوه کال په موده کې دهغه ټول بدن ته لس ملي سیورت 10 mSv او سږو ته یې پنځوس ملي سیورت50 mSv معادل ډوزرسیږي. په نوموړي موده کې دتایراید لپاره دنړیوال کمیسیون دسپارښتني لوړ لیمیټ په پام کې نیولو سره د معادل ډوز تر ټولو لوړه کچه محاسبه کړی .

* **حل:** څرنګه چې دمسلکي کارګرو لپاره دوړانګو نه دځان ساتني نړیوال کمیسیون له خوا ICRP داغیزمن ډوزقیمت دیوه کال او دټول بدن لپاره شل ملي سیورت ټاکل شوئ دی نو لروچي :

دټول بدن معادل ډوز × وزن فکتور + دسږي معادل ډوز × وزن فکتور +
دتایرایدمعادل ډوز × دوزن فکتور = شل ملي سیورت اغیزمن ډوز

$$1.0\times 10mSv + 0,12\times 50mSv + 0,05\times H_T(Thyroid) = 20mSv$$

$$10mSv + 6mSv + 0,05H_T(Thyroid) = 20mSv$$

$$H_T(Thyroid) = \frac{20mSv - 16mSv}{0,05} = 80mSv$$

* **ځواب:** نوموړي کارګرته ددې اجازه شته چې په همدغه کال کې تراتیا ملي سیورته (80 mSv) پورې اضافه معادل ډوزهم ورسیږي بې له دې چې دنړیوال کمیسیون دټاکلي لیمیټ څخه یې قیمت واوړي.

دانرژي خطیزانتقال (Linear Energy Transfer = LET)

کله چې سم سیخ ایونایز کوونکي وړانګي لکه الکترونه، پروتونه، ایونونه او الفا وړانګې په یوه بیالوژیکي ماده ولګیږي نویوه برخه یې بې له دې چې د مادې سره کوم فزیکي غبرګون وکړي تیریږي او بله برخه یې ددغه جسم داتومونو اومالیکولوسره لګیږي او خپله انرژي ورته انتقال کوي. دنوموړو وړانګو بیالوژیکي اغیزه داده چې په حجروکې مالیکولونه ایونایز کیږي اودهغو ی کیمیاوي مرکبونو اړیکی بیخي دیو بل نه پری کیږي. خوکله چې نه سم سیخ ایونایز کوونکي وړانګې لکه د فوټون او اکسریزوړانګې په یوه بیا لوژیکي ماده ولګیږي نو هغوی پخپله سم سیخ مالیکولونه نه ایونایزکوي بلکې دهغوی د فزیکي غبرګون په پایله کې پیدا شوې ثانوي چارج شوې ذرې (secondary particle) د بیالوژیکي مالیکولونو دایونایز کولو سبب(لامل) ګرځي.دهستوي ذرودانرژي خطیزانتقال هغه شمیر ایونایزیشن ته ویل کیږي چې دنسجونوڅخه ددغو ذرودتیریدلو اودلارې په اوږدواوواحد دواټن کې منځ ته راځي. دچارج شووهستوي ذروانرژي خطیز انتقال دتجربو له مخې تر سره کیږي او د دایونایزکوونکووړانګوبیالوژیکي اغیزې په ژوندی او نه ژوندی ماده کې لکه الکترونیک سرکټونه پر تله کوي. په نیم هادي سرکټونو کې دنوموړي کمیت واحد په $MeV\times cm^2/mg$ ښودل کیږي.

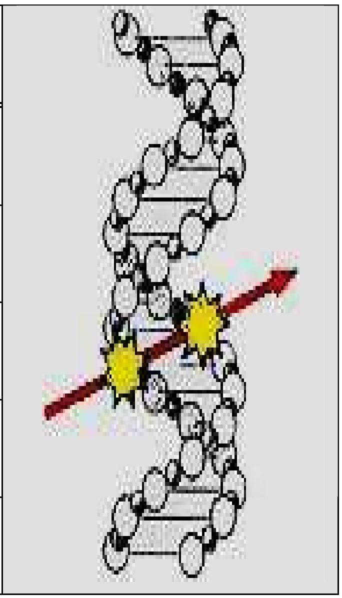
☜ د بېلګه په ډول د سوډيم کلورايد NaCl د انفکاک ياني دنومورړي ماليکول د کيمياوي اړيکوپرې کېدلو او په ايونوتجزيه کېدلو (Dissociation) لپاره لکه Na^+ او Cl^- لړ څه خلور الکترون ولټ انرژي (4,2 eV) په کار ده.

➢ دانرژي خطيز انتقال (LET) يو فزيکي کميت دئ چې چارج لرونکې هستوي ذرې خپله حرکي انرژي د يوې بيالوژيکي مادې سره دغبرګون په ترڅ کې د لاسه ورکوي او په پايله کې داتومونود ايونايزيشن او تحريک سبب ګرځي. دانرژي خطيز انتقال په نسجونو کې د خطيز(کرښيز) طې شوې لارې(ΔS) په اوږدوکې د چارج لرونکوبخرکومنځنۍ جذب شوې انرژي (ΔE) د حاصل تقسيم سره مساوي ده .

$$\text{Linearer-Energie-Transfer:} \quad LET\left[\frac{keV}{\mu m}\right] = \frac{\Delta E}{\Delta s}$$

د نومورړي فزيکي کميت واحد په کيلو الکترون ولټ تقسيم په يوه مايکرومتر(KeV/µm) ټاکل شوئ دئ. په ۲۳ جدول کې د نومورړي کميت قيمتونه د وړانګودانرژي اوچارچ شوو ذرو لپاره ښودل شويدي. دبېلګه په ډول دالفا و ړانګو دانرژي خطيزانتقال ترټولونورو وړانګو لوړ قيمت لري او لړ څه سل کيلو الکترون ولټ په يوه مايکرو متروانټ کې اندازه شوې دئ. په داسې حال کې چې د بيتا او ګاما وړانګولپاره يواځي درې سوه الکترون ولټ قيمت لري.

وړانګي	LET [KeV/µm]
Co-γ دکوبالټ ګاما وړانګي	0,3
2 MeV Protonen دوه ميګا الکترون ولټ پروتون	17
3 MeV α درې ميګا الکترون ولټ الفا وړانګي	140
100 MeV Carbon سل ميګا الکترون ولټه کاربون ايون	160
330 MeV Argon درې سوه ديرش ميګا الکترون ولټه ارګون ايون	1300



۲۳- جدول: دانرژی خطيز انتقال (LET = Linear Energy Transfer) قيمتونه په واحد د کيلوالکترون ولټ تقسيم په مايکرو متر (KeV/µm) د ګاما، الفا اوځينو ايونولپاره ښودل شوې دي. په ښي اړخ کې دکروموزومودې اين اې غبرګ تاربنودل شوې چې ديوې هستوي ذرې په لګېدلو سره پرې کيږي. هغه وړانګي يا ذرې چې دانرژی خطيز انتقال شميره يې لوړقيمت ولري لکه الفا ذره، پروتون، ارګون ايون اونور دغه غبرګ تار پرې کوي.

* **پوښتنه:** دچرنوبیل په هستوي پیښه کې چاپېریال په رادیو اکتیوموادو ککړشو او دشاوخوا اوسیدونکو دایودین ایزوټوپ په تایراید کې جزب کړ. که ومنو چې د ایودین I-131 بیټا وړانګې د تایراید نسجونو سره غبرګون وکړي اوپه دې ترڅ کې یوالکترون دیوې حجرې په کروموزوم کې چې قطر یې لږ څه یو مایکرومتر (1µm) دی یوه برخه انرژي لګه پیښه سوه الکترون ولټ د لاسه ورکړي نوپه یوه مکعب مایکرومتر ($1µm^3$) نسجونوکې به دانرژي دوز $D_µ$ کچه څومره وي؟

* **حل:** د ۲۳ جدول له مخې د الکترونولپاره د انرژي خطیزانتقال LET مسا وي دی له:

LET= ΔE/ΔS = 0,5keV/µm) څرنګه چې د نسجونو کثافت $ρ = 1\ g/cm^3$ یوګرام په یوه مکعب سانتي متر قیمت لري نو په یوه مایکرومتروانږ نسجونو کې جذب شوې انرژی $D_µ$ په لاندې ډول لاس ته راځي.

$$D_{\mu} = \frac{\Delta E}{\rho \times V_{\mu}} = \frac{0{,}5\, keV / \mu\, m}{1g \times cm^{-3} \times (10^{-4}) \times (10^{-4}) \times (10^{-4}) \times cm^{3}} = 0{,}08Gy$$

* **ځواب:** په یوه مایکرومترمکعب $µm^3$ نسجونوکې د ایودین یوې بیټا ذرې یاني یوه الکترون لږ څه اتیا ملي ګرې (80 mGy) انرژي جذب کیږی.

دنومړي فرمول په اساس په ۲٤- جدول کې د پروتونو (P) ، الکترونو Electrons او الفا ذرو (α) لپاره د نسجونوپه یوه مایکرو متر حجم کې جذب شوې انرژي ښودل شوې ده.

د هستوي ذ ر ی نوم	په یوه مایکرو مترنسجونو کې جذب شوې انرژي ΔE/ΔS	په یوه مایکرومتر مکعب نسجونو کې جذب شوې انرژي ډوزکچه په واحد دګرې Gy
الکترون (Electron)	0,1 – 10 keV/µm	0,02- 1.6 Gy
پروتون (Proton)	1- 100 keV/µm	0,2 – 16 Gy
الفا ذره (Alpha particle)	5 – 300 keV/µm	0,8 – 50 Gy

۲٤- جدول: په یوه مایکرومترمکعب (µm×µm×µm) نسجونوکې د الکترون، پروتون او الفا ذرو جذب شوې انرژي کچه په واحد د ګرې (Gy) ښودل شوې ده. کثافت = کتله تقسیم په حجم (ρ = dm/dV) په نومړي جدول کې دیوې حجرې حجم په واحد مایکرومتر$(µm)^3$ په طاقت ددریو اوکثافت یې یوګرام پرسانتي متر مکعب ټاکل شوی. ځینې ځیرنې په ډاګه کوي چې (Radioimmuntherapy) رادیو ایمون تیراپي په موخه، د الفا خیروونکو رادیو ایزوټوپولکه Po^{213} ، د بیټا وړانګوخیروونکو ایزوټوپو په پرتله لکه Y^{90} ګټورې نتیجې ورکړې دي. داځکه چې دالفا وړانګو LET دبیټا وړانګو په پرتله لوړ قیمت لري.

مخصوصه ایونایزیشن (Specific ionization)

نوموړۍ فزیکی کمیت دمثبت او منفي ایونو(جوړه ایونو) هغه شمیر ته ویل کیږي چې دیو سانتي مترپه واټن کي دچارج لرونکوذرولکه پروتون اونیوترون په واسطه په نسجونوکي تولید کیږي .(ion pairs = i.p/cm)

مخصوصه ایونایزیشن = دتولید شوو جوړه ایونوشمیر تقسیم په واحد دواټن

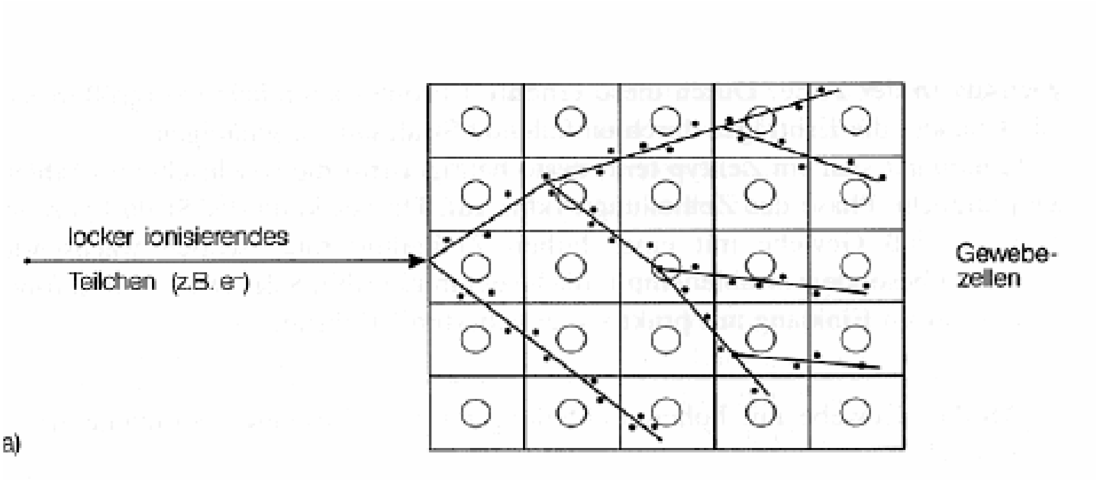
$$specific \quad ionization = \frac{dE/dx}{\omega}$$

په پورتنی معادله کې ω هغه انرژي ده چې د یوجوړه ایونو د تولید کولولپاره په کار ده. د بېلګه په ډول د هوا د پاره نوموړې انرژي لږ څه ځلور دیرش الکترون ولټ (34 eV) ، د اکسیجن لپاره (13,6 eV) او دنایتروجن لپاره (14,5 eV) قیمت لري.

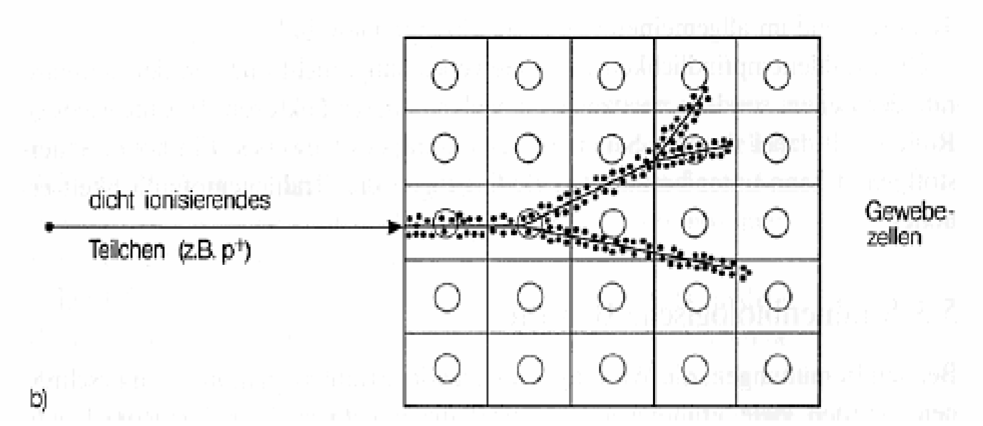
واحد: الکترون ولټ په سانتي متر (eV/cm) تقسیم په الکترون ولټ په جوړه ایونو(eV/i.p)

$$\left[\frac{eV/cm}{eV/i.p.}\right]$$

د بدن په نسجونو کې د سپکوذرو لکه الکترونو او درندوذرو لکه پروتونوپه وا سطه د واټن په اوږد و کي پیداشوو ایونونو شمیره په خپل وار سره په ٥٥- شکل او ٥٦- شکل کې ښودل شوې ده. دنوموړو شکلو څخه په ډاګه کیږي چې د پروتونو مخصوصه ایونایزیشن د الکترونو په پرتله په لس ګونو ځله لوړ دی.



٥٥- شکل: د نسجونوپه حجروکي (ګردي دایرې) دیوه الکترون (e⁻) د غبرګون په پایله کي د پیدا شوو ایونو شمیر په تورو ټکو سره ښودل شوئ دی.



٥٦- شکل: د نسجونوپه حجروکي (ګردي دايرې) د پوپروتون (P^+) د غبرګون په پايله کې د پيدا شوو ايونوګڼ شمير په تورو ټکو سره ښودل شوئ دی.

دوړانګو بيالوژيکي خطر په همغه کچه ډير دی خومره چي دوړانګو په طی شوي لاره کې د پيداشوو ايونو شمير په واحد د سانتي متر کي لوړقيمت ولري. د وړانګو دانرژي سم سيخ انتقال يو مهم فزيکي کميت دی دا ځکه چي په بيالوژيکي ماده کې دوړانګودزيان کچه اټکل کوي.

دکتلي دروونکي قدرت (Mass stopping power = S)

دکتلي دروونکي قدرت S دچارج لرونکو ذروتوله هغه ضايع شوي انرژي ده (-dE/dx) چي په يو ګرام نسجونو او يو سانتي متر طی شوي لاره کي يي دلا سه ورکوي.

$$S = \frac{-dE / dx}{\rho}$$

په پورتنی معادله کي ρ دنسجونو کثافت دی. دنوموړي فزيکي کميت ګټه په دي کي ده چي په يوه ګرام او يو سانتي متر پنډه ماده کي د چارج لرونکو ذروضايع شوي انرژي په ګوته کوي. کله چي لوړانرژي ذرې د يوې مادې څخه تيريږي د بيلګه په دول لکه يوپروتون چي انرژي يي لږ څه سل ميګاالکترون ولټه په يو نوکليون قيمت ولري (100 MeV/nucleon) نودلاري په اوږدو کي خپله حرکي انرژي دبريک (Bremsstrahlung) وړانګو اودشيرينکووړانګو(Cherenkov radiation) په بڼه تر هغه مودي پور ې دلاسه ورکوي ترڅوچي په ماده کي ودريږي.

واحد: يو ميګا الکترون ولټ په ګرام په سانتي متر مربع [$MeV/g/cm^2$]

دالفا ذرو دانتشارفاصله (خپريدلوواټن) (Alpha particle range)

په يوه ماده کي دالفا وړانګود خپريدلو واټن ($Range = R_\alpha$) هغه فاصله ده چي نوموړي وړانګي خپله ټوله انرژي دلاسه ورکړي اوهلته ځای په ځای و دريږي. په هوا کي دالفا ذرو د خپريدلوواټن R_{air} او د نوموړو ذرو د انرژی E_α تر منځ لاندنی اړيکي شته دي (51) .

$E_{\alpha} < 4$ MeV	کله چي دالفا انرژی دځلورمېګا الکترون ولټه ځخه کوچنی وي	R_{air} [cm] = 0,56 E_{α}
$4 < E_{\alpha} < 8$ MeV	کله چي دالفا انرژی د ځلورمېګا الکترون ولټه ځخه کوچنی وي	R_{air} [cm] = 1,24 E_{α} - 2,62

ځرنګه چي د الفا ذرې کتله د فوتون او الکترون په پرتله ډېره غټه ده نو په نسجونوکه سم سیخ مخ په وړاندې ځي او د دطی شوی لارې په اخیره برخه کې خپله ټوله انرژي د لاسه ورکوي. که چیرته دالفا ذرو د خپریدلوواټن په هوا کې مالوم وي نو کولای شو چي په نسجونوکي دنوموړوذرودخپریدلوواټن (R_{tiss}) د لاندنی اړیکې له مخې تر لاسه کړو چې د براګ کلیمن قانون (Bragg-Kleeman rule) په نامه سره یادیږي (51).

$$R_{tiss} = R_{air} \frac{\rho_{air}}{\rho_{tiss}} \approx 1,293 \times 10^{-3} R_{air}$$

په پورتنی معادله کې دهوا کثافت R_{air} تر عادي فشار او تودوخي لاندې مساوي ده له :

($R_{air} = 1,293 \times 10^{-3}$ g/cm^3) او د نسجونو کثافت یو ګرام په سانتي مکعب (1g/cm^3) منل شوی دی.

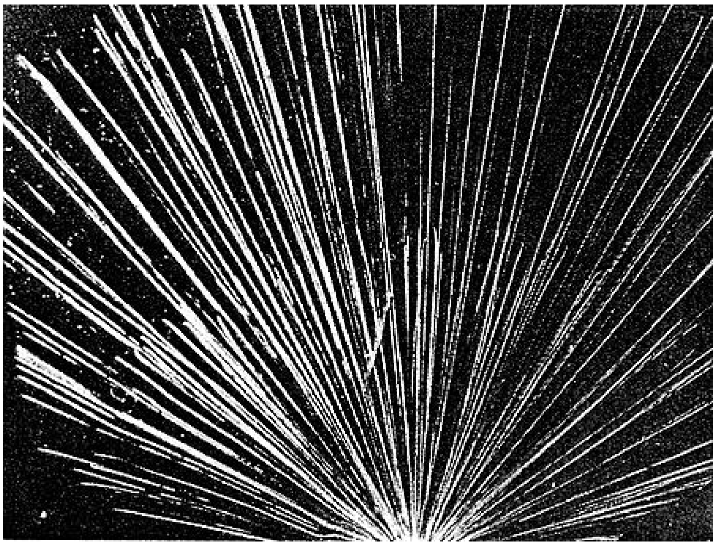
* **پوښتنه:** دغریب شوئ یورانیوم ایزوتوپ ځخه دالفا ذرې خپریږي چي حرکي انرژي يې ځلور میګا الکترون ولټ قیمت لري (E_{α}= 4 MeV) . په نسجونو او په هوا کې دالفا ذرود خپریدلوواټن ځومره دی ؟
* **حل:** په هواکې د الفا ذرو د خپریدلو واټن لپاره لیکلای شو چي:

$$R_{air}\,[cm] = 0,56\,E_{\alpha} = (0,56\ cm/MeV)\,(4\ MeV) = 2,24\ cm$$

همدارنګه په نسجونوکي د الفا وړانګو د خپریدني واټن لپاره لیکلای شو چی:

$$R_{tiss} = 1,293 \times 10^{-3}\ g/cm^3)\ (2,24\ cm) \quad = 0,003\ cm = \ 30\ \mu m\ (microns)$$

دغریب شوي یورانیوم دالفا وړانګې چي انرژي يې ځلور میګا الکترون ولټ قیمت لري لږ ځه دیرش مایکرو مترپه نسجونو کې ژور ننوځي. دغه نسجونه د خپل وزن په ترکیب کې په سلو کې 73% اکسیجن، 4% نایتروجن، 12% کاربون او 10% هایدروجن لري.



٥٧- شکل: د راديم راديو اکتيف سرچيني څخه د الفا ذرې په هوا کي خپريږي چي د پلي شوې لاره يې په سپينو کرښو بنودل شوې ده. د بېلګه په ډول د يورانيم په معدني ډبرو کي چي د پيښلبلېندي (Pechblende) په نامه سره ياديږي همدا سبب(لامل) دی چي دشپې له خوا او يا په توره تياره کي د شين رنګ په ډول ځليږی. دا ځکه چي د الفا وړانګي د هوا ماليکولونه ايونايزکوي اوپه پايله کې د رڼا وړانګي ورڅخه خپريږي چي په سترګو ليدل کيدا ی شي (52).

نسبي بيالوژيکي اغيز منتيا (Ralative biological effectiveness = RBE)

تجربو وښودله چي دوړانګو بيالوژيکي اغيزې د پا س يادښوي فزيکي کميت ياني دانرژي سم سيخ انتقال په کارولو سره بشپړ نه تر لاسه کيږي بلکه يو بل بيالوژيکي او فزيکي کميت ته اړتيا ليدل کيږي چي د نسبي بيالوژيکي اغيزمنتيا (RBE) کميت نوم ور کړشو. داځکه چي دوړانګو بيالوژيکي اغيزې ديولړګڼ شمير راديو بيو لوژيکي ارقامو(Data) لکه دنسجونو په ډول، دوړانګوپه قدرت، د وړانګو په انرژي، دنسجونوپه فزيولوژيکي حالت، بيالوژيکي نوښت، په نسجونوکي دوړانګودخپريدلو په موده اود نسجونو په شاوخواکې دجذب شوې انرژي د خپريدلو په کړنلاره پورې اړه لري. دبېلګه په ډول که څه هم دتوپير لرونکو وړانګو انرژي اندازه په يوه جسم کې سره يوشان وي خوبيا هم د وړانګو بيالوژيکي اغيزي د انرژي په تا بع سره توپير لري.

ديادشوې موخي لپا ره نسبي بيالوژيکي اغيزمنتوب يو بل کميت تعريف شو ترڅودهر ډول وړانګودبيالوژيکي اغيزو تر منځ يوه مقايسه وکولای شو. په دې اړوند د اکسريز دوه سوه پنځوس کيلوالکترون(250 keV) ولټ او يا د کوبالټ شپيته (Co-60) راديو اکتيو عنصرګاما وړانګي دمقايسي په موخه د ستاندارد وړانګوپه ډول ټاکل شوېدي. د بېلګه په ډول که چيرته موږ اکسريزد ستانډار د وړانګو په صفت ومنواو دوه سوه سانتي ګرې په همغه کچه بيالوژيکي اغيزه رامنځ ته کړي لکه چي شل سانتي ګرې نيوترون يې رامنځ ته کوي، نو نسبي بيالوژيکي اغيزمنتيا مساوي ده له: 200/20 = 10

RBE = Cobalt-60 Energy dose (Gy)/unknown Energy dose (Gy)

نسبي بیالوژ یکي اغیزمنتیا RBE = دکوبا لټ شپیته (Co-60) وړانګو انرژي ډوز اندازه په واحد دګرېِ (Gy) تقسیم په ځیرونکو وړانګو انرژي ډوزپه واحد د ګرېِ(Gy)

☜ نسبي بیالوژیکي اغیزمنتیا په نسجونوکي دکوبا لټ شپیته رادیواکتیو عنصر د مقایسه کوونکو وړانګو یا د ستاندارد (Standard) وړانګو اودځیرونکو وړانګوانرژي اندازې د حاصل تقسیم سره مساوي دی کوم چې په همغه کچه بیالوژیکي اغیزي منځ ته راوړي لکه چې د کوبالت شپیته مقایسوي وړانګې یې را منځ ته کوي .

نسبي بیالوژ یکي اغیزمنتیا په مرسته سره د دتوپیرلرونکووړانګونا ځرګنده انرژي ډوز پیداکولاې شو کوم چې په همغه کچه بیالوژیکی ناوړه اغیزي منځ ته راوړي لکه چې دکوبالټ سرچینې یو ګرې Gy انرژي ډوز یې را منځ ته کوي. دبېلګه په ډول دنوموړي کمیت په مرسته سره د ځیرونکو وړانګو هغه کچه انرژي ډوز مخ وینه کولاې شوچې پنځوس په سل کې وګړي د مرګ سره مخامخ کوي او د وړانګو دغه اندازه په (LD_{50}=Letal Dose) سره بنودل کیږي.

Organs دبدن غړي	Equivalent dose ضرب معادل ډوز	×	Weighting factor دوزن فکتو	=	effictive Dose اغیزمن ډو ز
Gonads جنسي غده	50 mSv	×	0,25		= 12,5 mSv
Mamma تې یا ماما	50 mSv	×	0,15		= 7,5 mSv
red bone marrow دهډوکوسره ماغزه	50 mSv	×	0,12		= 6 mSv
Lung سږی	50 mSv	×	0,12		= 6 mSv
Thyride تایراید	50 mSv	×	0,03		= 1,5 mSv
Bone surface دهډوکومخ سطحه	50 mSv	×	0,03		= 1,5 mSv
other five organs دبدن پاتې پینځه غړي	50 mSv	×	0,06 × 5		= 15 mSv **= 50 mSv**

۲٤ـ الف جدول: په پورتني جدول کې د بدن هر یوه غړي لپاره د اغیزمن ډوزبرخه محاسبه شوېده کله چې په یوه وارسره ټول بدن په پنځوس ملي سیورت 50 mSv وړانګې رنا شي.

☜ **دپام وړ**: د بدن په حجرو کې دايونايز کونکو وړانګو ناوړه اغيزې هغه وخت پوره اټکل کولاې شو چې دنوموړو وړانګو لاندني فزيکي او بيالوژيکي خواصو او پارامترو parameters په هکله پوره مالومات په لاس کې ولرو:

- ☑ دوړانګو جزب شوې انرژي په واحد دګرې
- ☑ دوړانګوډول چې په نسجونوکې توپير لرونکې اغيزې لري اوواحد يې سيورت دی
- ☑ د وړانګو پمقابل کې دبدن دهر يوه غړي توپير لرونکی حساسيت چې داغيزمن ډوز په مرسته سره په نظر کې نيول کيږي او له دې کبله دوړانګود ربنتوني خطر په اټکلو کې ديوه مهم فزيکي کميت په توګه ورځخه کار اخيستل کيږي

پوښتنې (Questions):

٧-١ دوړانګوهغه ډوزچې داندازې وړدې څه نوميږي اوواحد يې څه دی؟

٧-٢ يو ګرې په څومره کچه وړانګې دي؟

٧-٣ يومسلکي کارپوه ته ديوې بهرنی راديواکتيوسرچينې څخه يوملي ګرې 1mGy الفا وړانګې، بيتاوړانګې اوګاماوړانګې رسيدلي دي. دنوموړووړانګوټول معادل ډوزدهغه بدن ته څومره دی؟

٧-٤ داحمدوزن يوسلودوولس کيلوګرام اودمحمودوزن شپږپنځوس کيلوګرام دی. دواړوته ديوې سرچينې څخه پينځه ملي ګرې 5mGy وړانګې رسيږي. دهغوی دواړومعادل ډوزسره يوشان دی؟

٧-٥ يومسلکي کارګر ته چې وزن يې سل کيلوګرام دی لس ژول انرژ ي ورسيده. دوړانګوانرژي ډوزيې څومره ده؟

٧-٦ يوچا ته لس ګرې بيتا وړانګې اولس ګرې الفا وړانګې رسيدلي دي. ددواړووړانګومعادل ډوز سره يوشان ده؟

دريمه برخه

اتم څپرکی

د بدن په حجروباندي د ايونايزكوونكو وړانګو فزيكي، كيمياوي او بيالوژيكي اغيزې

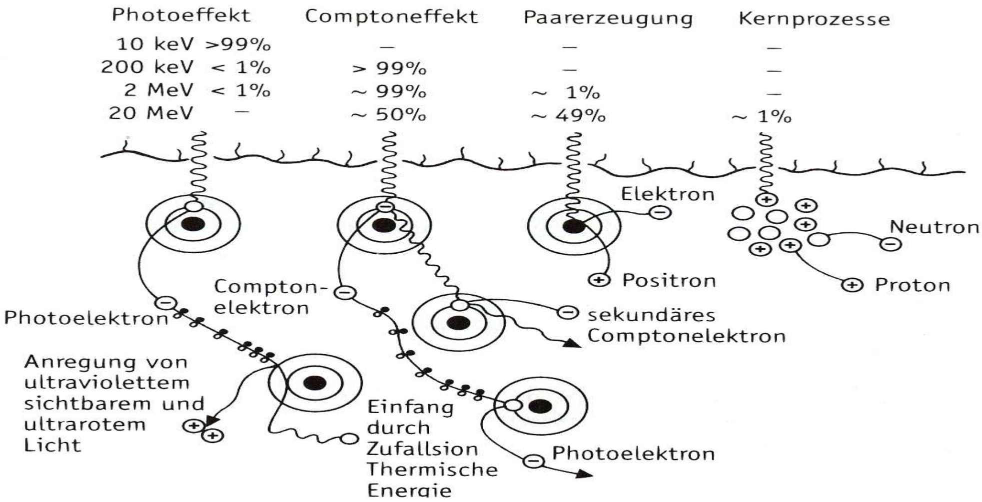
(Physical, biological and chemical effects of ionizing radiation on body cells)

لومړۍ: فزيكي اغيزي (Physical effects)

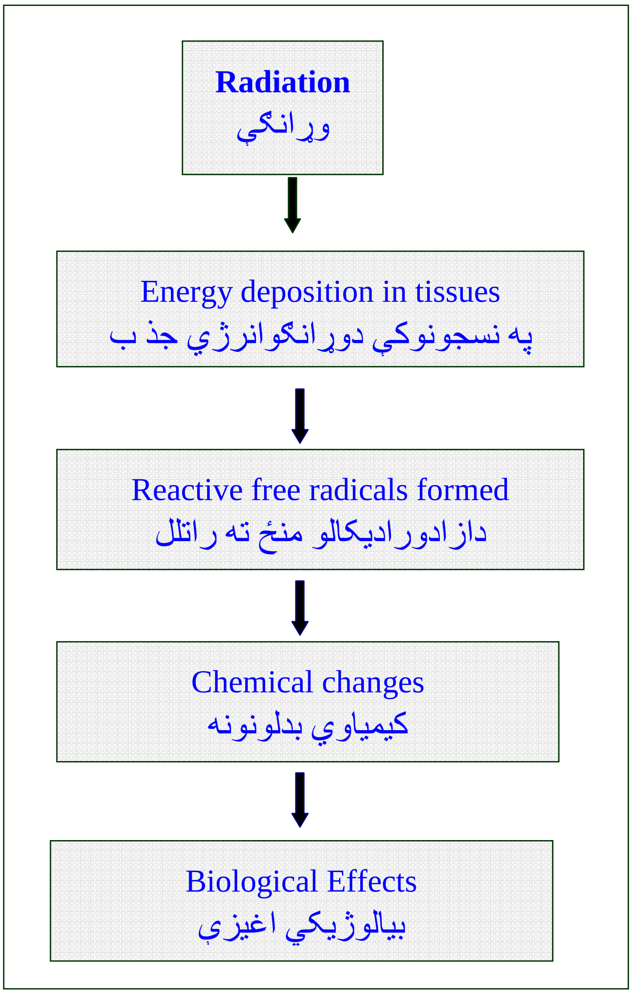
دانسانانوعصبي حجرې نه شي کولای چې د ايونايز كونكو وړانګوناوړه اوخطر لرونكي اغيزې حس کړي بلکه يوازې دتخنيكي آلو، فزيكي، كيمياوي اوپه تيره بيا د بيالوژيكي کړنلارو او تګلارو په مرسته سره دوړانګوشته والی څر ګند كيدای شي. دوړانګو اندازه کول هغه وخت امکان لري چې دوړانګو اغيزې په بد ن کې پاتې شي او موږ بيا ددې اغيزو له مخې دوړانګو انرژي ډوزتر لاسه کړو اوبيا په روغتيا باندې دهغوی د زيان يا خطر کچې اټکل وکړو.

کله چې ايونايز كوونكي وړانګې پر يوه بيالوژيكي ژوندی ماده ولګيږي نولکه د يوې نه ژوندۍ مادې په څيرپه لومړي پړاو کې يوه فزيكي پر وسه پيل كيږي يانې د ژوندي مادې د ماليكولونو او اتومونوسره هر اړخيز غبرګون کوي. په پايله کې د ژوندۍ مادې ماليكولونه او اتومونه الکترونه دلاسه ورکوي اود ايونايزيشن او هيجان كولوپروسه صورت نيسي.

په ٥٨ـ شکل کې د يوې مادې د اتومونو سره د ايونايزكوونكو وړانګوهر اړخيزغبرګونونه لکه کمپټون اغيزه compton effect، فوتو اغيزه photo effect، دجوړه ذروپيدايشت pair production اوهستوي تعاملونه ښودل شوي دي. نوموړې اغيزې درڼا شوو وړانګو دانرژي تابع دي. د بيلګه په ډول که دفوتون وړانګوانرژي لس كيلو الكترون ولټ (10 keV) ومنو، نو دفوتواغيزه نهه نوي په سل(99%) اوکه شل ميګا الكترونولټ(20 keV) ومنو، نويو په سل (1%) هستوي تعاملونه منځ ته راځي.



۵۸ـ شکل: په ماده کي دفوتون وړانګودانرژی انتقال هراړخيزې فزيکي کړنلارې ښودل شوي دي. په دې شکل کې مثبت چارج دجمعې او منفي چارج دمنفي په علامه سره ښودل شوئ دی. د کيڼ خوانه شي خواته (فوتواغيزه، کمپتون اغيزه، د جوړه ذرو پيدايينت،دهستې چاودنه) (7)



۵۸ـ شکل: په يوه بيالوژيکي ماده کې دوړانګوفزيکي ، کيمياوي اوبيالوژيکي غبرګون

دويم: دوړانګوکيمياوي او بيالوژيکي اغيزې

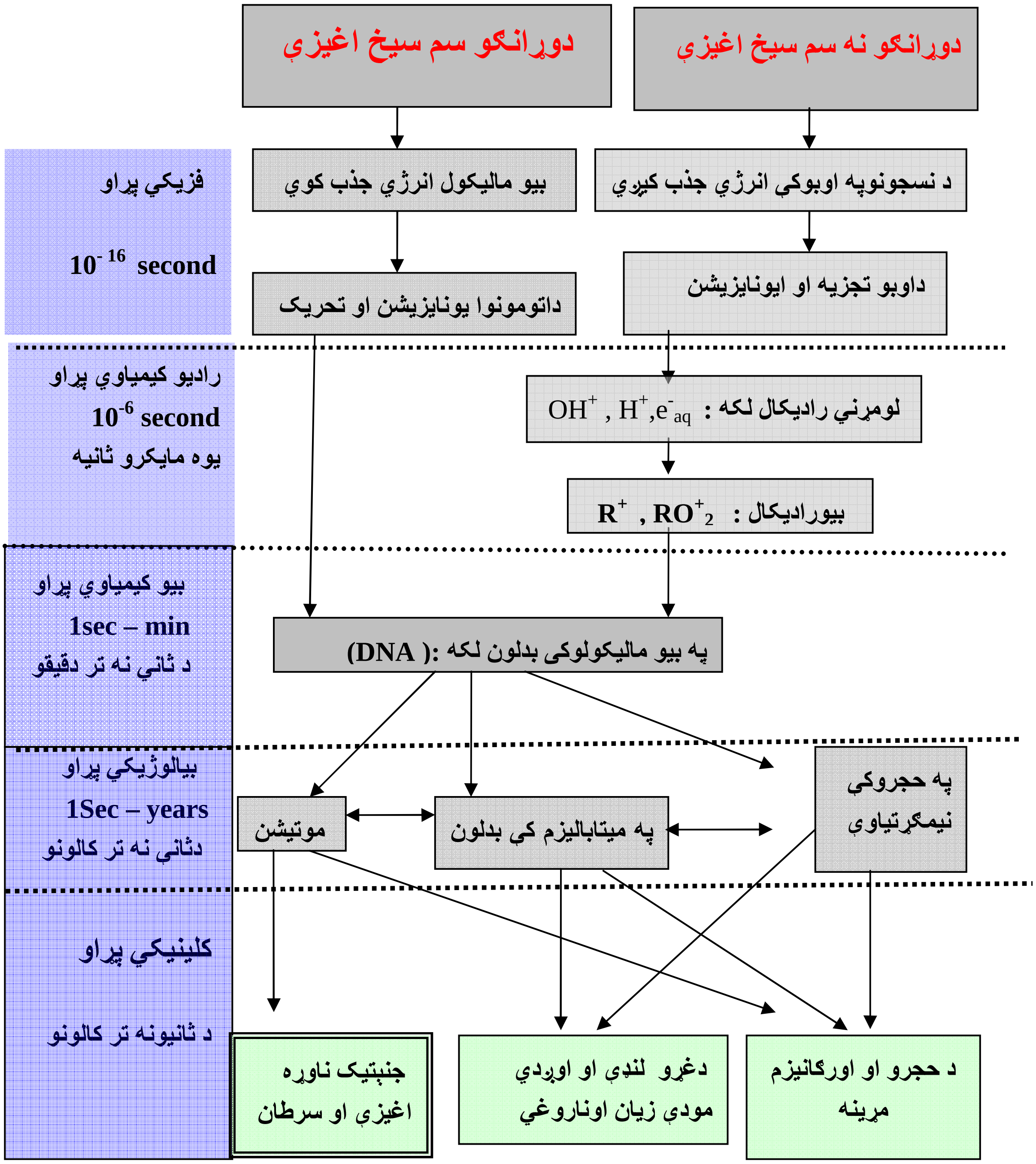
(Chemical and Biological effcts of ionizing radiation)

کله چې الکترومقناطيسي وړانګې دحجرې ماليکولوسره فزيکي غبرګون تر سره کړي نود يوې ثانيې زرمي برخي څخه په کمه موده کې (10^{-18} – 10^{-3} seconds) فزيکي ، کيميا وي او بيالوژيکي تعاملونه پيل کيږی چې په پايله کې دفوتون انرژي په نسجونو کې جذب کيږي او دبيو ماليکولونو اړيکي پرې کيږي. دبېلګه په ډول لکه زهرجن او مغلق کمپلکس کيميا وي مرکبونه(R^+;Ro^+_2) ، داوبوتجزيه (Radiolyse) ، ازاد ډير فعال راديکال (Free active radicals)، مثبت او منفي چارج شوي ايونونه منځ ته را ځی(OH^+). برسيره په دې ،دنسجونوپه الکترولايت (Electrolyt) کې د تيزابي، الکالي او خنثي ليول (pH = - log[H^+]) کچه دنورمال حالت څخه بدليږي. توليد شوي ايونونه په خپل وار سره دحجرواودچاپيريال ماليکولوسره داسي ډول کيمياوي تعامل کوي چې په پايله کې د هغوی د پروتوينو (Protoeins)اړيکو پرې کولو سبب(لامل) ګرځي. د بېلګه په ډول د يو الکترون ولړ څخه تر پينځه ديرش الکترون ولټه پورې انرژي (1eV-35eV) په کاره ترڅود يوه بيوماليکول د ايونايزيشن کړنلاره منځ ته راشي.

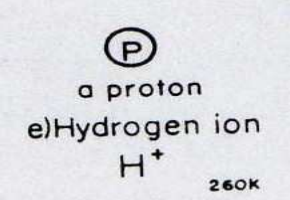
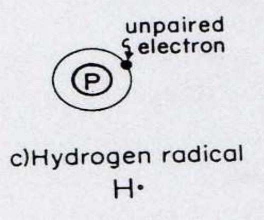
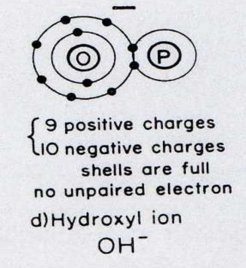
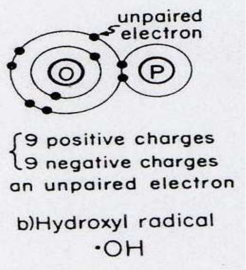
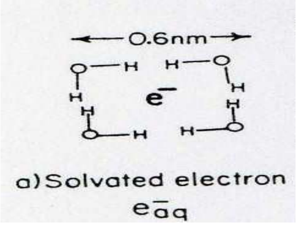
دپام وړ: (تيزابي pH<7 ، خنثي pH=7 ، الکالي pH>7)

داوبوراديولا يزيا دتجزيې کړنلاره (Radiolyse)

کله چې ايونايز کوونکي وړانګې د حجرې په سيتوپلازما (Cytoplasma) ولګيږي اوهلته داوبو يوه ماليکول لکه H_2O سره غبرګون وکړي نوديولړفزيکي اوکيمياوي تعاملاتو په پايله کې داوبو دغه ماليکول کيمياوي اړيکي پرې کيږي اوپه کوچنيو برخو تجزيه کيږي. په دې ترڅ کې ازاد الکترونه لکه اوبه زن الکترو ن (e^-_{aq} = Aqueous) ، پروتونه H^+ , اوځينې نور مثبت او منفي چارج شوي کمپلکس بيوماليکولونه لکه داوبو يوايونايز شوې مثبت ماليکول (H_2O^+) ، هايدروجن پر اکسايد (Hydrogen peroxide = H_2O_2) ، د ازاد هايد روکسيل راديکال (OH^*) ګروپ چې ديوه هايدروجن او يواکسيجن اتوم څخه جوړدی او دهايدروجن راديکال (H^*) منځ ته راځي. نوموړي راديکال چې ځينې يې د ازاد راديکال ياني خپلواک راديکال (free radical) په نامه سره هم ياديږي د سمبول دپاسه د يوه ستوري په علامه سره (*) په نښه کوو. تول ازاد راديکال په لوړه کچه کيميا وي فعاليت لري دا ځکه چې په بهرني مدار کې طاق (odd) شمير الکترونه لري او له دې کبله د شاوخوا غړو بيوماليکولوسره يوالکترون شريک کوي اوپه اخيرکي کيمياوي اړيکي منځ ته راځي. په پايله کې همدغه عضوي مرکب د ترون يو الکترون دلاسه ورکوي او سمدلاسه تجزيه کيږي او په دې ډول خپل بيولوژيکي اغيزمنتوب اواهميت بايلي. په ۲۵– جدول کې نوموړي راديکال په مفصل ډول سره تشريح شوي دي.



۵۹- شکل: په بدن کې دالکترومقنا طيسي وړانګو فزيکي ، بيوکيمياوي او بيولوژيکي هراړخيزې اغيزې ښودل شوې دي. دپام وړ ده چې دوړانګو کلينيکي اغيزې د ثانيو څخه ترکالونو پورې وخت نيسي اوله دې کبله دطبيعي نورو نا وړه اغيزوسره دهغوې توپير ثبوت کول ډيرسخت تماميږي.

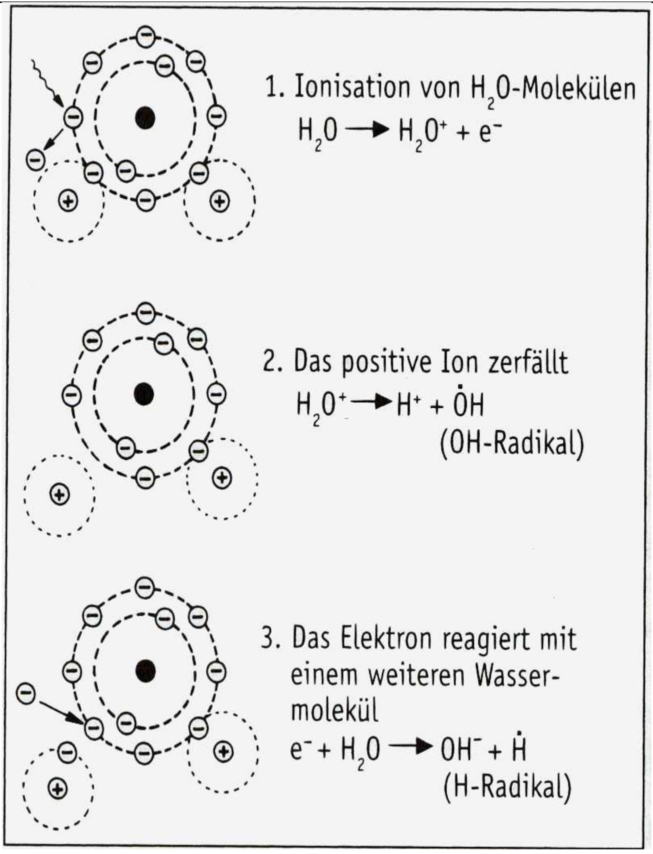
	د هايدروجن اتوم مثبت ا يون يا ني يو پروتون
	د هايدروجن اتوم يوراديكال چي په باندني مدار كي يو نا جوت الكترون لري
	دهايدروكسيل منفي ايون چي مدارونه يي په نهو مثبت چارجونو او لسو منفي چارجونوباندي ډک شوي دي او له دي كبله يو ناجوت الكترون نه لري.
	دهايدروكسيل راديكال چي په مدارونو كي نهه مثبت چارجونه او نهه منفي چارجونه لري او په با ندني مداركي يو ناجوت الكترون لري
	داوبو سره دوړانګودغبرګون په ترځ كي لومړى يوازاد الكترون منځ ته راځي چي بيا ډير زرد اوبوخلورومالېكولوڅخه احاطه (ايسار) كيږي او له دي كبله ورته اوبه زن الكترون (Solvated) هم ويل كيږي.

۲۵- جدول: كله چي وړانګي داوبو سره غبرګون وكړي نو په پايله كي ازاد راديكال، مثبت او منفي چارج شوي ماليكولونه منځ ته راځي چي په پورتنيو شكلونو كي ښودل شوي دي (15) .

په ٦٠– شكل كي داوبوسره دوړانګو دغبرګون او تجزيي په پايله كي هر اړخيز كيمياوي كړنلارې ښودل شوئ دي چي په پايله كي تعامل كوونكي مركبونه ورڅخه پيدا كيږي. نوموړي كړنلاره د راديو لايز (Radiolyse) په نامه سره ياديږي په نوموړي تجزيه كي د سولوېټيډ الكترون (Solvated electron) او يا په بل عبارت د اوبه زن الكترون e^-_{aq} اهميت د يادولوړدې چي داوبو څلورومالیکولوڅخه احاطه شوئ دی. نوموړئ يو ازاد الكترون دی چي د اوبوماليكول ډيرمثبت چارج شوي هايدروجن اتوم ته ډير ور نږدې دی او دډير منفي چارج شوي نايتروجن اتوم څخه لرڅه په ليرې

واټن کي پروت دی. همدا سبب(لامل) دی چي داسي يو اوبه زن الکترون بريښنايز ډيپول ياني دوه قطبه (Dipole) خا صيت ځانته غوره کوي او دکيمياوي هر اړخيزوفعال تعاملونومسئول ګڼل کيږي. څرنګه چي خپلواک راديکال په ځانګړي توګه داسي خواص لري چي په لوړه کچه دنورويو ماليکولوسره ديوه پاينټ لرونکي کيمياوی تعامل سبب(لامل) ګرځي نوله دی کبله کولای شي چي په يوه حجره (ژونکه) کي مهمو ماليکولونو لکه ډي اين ايDNA په ماليکول کي بنسټيز بدلون راولي. داوبو راديولايزکړنلاره په ۳۸- شکل کي ښودل شوي ده.

- دحجرې ډي اين ايDNA ته د زهرجنوخپلواکوراديکالوبيالوژيکي زيان دوړانګوانرژي ډوز سره سم سيخ متنـا سب ده. هر څومره چي ډير خپلواک راديکال دوړانګوپه واسطه منځ ته راځي په همغه کچه د سرطان يوې حجرې د پيدا کيدلو احتمال هم زياتيږي. د بېلګه په ډول لکه د OH^* راديکال چي يو ډيرپياوړی او زورورا کسايد کوونکی خاصيت لري او له دی کبله په آسانی سره د هايدروجن يو اتوم د ډي اين ايDNA ماليکول څخه را وباسي او په پايله کي د نوموړي ماليکول د شکرواوفوسفاټ (Sugar phosphate) تر منځ اړيکی پرې کيږي.



دوړانګو په لګيدلو سره داوبويو ماليکول ايونايز کيږي اوپه پايله کي داوبوماليکول يومثبت ايون او يوخپلواک الکترون منځ ته راځي. دغه خپلواک الکترون بيا ورووسته د اوبو ځلورو ماليکولوڅخه احاطه کيږي اويوبريښنايز ډيپول (Dipole) ورڅخه جوړيږي. نوموړی الکترون ته له دی کبله اوبه زن الکترون هم ويل کيږي (e^-_{aq}) .

داوبوماليکول يو مثبت يون ا يون تجزيه کيږي اود هايدروکسيل راديکال OH^* او هايدروجن مثبت يونH^* منځ ته راځي.

يوخپلواکالکترون داوبويوماليکول سره کيمياوي تعامل کوي اودهايدروکسيل منفي ايونOH^- اودهايدروجن يوراديکال H^* منځ ته راځي

۶۰- شکل: په دغه شکل کي داوبويوه ماليکول سره دالکترو مقناطيسي وړانګود نه سم سيخ اغيز ي کړنلاره ښودل شوي ده چي په پايله کي داوبويو ماليکول په چارج شوو ايونو اوخپلواکو راديکالو تجزيه کيږي. په يوه بيالوژيکي ماده کي دوړانګو نوموړي اغيزه د راديو لايزيږه نا مه سره ياديږي (Radiolyse) چي په لاندي پړاونويي ويشلای شو (7).

- **په لومړي پړاوکي** يو فوتون داوبوپه يوه خنثی ماليکول باندې لګيږي کوم چې د ٦٠- شکل په پاسنۍ برخه کې ښودل شوئ دی. د ايونيزيشن څخه وروسته يو الکترون او داوبومثبت چارج شوی ماليکول (H_2O^+) لا س ته راځي.
- **په دوهم پړاو کې** داوبو مثبت چارج شوی ماليکول يا ايون په خپل وار سره تجزيه کيږي او دهايدروجن اتوم مثبت ايون اويو اکسايد کونکی هيدرواکسيل راديکال ماليکول (HO) منځ ته راځي.
- **په اخرني پړاو کې** همغه خپلواک شوې الکترون د اوبو يوه بل خنثې ماليکول سره يوځاې کيږي او دهايدروجن يو راديکال او هايدرواکسيل منفي چارج شوی ايون ورڅخه لا س ته راځي. برسيره پردې دهايدروجن يو ماليکول H_2 هم منځ ته راتلاې شي چې بيا نوموړئ په خپل وارسره ديوه اکسيجن O_2 ماليکول سره هايدروجن پراکسيد H_2O_2 جوړوي چې دوړانګو دزيان کچه نوره هم پياوړې کوي. داوبو راديولايزکيمياوي معادله په لاندې ډول ليکلاى شو.

$H_2O \longrightarrow$	$OH^* + H^*$	داوبو ماليکول چاودنه
$OH^* + OH^* \longrightarrow$	H_2O_2	دهايدروجن پر اکسايد جوړښت
$H_2O_2 + OH^* \longrightarrow$	$HO^*_2 + H_2O$	د اوبوماليکول اويور اديکال جوړښت
$HO^*_2 + HO^*_2 \longrightarrow$	$O_2 + H_2O_2$	د اکسيجن او دهايدروجن پر اکسايد جوړښت
$HO^*_2 + OH^* \longrightarrow$	$O_2 + H_2O$	د اکسيجن او د اوبويو ماليکول جوړښت

په نه عضوي مرکباتوکي دوړانګوکيمياوي اغيزې

دبدن ډيرنه عضوي مرکبات دوړانګودغبرګون په پايله کې په اکسايد بدليږي. د بېلګه په ډول په وينه کې دوه قيمته اوسپنه Fe^{++} په درې قيمته اوسپنه Fe^{+++} اوړي. نوموړې کړنلارې ته کيمياوي ډوزيمټري Chemical Dosimetry هم ويل کيږي چې د لومړي ځل لپاره د يوه جرمني کيميا پوه Fricke له خوا رابرسيره او کشف شوه.

$$Fe^{++} + OH \rightarrow Fe^{+++} + OH^{-} \qquad \text{(Fricke Dosimetry)}$$

نوموړې کيمياوی ډوزيمټري په درملنه کې دوړانګودناوړه اغيزو په پيژندنه کې خورا اړين رول لري. د بيلګې په ډول نوموړې تګلاره د بدن په وينه کې داوسپنې داکسايد کولوپه کړنلاره کې خورا ډير کارول کيږي.کله چې وړانګې په يوه مايع کيمياوي مرکب ولګيږي نوخنثی اتومونه په الکترونو اوايونو تجزيه کوي. يوه داسې ازادشوی الکترون ته ثانوي الکترون هم وايي اوپه مايع چاپيريال کې دګڼ شمير غبرګونوپه پايله کې هر ځل لږبرخه حرکي انرژي دلاسه ورکوي. دبېلګه په ډول داوبوماليکول دايونايزيشن لپاره لږ څه 13 eV اود تحريک لپاره لږ څه 7 eV انرژۍ ته اړتيا شته.

په عضوي مرکباتوکې دوړانګوکیمیاوي اغیزې

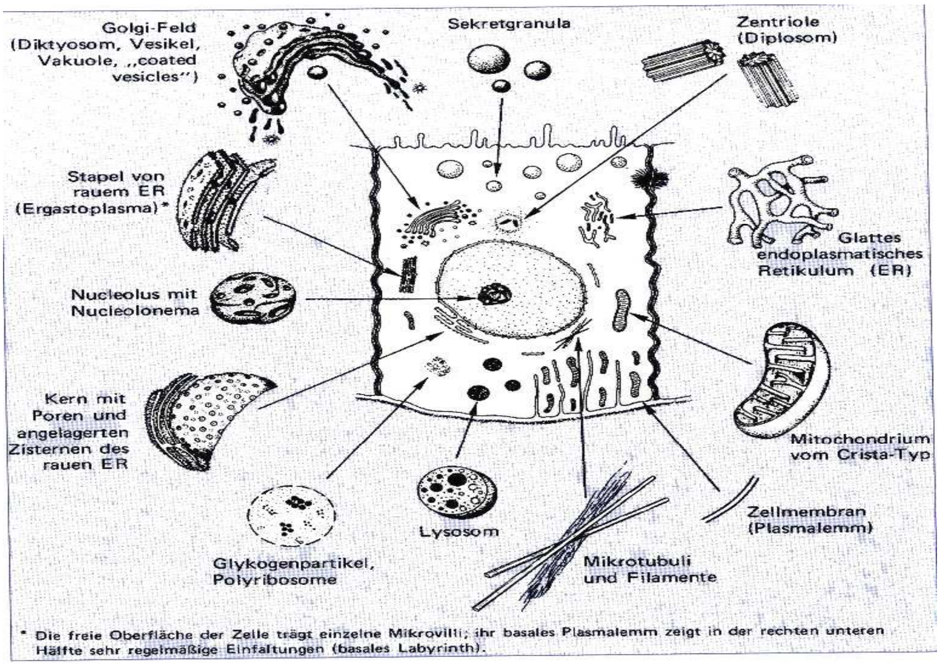
ډیرعضوي مرکبات شته دي چې دوړانګودغبرګون په پایله کې په اکساید بدلیږي او دهایروجن اتومونه دلاسه ورکوي. هغه رادیکال چې په نوموړي کړنلاره کې منځ ته راځي کولای شي چې د ګڼ شمیرنورو کیمیاوي تعاملاتو د پیل سبب(لامل) وګرزي. دبېلګه په ډول دالکولوکړنلاره Dehydration، دامینواسید کړنلاره Desamination اوپه تیره بیا هغه امینو اسید چې د SH-Group ګروپ ورسره تړلی وي لکه Cystein او Cystamin ا و نورچې دهواد اکسیجن سره کیمیاوي تعامل کوي او له دې کبله دوړانګو اغیزې په ثبوت رسېدلای شي . داځکه چې نوموړي اسید دلاندني کیمیا ی تعامل سره سم په ډیره اسانی سره په اکسا ید بدلیږي.

$$2R - SH + 2OH^{-} \rightarrow RS - SR + 2H_2O$$

په نوموړي کیمیاوي تعامل کی ډیسلفا ید او اوبه منځ ته راځي. د دغه رنګه کیمیاوي تعامل څخه په درملنه کې د وړانګو څخه دځان ساتنې په موخه ګټه اخیستل کیږي. د بېلګه په ډول دغه او ځیني نور مواد شته دي چې د وړانګو دخطردمخ نیوي اودځان ساتنې په موخه خلکو ته د پروفېلا کس Profelax په ډول ورکول کیږي. داځکه چې نوموړي مواد هغه ناوړه رادیکال چې دوړانګو په واسطه منځ ته راغلي وي لکه OH^{-} ګروپ ځان ته رانیسي او نه پریږدي چې نورې بیالوژیکې ناوړه اغیزې ترسره کړي اویا بیوکیمیاوي تعاملونه دعضوي مرکبونوسره جوړکړي.

د حجرې جوړښت (Cell structure)

دبدن اود هرې بیالوژیکي مادي بنسټیز واحد حجره (ژونکه) جوړوي. په ٦٠- الف شکل کې د بدن یوې نورما ل او روغې حجرې جوړښت ښودل شوئدی. یوه حجره (ژونکه) د یوه میمبران یا غشا، یوې هسته اوسیتو پلازما څخه جوړه ده. په هسته کې یو کنترول کوونکی سیستم شته دی چې دهستې (nucleus) په نامه سره یادیږي.



٦٠- الف شکل: د بدن یوې نورمال حجرې (ژونکې) جوړښت (9)

☜ یوه حجره (ژونکه) لږ څه اتیا په سل 80% کې داوبوڅخه جوړه شوې ده او پاتې شل په سل 20% کې بیالوژیکي کمپلکس مرکبونه لکه پروتیین اوازاد کاربوها یدرات تشکیلوي.

☜ دیوه ستر سړي په بدن کې دبیلګه په ډول لږ څه پنځوس تریلوینه (10^{18}) حجرې اټکل کیږي

دحجرې په هسته کې یو ډیرمهم مالیکول شته دی چې د ډي اوکسي ریبونوکلیک اسید (Deoxyribonucleic acid) په نا مه سره یادیږي او لنډیز یې په ډي این اې (DNA) سره کیږي. نوموړی نامتو مالیکول د حجرې جوړښت، دحجرې د میتوزیس(Mitosis) یا نې د ویشتوب کړنلاره اودحجرې د ژوند هر اړخیزې نورې دندې کنټرول کوي. د نوموړي مالیکول ډیره اړینه (مهه) دنده د بېلګه په ډول د خپل ځان کټ مټ یو شان یوه کاپي کول د یا دوني وړ ده. په ٦١- شکل کې د ډي .ان.اې. مالیکول شودل شوی دی چې د کروموزوموپه منځ کې دځوغزول شوو برخو په بڼه پروت دی.

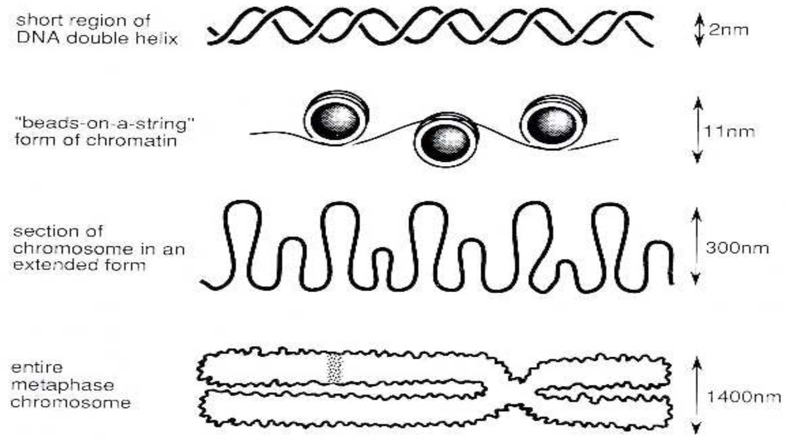


Figure 2.5. Illustration of the relative sizes of the DNA helix, the various stages of folding and packing of the DNA, and an entire chromosome condensed at metaphase.

٦١- **شکل:** دحجرې یوکروموزوم اود ډي.این.اې.هیلیکس(DNA helix) نسبي غټوالي کچه او همدارنګه دډي این اې توپیر لړونکي تاوشوي او غونډ شوي پړاونه ښودل شوي دي. دبیلګې په ډول د پاس نه ښکته خواته: دوه نانومتر($2nm = 2\times10^{-9}$ m)، یوولس نانو متر، درې سوه نانومتراو لاندنی کروموزوم پخپله یوزرو څلورسوه نانومترغټوالی لري (26)..

☜ **د پا س نه ښکته خواته:**

١- د ډي این اې غبرګ تاوشوي مزي یوه کوچنۍ برخه ٢- کروماتین ٣- دکروموزوم یوه غوړیدلې برخه ٤- په لاندنۍ برخه کې د میټا فازیوبشپړ کروموزوم ښودل شوی دی. دنوموړي شکل په ښی خوا کې دویکتورونو(غشی) په مرسته سره د کروموزوم او د ډي این اې DNAغټوالي په واحد دنانو متر ($nm=10^{-9}m$) سره ښودل شوی دی (28) .

دانسان په بدن کې دوه ډوله حجرې شته دي چې د ویشتوب او ډیر ښت په اړوند دیوه بل څخه توپیر لري.

- لومړی: بدني یا سوماتیک حجرې (Somatic cells)
- دویم : جنسي یا جنېتیک حجرې (Genetic or germ cells)

د بدني حجرو ویشتو ب ته میتوزیس (Mitosis) او د جنسي حجروویشتو ب ته مایوزېس (Meiosis) ویل کیږي. کله چې یوه بدني حجره(ژونکه) په دوه برخو وویشل شي نودوه نوې حجرې منځ ته راځي چې هره یوه حجره(ژونکه) د اصلي حجرې په شان کټ مټ یوشان کروموزوم لري. دانوې پیداشوې حجرې بیا په خپل وار او داړتیا سره سم نورهم خپل ویشتوب ته پایښت ورکوي. بدني حجرې په لاندې ډول سره ویشل شوئ دی.

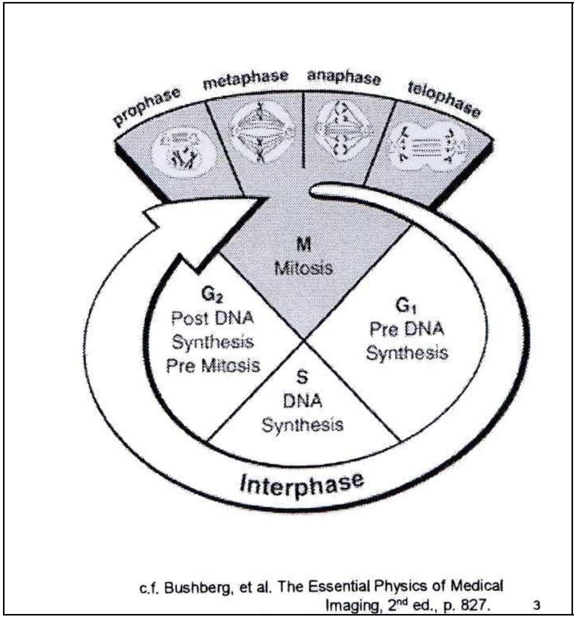
- **لومړی : د ستم حجرې (Stem cells)** . نوموړې داسې بدني حجرې دي چې د ستې حجرې په بڼه یې تعبیر کولای شواو په لومړي سر کې په خپل منځ کې سره یو شان اودیوه او بل څخه توپیر نه لري او برسیره په دې د لا یتنا هي ویشتوب وړ تیا لري. هغوی کولای شي چې نورې نوې ستم حجر ې منځ ته راوړي او بیا د هغوې څخه د ویشتو ب وړ نورې تو پیر لرونکې حجرې او نسجونه چې ځانګړې دنده په غاړه اخلي تو لید کړي. د بېلګه په ډول لکه د وینې جوړونکې ستم نسجونو حجرې چې د هډوکوپه ماغزو کې پرتې دي(Bone marrow hematopoetic stem cells)، د پوستکي ستم نسجونوحجرې، دمعدې موکوزپوستکی ستم نسجونو حجرې)

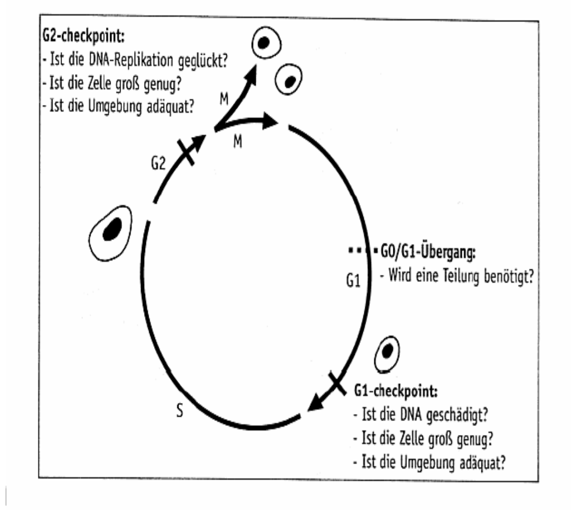
- **دویم: تیرېدونکې حجرې (Transit cells)** : نوموړې داسې حجرې دي چې دویشتوب په کړنلاره کې دیوه ډول حجرې ډلې څخه په بل ډول حجرو باندې اوړي. د بېلګه په ډول لکه یو رېتیکولوڅیت (Reticulocyte) چې د وینې یوه اومه (Immature) حجره(ژونکه) تشکیلوي په اخیرکې د سروکرویاتو په یوه پخه حجره(ژونکه) (erythrecyte) باندې اوړي.

- **دریم: پخې شوې حجرې (Mature cells)** : نوموړې هغه ډله حجرې دي چې پوره پخې شوې دي او اضافه نورنه ویشل کیږي او نه په نوروتو پیرلرونکو حجرو اوړي (Fully differentiated) . د بېلګه په ډول لکه د عظلاتو حجرې او د عصبي سیستم حجرې.

په بدن کې څلور ډوله مهم نسجونه دیادولو وړدي:

د بېلګه په ډول لکه داعصابو نسجونه، دعظلا تونسجونه، اپیتېل نسجونه(Epithel tissue) او پاسته نښلوونکې نسجونه شته دي. نوموړي نسجونه په خپل وار سره ځانګړې غړي جوړوي چې خپله ټاکلې دنده تر سره کوي. دنوموړو غړود حجرو دویشلو اوډیرښت موده او کړنلاره دیوه او بل سره توپیر لري. د بېلګې په ډول داعصابو حجرې د سرې د زیږیدلو څخه وروسته بیا ګرد سره نه ویشل کیږي اود بلې خوا په بدن کې داسې حجرې هم شته چې د څو ساعتونو څخه وروسته ویشل کیږي او د اړتیا سره سم نوې حجرې منځ ته راوړي.





دحجرې ګرزیدونکي پړاونه (Cell cycles)

۶۲- شکل: دوخت په تړاود یوې حجرې را ګرزیدونکی پړاونه یا دوره (Cell cycles) په لاندنیو تورو لکه (G ;S; M) باندې ښودل شوي دي. د G_1 پړاوپه پیل کې دویشتوب یاني ډیربښت اړتیا تر غورلاندې نیول کیږی اوبیا ور باندې پریکړه کیږي. دنوموړي پړاو په اخیر کې یوه بله برخه شته ده چې دازموینې تکی ورته ویلای شو (G_1-Checkpoint) او دلته یوځل بیا داپوښتنې ازمویل کیږي چې(7):

- ☜ دې. این. اې. (DNA) خو به زیانمن یا نیمګړی نه وي؟
- ☜ حجره(ژونکه) پخپله په کافي اندازه سره غټه ده ؟
- ☜ دحجرې چاپیریال دژوند په تړاو پوره مسا عد خواص لري؟

د G_0 څخه د G_1 پړاو په تیریدلو کې دا پوښتنه را پورته کیږي چې :

- ☜ دحجرې وېشتو ب ته اړتیا شته ده او که نه؟

کله چې د G_2 پړاوپیل کیږي نولاندې پوښتنې تر سره کیږي:

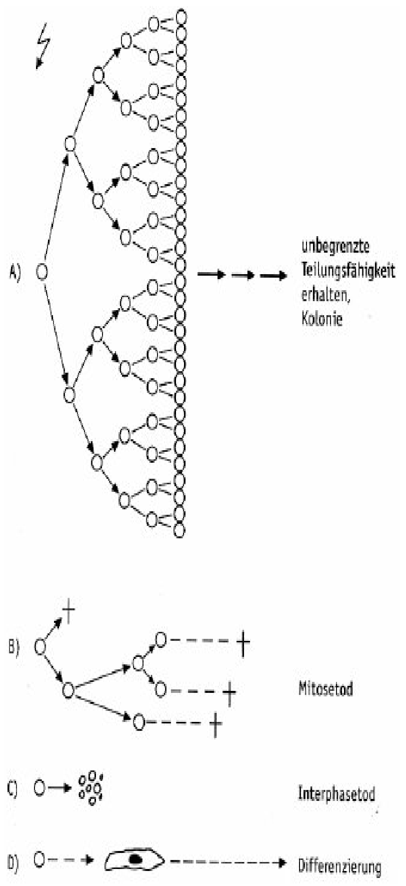
- ☜ په اصلي توګه د دي این اي کټ مټ کاپي کیدل Replication په بریالیتوب سره تر سره شوه؟
- ☜ حجره(ژونکه) پخپله په کافي اندازه سره غټه ده ؟
- ☜ دحجرې چاپیریال دژوند په تړاو پوره مسا عد خواص لري؟

د پام وړ:

یوه حجره(ژونکه) د میتوز M او د G_1 په پړاو کې دوړانګو، دواګانواو کیمیاوي ذهرجنوموادو په مقابل کې ډیر حساسیت لري خو د S په پړاو کې دوړانګو سره بیا دومره زیات حساسیت نه لري اوله دې کبله مقاومت (Resistant) هم نه ښیي .

☜ کله چي ايونايزکوونکي وړانګې دبدن په يوه حجره(ژونکه) ولګيږی نو لاند نی بيالوژيکي هر اړخيزې اغيزې منځ ته راتلای شي.

- په بيالوژيکي ماده کې وړانګې هيڅ ناوړه اغيزې منځ ته نه راولي
- د وړانګو اوبيالوژيکي مادې ترمنځ يوفزيکي غبرګون تر سره کيږي چي په پايله کې ماليکولونه ايونايزکيږي او يا دکولومب قواوپه اساس اتومونه په تحريک (يا رولو) راځي. دنوموړی فزيکي کړنلاړي څخه بيا وروسته بيالوژيکي اغيزې پيل کيږي. د بيلګه په ډول کله چي ديورانيوم الفا يوه ذره ديو چا بدن ته ننوځي او هلته د نسجونو سره غبرګون وکړي او خپله ټوله انرژي د لاسه ورکړي نو په دې ترڅ کې دحجروماليکوسره لږڅه سل ذره ټکرونه تر سره کوي.
- د حجرې په منځ کې هر اړخيز زهرجن مواد منځ ته راځي او له دې کبله مهم انزايمونه خپله دنده پوره نه شي تر سره کولاي او حجره(ژونکه) د منځه ځي
- حجره(ژونکه) خپل ژوند دلاسه ورکوي ادا ځکه چي دوړانګو دناوړه اغيزی په پايله کې په کروموزومو کي نه جوړيدونکي موتيشن صورت نيسي او له دی کبله د حجرې دتنفس کولوپروسه په ټپه دريږي کوم چي دکروموزوم په واسطه کنترول کيږی (Apoptosis) .
- حجره ژوندی پاتي کيږي خو په کروموزومو کې د موتيشن(Mutation) نيمګړتيا د ټاکلو انزايمو په مر سته پوره نه جوړيږي او په خپل حال پا تې کيږي اوله دې کبله نوموړې نيمګړتيا دميتوز په کړنلاره کې دبدن د اړتيا وړحجروپه پوره کولوکي منځ ته راځي.
- که وړانګې په جنسي حجروکي موتيشن راولي نو راتلونکو نسلونو ته نوموړې نيمګړتيا انتقال کيږي چي د هر اړخيزو نارو غيواو عيبناکو اولادونود زيږيدلوسبب(لامل) کرځيدلای شي.
- دميتوز کړنلاره دوړانګو دغبرګون په اساس خپل نورمال سرعت د لاسه ورکوي او په ټپه دريږي نو له دې کبله داړتيا وړ نوی حجری منځ ته نه شي راتلای (No Regeneration) .
- بای ستندر اغيزی: (Bystander effects) دوړانګو يوه داسې اغيزه ده چې رڼا شوی حجری کولای شي چي ګاونډيو هغو حجرو ته هم زيګنا لونه واستوي کوم چي هيڅ رڼا شوی نه وي. په پا يله کې په همدغو نه رڼا شووحجرو کې هم مو تيشن منځ ته راتلای شي .
- دوړانګو په مقابل (مخامخ) کې د وينې حجروجوړونکي سيستم لکه د پلنوهډوکو سره مازغه ، جنسي حجری ، د لومفا تيک غدو حجر ی (lymphatic glands cells) د بدن نوروحجرو په پرتله زيات حساسيت ښيي.
- ايو نايزکوونکي وړانګې داسې ځيې لري چي د بيالوژيکي مادې اتومونه په اهتزاز(لړزيدنه) (Vibration) نه شي راوستلای او له دې کبله په حجره(ژونکه) کې د تودوخې درجه په ډيره لږ کچه پورته ځي. د بيلګه په ډول دکوبالټ سرچينې يو ګرې وړانګې لږ څه يو په زرمه برخه د سانتي ګراد تودوخی لوروي. دغه فزيکي اغيزه دوړانګودانداز ه کولولپاره مساعده نه ده.
- په يوه بيالوژيکي ماده کې دوړانګو ناوړه اغيزې په لاندنيوفزيکي او بيالوژيکي کميتونوپورې هم اړه لري. د بيلګه په ډول لکه دوړانګوډول، د چاپيريال جوړښت، دوړانګو انرژي کچه، دحجرو په حساسيت، دحجرې راګرزيدونکي پړاونه (Cell cycles) اونور.



A : حجره(ژونکه) ژوندۍ پاتي کيږي خودسرطان په يوه حجره(ژونکه) اوړي. ادا په دي مانا چي د ويشتوب کړ نلاره په تپه نه دريږي اوبې شميره لورګاني حجرې(Daughter cells) منځ ته راځي چي په پايله کې يوه غټه کولوني (colony) ورڅخه جوړيږي. د ميتوز په کړنلاره کې هره يوه حجره(ژونکه) ويشل کيږي او د خپل ځان کټ مټ يو شان اوکاپي شوي دوه نوي حجرې منځ ته راځي.
B : حجره(ژونکه) په لومړي پړاو کې د ميتوز کړنلاره تر سره کوي خو د نوويپيدا شوو دوو حجرو څخه يوه مړه کيږي (†) او بله يې دوه ځله نور هم د ميتوز وړتيا تر لا سه کوي اوپه پاى کې تولې لورګاني حجرې د منځه ځي
C : د ميتوزکړنلارې په تر ځ کې حجرې دمنځه ځي
D: حجره(ژونکه) خپل رښتونی جوړښت د لاسه ورکوي او بڼه يې ادا سې اوړي چي خپله اصلي د نده نه شي تر سره کولاى. نو له دې کبله دځان وژني لاره غوره کوي

په ٦٣- **شکل** کې د بدن يوې حجرې هر اړخيز برخليک (سرنوشت) ښودل شوئ دی کله چي د ايونايزکوونکو وړانګوتر تشعشع ياني رنا (Irradiation) لاندې راشي (7) .

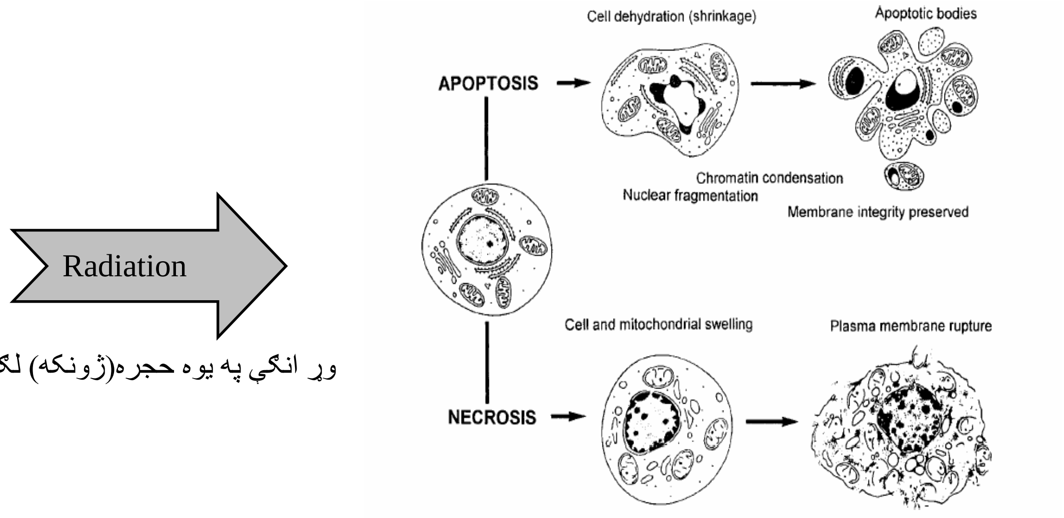
دوړانګوپه واسطه د يوې حجرې دمنځه تللو دولونه

کله چي وړانګې په يوه حجره(ژونکه) ولګيږي نود هغوې څخه ډيرې حجرې سمدلاسه نه مري بلکه همداسې فعال پاتي کيږي اويو څو ځله نور هم دخپل و يشتوب کړنلاره تر سره کوي. يوه حجره(ژونکه) په درى ډوله سره خپل ژوند دلاسه ورکوي چي په ٦٤- شکل کې ښودل شوي ده.

➢ **نيکروزيس (Necrosis)** : حجره(ژونکه) خپله دنده نه شي تر سره کولاې اوله دې کبله پروتين او انزايم هم نه جوړيږي. په پايله کې د حجرې پوښ مېمبران (Cell membrane) دمنځه ځي او ټول مواد ورڅخه دباندې راوځي.

- **اپوپتوزيس (Apoptosis) :** نوموړې کړنلاره دحجرې پروګرام شوې ځان وژنې په نوم سره يادیږي. داپوپتوزډوله ځان وژنه د يوه ټاکلي جين په پریکړه سره چې په کروموزومو کې ځای لري تر سره کيږي او له دې کبله دحجرې ميمبران په پيل کې دمنځه نه ځي.

- **کلونوګېنيک مړينه (Clonogenic death):** د سرطان په حجروکې يو په سل برخه داسې حجرې شته دې چې هغوی ترمخه ديوي ځانګړې حجرې څخه دويشتوب په کړنلاره سره منځ ته راغلي دي اوديوی بلې سره په جنېتيک ډول بيخي يوشان دي. نوموړې حجرې داسې خاصيت لري چې دويشتوب کړنلاره يې لایتناهي (بې کچې) دوام لري. خو کله چې د ويشتوب لايتناهي ورتيا د لاسه ورکړي نوپه کلينيکي تراو ورته کلونوګېنيک مړينه ويل کيږي.

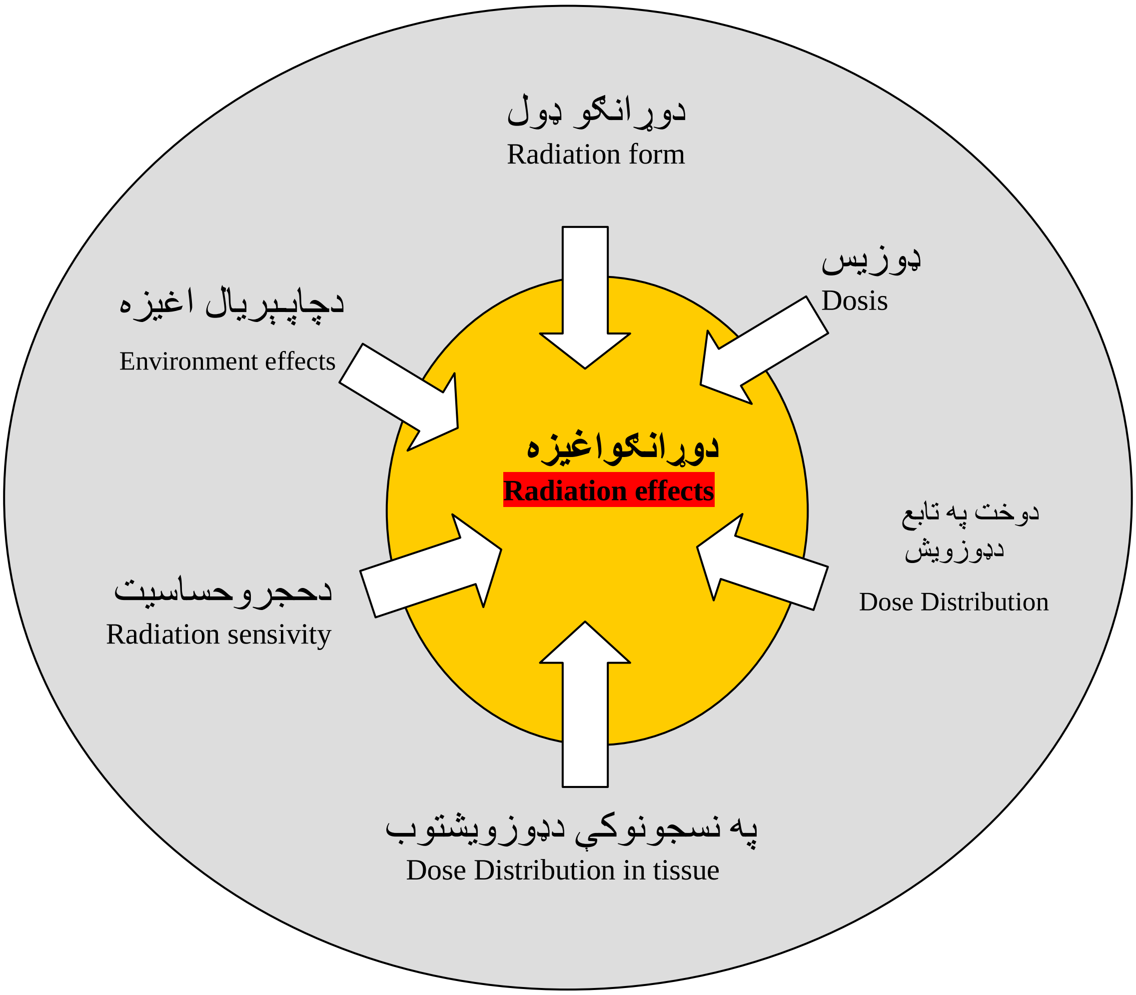


٦٤ـ شکل: په پورتني شکل کې دوړانګودغبرګون په پايله کې ديوې حجرې د منځه تللو دوه کړنلارې ښودل شوئ دی چې يوه يې د ځان وژنې ياني اپوپتوز يس (Apoptosis) اوبله يې د نيکروزيس (Necrosis) په نامه سره ياديږي.

☑ د ځان وژنې په کړنلاره کې د حجرې د منځ څخه اوبه دباندې راوزې (Dehydration) او بيا حجره(ژونکه) پخپل ځان کې سره ننوځي. په پايله کې په کوچنيو ټوټو (Fragments) تجزيه کيږي.

☑ د نيکروزيس په کړنلاره کې پخپله حجره(ژونکه) او ميتوخوندريوم (Mitochondrium) پړسيږي او بيا ورپسې د پلازما ميمبران ياني غشا پرې کيږي.

يادونه: د بدن يوه نورمال حجره کولای شي چې دټول عمر په موده کې په اعظمي توګه تر اويا 70 ځلو پورې خپل ځان وويشي. د سرطان حجره دهغوزيګنالونوڅخه سرغړونه کوي چې د حجرې په جينوکې دويشلو شمير کنترول کوي. دا په دې مانا چې دسرطان حجره په خپل سراو بې شميره ځان ويشي.

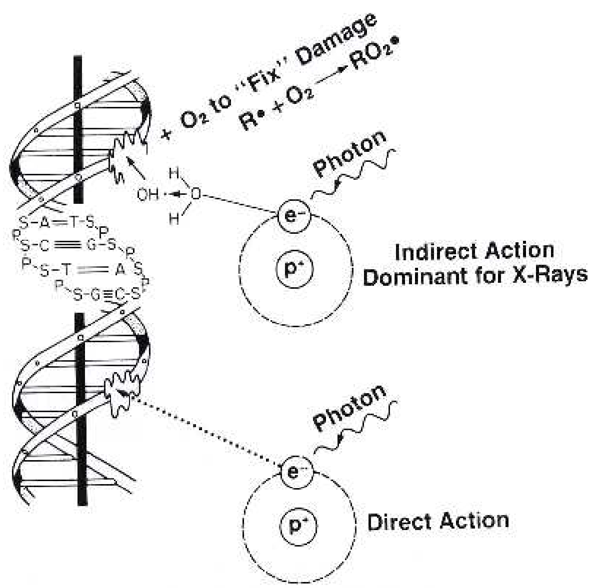


٦٥- شکل: په یوه بیالوژیکي ماده کې دوړانګواغیزه (Radiation effects) دپورتنیویادشووبیوفزیکي کمیتونو سره سم سیخ تړاولري.

- دوړانګوډول: لکه الفا، بیتا، ګاما، نیوترون،پروتون او کازمیکي وړانګې
- دانرژي ډوز: لکه دلوړې کچې انرژي چې د یو سیورت (> 1Gy) نه پورته قیمت ولري او د ټیټې کچې ډوزچې د دوه نیم سوه ملي سیورته (<250 mSv) څخه ښکته وي.
- دچاپېریال اغیزه: لکه رادیواکتیوموا د ، کیمیاوي او بیالوژیکي زهرجن مواد ،تودوخې، فشار
- دحجرو حساسیت : لکه دمیتوزیه پړاو کې دوړانګو او کیمیاوي دواګانو پمقابل کې د حجرې حساسیت او غبرګون دنورو پړاونوپه پرتله ډیر لوړ وي
- دوخت په اوږدو په نسجونوکې دوړانګوویش اوپه نسجونوکې دانرژي ډوزوځایزویشتوب.

دوړانګو سم سيخ او نه سم سيخ غبرګون

کله چې ايوناېز کوونکي وړانګي د بدن په حجروولګيږي نو د دوه ډوله بيوفزيکی کړنلارو په بنسټ هغوې ته زيان رسولاې شي چي يو يې د سم سيخ (direct action) اوبل يې د نه سم سيخ (indirect action) غبرګون په نا مه سره ياديږي او په ٦٦- شکل کې شودل شوئ دی.



٦٦- **شکل:** د کروموزومو **دي اين اې**(DNA = Deoxyribonucleic acid) په برخه کې د ايونايزکوونکو وړانګو سم سيخ (direct action) او نه سم سيخ (indirect action) غبرګون ښودل شوئ دی (26) .

لومړی: دوړانګو سم سيخ يا مستقيم غبرګون (Direct action)

په نومړي فزيکي کړنلاره کي يوفوتون سم سيخ د دي اين اې**DNA** په ماليکول باندي لګيږي اوسمدلاسه د ايونايزيشن پروسه صورت نيسي او وريسي يو کيمياوي بدلون منځ ته راځي. دغه ډول فزيکي کړنلارې ته دوړانګو سم سيخ غبرګون يا اغيزه ويل کيږي.

د فوتون وړانګي د کروموزومو خنثی اتومونواوماليکولوته سم سيخ دومره ډيره انرژي انتقال کوي چې دخپل مدار ځخه بيخي راوځي او په دې توګه يو يا څو الکترو نه ورځخه جلا او ياپي ور با ندې ډير و لاې شي او په پايله کې اتوم په مثبت او يا منفي چارج شوي ايون بدليږي. په يوه داسي فزيکي کړنلار ه کې چې د ايونايزيشن په نا مه سره يا ديري ايونايزکوونکي وړانګي خپله يوه برخه انر ژي د لا سه ورکوي. که چيرته دفوتون وړانګي داتوم ا لکترونوته يوازې دومره انرژي انتقال کړي چې دنني مدار ځخه باندني لوړپوړي مدار ته وخيږي نو دغه رنګه عمليې ته لمسون (Exitation) ويل کيږي.

☜ **دپام وړ:** دانرژي جذب کيدل او بيالوژيکي وروستی اغيزې دواړه په همغه بيو مالېکول کې صورت نيسي چې په پايله کې دبيو مالېکول دايونايزېشن اوتحريک کيد لو سبب(لامل) ګرزي.

دويم: دوړانگو نه سم سيخ ياغير مستقم غبرگون (Indirect action)

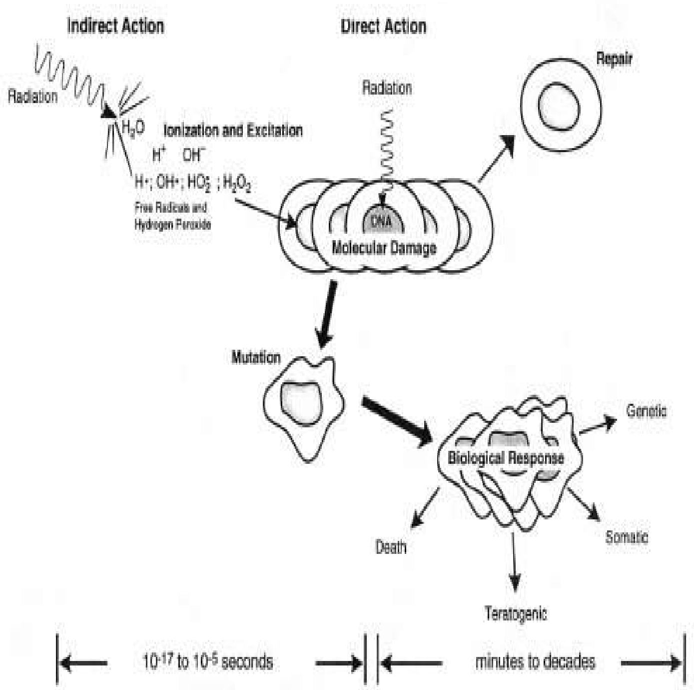
په نوموړې فزيکي کړنلاره کې لومړی يو فوتون دحجرې د اوبو يوماليکول سره غبرگون کوي او يوازی هايدروکسيل (HO) ماليکول منځ ته راځي. نوموړۍ ماليکول بيا په خپل وار سره د دې اين اې ماليکول **DNA** سره کيمياوي تعامل تر سره کوي. دغه ډول فزيکي کړنلارې ته دوړانگو نه سم سيخ اغيزه ويل کيږي.
دفوتون وړانگې خپله انرژي سم سيخ نه بلکه غيرمستقيم دنورو راديکالوپه مر سته گاونډيو بيالوژيکي ماليکولو ته انتقال کوي. په دې اړوند په بدن کې داوبو دتجزيې کړنلاره دنوموړو وړانگو د نه سم سيخ اغيزې يو وتلې بېلگه کيداې شي چې په ٦٠ شکل کې ښودل شوې ده.

دوړانگوسم سيخ او نه سم سيخ اغيزوکلينيکي پايله

دوړانگو نوموړې سم سيخ او نه سم سيخ فزيکي، کيمياوي او بيالوژيکي اغيزې د بدن په ميتا با ليزم کې دومره ناوړی بدلون راو ستلای شي چې د ځينو غړوکښ شمير حجرې هغوی ته د وررسيدلي زيان له مخې يا داچې خپله دنده په بشپړ تو گه سرته نه شي رسولای او يا داچې بيخي د منځه ځي. د ايونايزکونکو وړانگو دغه ناوړه ا غيزې په تيره بيا په هغو حجروباندې ډيرې دي خومره چې په هغوی کې د ميتوز(Mitosis) ياني ويشنې کړنلاره ډيره وي. دبېلگه په ډول دويني سپين کرويات، جنسي حجرې او نور. خو دنوموړو حجرو په پرتله دزړه عضلاتو حجرې، داعصابود سيستم حجرې دټول عمر په اوږدوکې نه ويشل کيږي ياني د ميتوز پرو سه صورت نه نيسي او له دې کبله نه نوې کيږي. د بدن دنوروغړو تولې حجرې دپينځه کالو څخه وروسته بيخي نوې کاپي کيږي. دا په دې مانا چې پينځه کاله وروسته د هر سړي څخه يو نوی سړی جوړيږي.

کله چې د يوې حجرې يوه مهمه برخه د بېلگه په ډول لکه دې اين اې پخپله د چاپيريال دزهرجنو او خطرناکو موادو لکه د کيمياوي زهرجنو موادو، د چاپيريال وړا نگو، دچاپير يال تودوخي اونورو تر ناوړو اغيزو لاندې راشي نودهمغې حجرې په دنده کې يو ژور بدلون راوستلای شي. که څه هم دغه زيان په لومړي وخت کې يوازې په همغه يوه حجره(ژونکه) کې پروت وي خو دو خت په تيريدلو سره همدغه زيان بيا لومړی همغه غړی ته او بيا وروسته دبدن نورو غړو او برخوته مخ په وړاندې ځي. دا ځکه چې زيانمن شوې حجرې ديوې خوا دبدن اړتيا نه شي پوره کولاې او دبلې خوا دويشلو دکنترول ډنده د لا سه ورکوي. دچاپيريال د نوموړو موادو ناوړه اغيزې ددې سبب(لامل) گرزيدلاې شي چې په همغه يوه حجره(ژونکه) کې دومره فيزيولوژيکي اومورفولوژيکی بدلون منځ ته راولي چې په پايله کې هر اړخيزې نا روغی لکه د سرطان ناروغی، دزړه ناروغی ، د بدن ددفاع سيستم کمزورتيا اونور منځ ته راتلای شي.

په ٦٧- جدول کې دايونايزکوونکو وړانگوسم سيخ غبرگون Direct action او دوړانگو نه سم سيخ غبرگون Indirect action ښودل شوی دی. دلويدونکووړانگوبنه په کړواوتاشووکرښوشودل شوی. هايدروجن ايون H^+ ، هايدروکسيل گروپ OH^- او هايدروجن پر اکسايد ،دوړانگونه سم سيخ اغيزو په پايله کې منځ ته راځي.

	دورانګو سم سیخ غبرګون Direct action	دورانګو نه سم سیخ غبرګون Indirect action
په یوه بیالوژیکي ماده کي دورانګو د سم سیخ او ناسم سیخ غبرګون په پایله کي یا داچې زیانمن شوئ بیومالیکول بیرته جوړیږي او یا داچې په دي.ان.ای.کي Mutation منځ ته راځي.		
د موتېشن دولونه لکه: دجينين په حجروکي بدلون، د بدن په حجرو کي بدلون او يا داچې حجره(ژونکه) مړه کيږي.		
لاندنی افقي محوردوخت تيريدلوموده رابنيي چې د نانوثانيو څخه پيل او تر پيړيو پورې رسيږي		

٦٧- شکل: د ايونايز کوونکو وړانګو سم سيخ اغيزی (Direct action) اونه سم سيخ اغيزي (Indirect action) ښودل شوي دي چې په پايله کي دبدن يوه حجره(ژونکه) خپله نيمګړتيا بيرته سمولای شي او يا داچې دسرطان په يو ه حجره(ژونکه) اوړي(70).

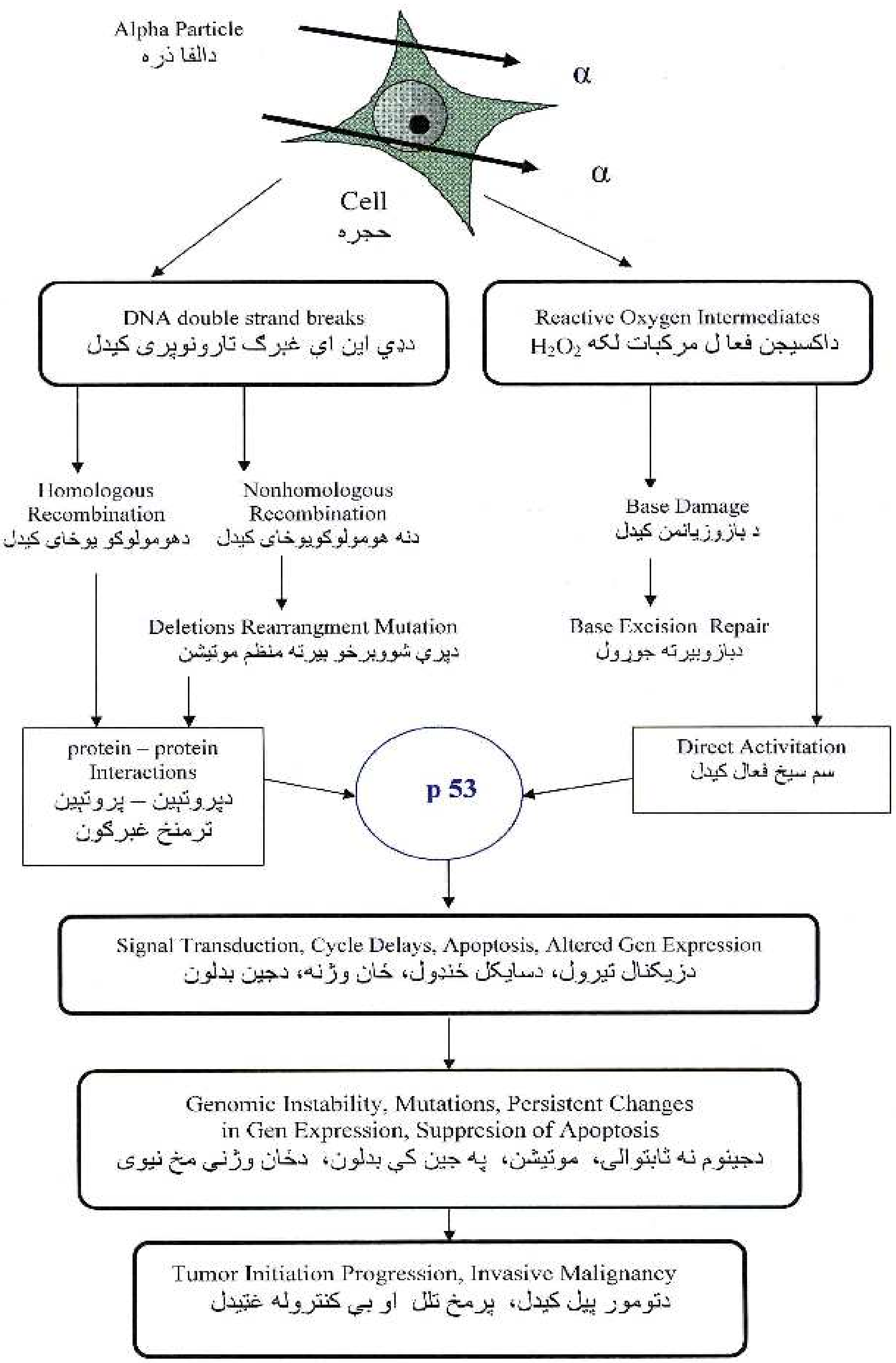
تومور (Tumor) :
دبدن نسجونو هرډول پړسوب (Swelling) اود حجم غتوالي ته تومور ويل کيږي. دبيلګه په دول لکه التهاب (inflammation) ، اويا ځوبست cyst چې د حجرونساو کنټرول ميکانيزم په پايله کي منځ ته راځي.

دوخت موده	فزيکي، بيالوژيکي او کيمياوي تعاملونه
دغبرګون موده يي د اتو (Atto 10^{-18} s)= ثانيو څخه تر لس مايکرو ثانيي پورې وخت نيسي .	**دوړانګوسم سيخ اغيزې :** دفوتون وړانګې د يوه ماليکول سره غبرګون کوي اودايونايزيشن او هيجان فزيکي کړنلارې په پايله کې مثبت اومنفي ايونونه او خپلواک راديکال منځ ته راځي . **دوړانګونه سم سيخ اغيزې:** د فوتون وړانګې د ډي اين اي**DNA** سره سم سيخ غبرګون کوي او د کروموزوموموتيشن سبب(لامل) ګرزي.
ديوې دقيقې نه تر پيريو پورې وخت نيسي	د سم سيخ او نه سم سيخ غبرګون په پايله کې پيداشوي راديکال او ايونونه دحجرې د ماليکولوسره کيمياوي تعامل کوي اوله دې لارې يوې حجرې ته زيان رسوي. دحجرې په هسته کې داسي انزايم اونورميکانيزم شته دي چې نوموړې نيمګړتيا بيرته د منځه وړي. که چيرته دغه نيمګړتيا پوره نه شي نودموتيشن په پايله کې لاندني پيښې منځ ته راتلاې شي. **الف :** حجره(ژونکه) خپل ژوند دلاسه ورکوي. **ب :** دبدن يوه حجره(ژونکه) زيانمنه کيږي اوکيداى شي چې په راتلونکې وخت کې ديوې نا ځرګندې ناروغې او يا د سرطان ناروغې سبب(لامل) وګرزي. **ج :** هغه چاته چې وړانګې رسيدلې وي دهغه په اولادونوکې يوه ناروغې منځ ته راتلاې شي.

۲۶- جدول: په بدن کې د ايونايزکوونکووړانګوهراړخيزې فزيکي، بيوکيمياوي او راديوبيولوژيکې اغيزې دوخت په تيريدلو سره ښودل شوي دي.

په ٦٨ شکل کې ښودل شوې ده چې که د الفا يوه ذره دبيلګه په ډول لکه د رادون Radon غاز الفاذره د سږې يوې حجرې د ډي اين اي **DNA** غبرګ تاوشوی تار پرې کړی نو دوړانګود يوې داسې ناوړه اغيزې په پايله کې د سرطان ناروغی د منځ ته راتلو احتمال ډير لوړ اټکل کيږي. په نوموړي شکل کې د سرطان يوې حجرې دپيل کيدلو هراړخيز پړاونه ښودل شوي دي.

داکسيجن مرکباتو لکه هايدروجن پر اکسايد H_2O_2 بيرته فعال کيدل او د ډي اين اي DNA غبرګ هيليکس پرې کيدل ددې سبب(لامل) ګرځي چې دتومور مخه نيوونونکی جين P53 غير فعال شي او په پايله کې يو تومور(Tumor) منځ ته راشي. نوموړی پروتيين په 1979 م کال کې David Lane et alد له خوارابرسيره شواوکله چې د ډي اين اې يوه برخه زيانمنه شي نودهغه ځای جينونده کنترول کوي.



٦٨- شکل: کله چې د الفا دوه ذرې په يوه حجره ولګيږي او هلته يوه ذره ددي اين اې غبرګ تارپرې کړي او بله ذره په سيتو پلازما کې غبرګون وکړي نو په پايله کې دتومورمخه نيوونکی جين **p53** **غير فعال کيږي او له دې کبله** يو تومور(Tumor) منځ ته راځي .

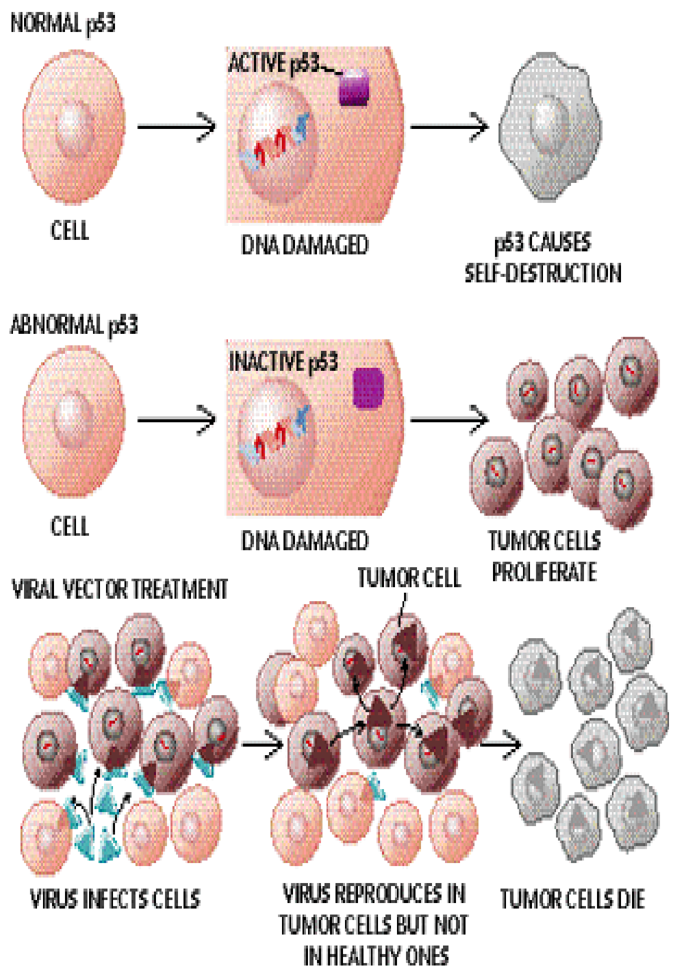
په نومړي موټيشن کې (P53) دحجرې په کروموزومو کې دجين يوداسې پروټين دی چې د **Tumorsuppressorprotein p53** په نامه سره ياديږي. د نومړي پروټين ماليکولي وزن دري پنځوس کيلو ډالتن (53kD) اود اولسم کروموزوم Chromosom 17 يوجين تشکيلوي. په ۱۹۷۹ م کال کې ځيرنو په ډاګه کړه چې د نومړۍ پروټين دتومور د منځ ته راتللو مخ نيوی کوي. د بېلګه په ډول:

☜ ۱- دحجرې دويشلوياني ميتوز کنترول ۲- : کله چې دي اين ای**DNA** کومې برخې ته زيان ورسيږي دهغې برخې بېرته جوړول ۳- : داړتيا په وخت کې حجرې ته د ځان وژنې زيګنال استول اونور.

تجربو وښودله چې نومړۍ پروټين په هغو ناروغانو کې چې دسرطان په ناروغي اخته شوي وي پنځوس په سل کې نيمګړی شوی او زيانمن شوئوي نو له دې کبله په لابراتواري تګلاره کې د (P53) پروټين اندازه کول دناروغيوپه پيژندنه کې تر ټولوغوره ځای نيولې دی.

د پام وړ:

- يو جرمني بيالوژي پوه تيودور باوري Theodor Baveri 1862-1915 د نونسمی پيړی په پيل کې رابرسيره کړه چې که ددووکروموزومو تر منځ د جينو راکړه ورکړه وشي او بيا سره ويلې شي Translocation نوپه پايله کې دهمدغې يوې حجرې څخه دسرطان ناروغي پيل کيږي. داځکه چې نومړۍ موټيشن ددې لامل (سبب(لامل)) ګرزي چې همدغه حجره کې دويشلوياني ميتوزکړنلاره د کنترول څخه وزي اود اړتيا نه ډيرې نورې حجرې منځ ته راځي.
- دبيلګې په ډول هغه څوک چې د وينې سرطان په يوډول ناروغی اخته وي لکه (Chronic myel. Leucamia) نوتر نوي په سل ناروغانو کې دنهم کروموزوم يوه برخه د دوه ويشتم کروموزوم سره اوبرعکس ددوه ويشتم کروموزوم دجين يوه برخه (Gen-Bcr) د نهم کروموزوم جين (Gen-Abl) سره ويلې شوي وي. دغه ډول نوی جين چې منځ ته راځې (Bcr-Abl) يو پروټين دی چې د فيلادلفيا کروموزوم (Philadelphia chromosome) په نامه سره ياديږي. په نومړي کروموزوم کې(Bcr-Abl) يو پروټين ياني يوغيرعادی جين تشکيلوي چې د هډوکوپه ماغزوکې د وينې جوړونکې پياوړي ستم حجروStem cells ته دا بلنه ورکوي چې خپل ځان وويشي اود اړتيا نه ډيرې حجرې توليد کړي.

 	کله چې په یوه حجره(ژونکه) کې د تومور Tumor مخه نیوونکي پروتین P53 نیمګړی نه وي نو کله چې دي.این.اې.DNA ته زیان ورسیږي بیا نومړئ پروتین فعال کیږي اوکولای شي چې دغې ناروغې حجرې ته دځانمرګی زیګنال ورسوي
	کله چې په یوه حجره(ژونکه) کې د یوه تومور Tumor مخه نیوونکي پروتین P53 نیمګړی وي نو کله چې دي.این.اې.DNA ته زیان ورسیږي بیا نومړئ پروتین نه فعال کیږي اوله دې کبله دتومورحجرې منځ ته راځي.
	خینې وایرسونه Virus هم پیژندل شوي دي چې په روغو حجروکی نه بلکې یوازې په تومورحجرو کې دیربښت مومي اوپه پایله کې هغوی دمنځه وړي. دنومړئ کړنلاري څخه دردملنې په موخه کار اخیستل کیږي.

۶۹ ـ شکل: په پورتنی برخه کې ښودل شوې ده چې د Tumorsuppressorprotein p53 پروتین دسم کارکولو په حالت کې یوه ناروغه حجره(ژونکه) دمنځه وړي. دا ځکه چې نومړئ پروتین نه پریږدي چې دغه ناروغه حجره(ژونکه) خپل ځان وویشي او ډیربښت ومومي. په منځنی برخه کې ښودل شوې ده چې که نومړئ پروتین نیمګړی وي (Abnormal P53) نو د سرطان یوه ناروغه حجره(ژونکه) دمنځه نه ځي اوبې شمیره خپل ځان ډیرولای شي. دا په دې مانا چې د p53 پروتین د نیمګړتیا په پایله کې یوتومور Tumor پیدا کیږي. داځکه چې دنومړي پروتین په واسطه دمیتوز کنترول کوونکي دنده دمنځه ځي. دنومړي شکل په لاندنی برخه کې ښودل شوې ده چې څرنګه یووایرس (Virus) د روغې حجرې په ځای دسرطان یوې ناروغې حجرې ډي .این.اې. ته ورننوځي او هلته ګڼ شمیر نوروایرسونه تولیدوي چې هغوې په خپل وار سره د سرطان پاتې حجرې د منځه وړي(38) .

د پام وړ:

- په ۱۹۵۳ کال کې دوو برتانوي کارپوهانو هر يوه F.Crick او J.Watson د دي این اي DNA غبرګ تاوشوو تارونو اونومړي ماليکول جوړښت د يوي فزيکي کړنلارې په مرسته سره چي داکسريزډيفراکشن (X-Ray diffraction) په نامه سره ياديږي را برسيره کړ.

- نومړوپوهانووښودله چي ديوې حجرې د ژوند ټول مالومات د دي این اې ماليکول په ټاکلوبرخو کي خوندي اوپټ پروت دی چي د جين (Gene) په نامه سره ياديږي

- داهم په ډاګه شوه چي په دي این اي کی دوه ډوله جين ځای په ځای شوي دي چي يو يې اونکوجين (Oncogene) او بل يې تومورسپرېسرجين (Tumor suppressor gene) په نامه سره ياديږي. نومړي دواړه داسې دندې تر سره کوي چي اونکو جين د حجرې دويشتوب کړنلاره پر مخ بيايي او تومور سپريسر جين د ويشتوب کړنلاره په هغه وخت کې په ټپه دروي چي نور اړتيا ورته نه ليدل کيږي. دا په دي مانا چي دواړه جينونه د يوه او بل په ضد کارکوي او د يوې حجرې دنورمال کارکولوليپاره ددواړوجينو د ګډ او سم کاردېراړين دی ترڅو په دې ډول دحجرې دبې ځايه ډيرښت مخه ونيول شي.

- که چيرته دنومړودواړوجينونوترمنځ د موتيشن له کبله دغه تعادل دمنځه لاړشي نو داونکوجين له خواهڅه کيږي چي دحجرې ويشتوب کړنلاره بې کنترولة مخ په وړاندې ولاړه شي اوپه پايله کي دسرطان نا روغی منځ ته راځي.

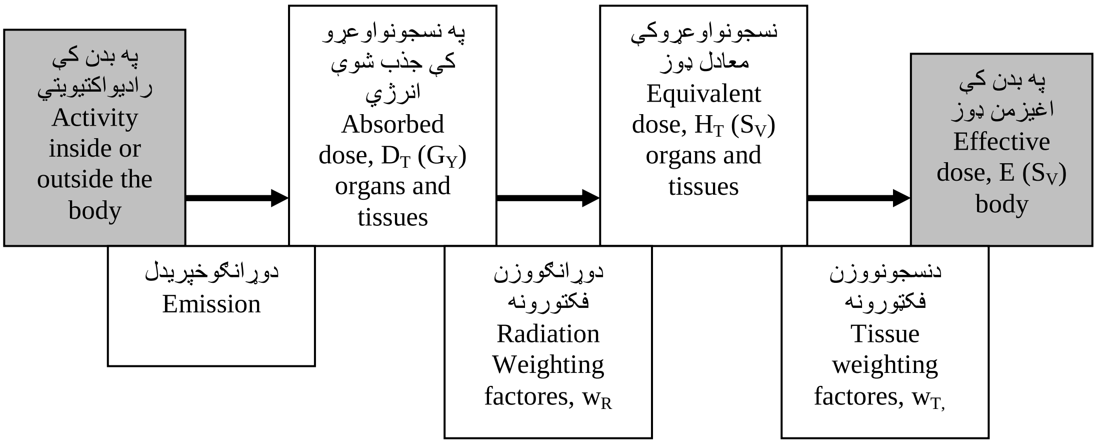
- که فرض کړو چي يوه حجره(ژونکه) د يوه موټر سره ورته ده نوداونکوجين دنده دغاز پيډال او دتومورسپريسر جين دنده لکه دموټر بريک په ډول کارکوي. کله چي دموټر سرعت د خپل ټاکلي بريد څخه واوړي(اونکوګين ناسم کارکوي) نود بريک (تومور سپريسرجين) په مرسته سره مو ټر سوکه کيږي تر ځودسرک څخه د باندې وه نه وزي. خو کله چي په نومړو جينونوکي موتيشن منځ ته راغلی وي نودغه تعادل د منځه ځي.

- دسرطان نارو غی د پيژندلوپه موخه د تومورسيريسرجين لکه P53 ټاکل نن ورځ يوه ډيره مهه کړنلاره تشکيلوي. دا ځکه چي د بدن يوه غړي هغه نسجونه چي د سرطان په ناروغی اخته وي د نومړي جين اندازه د پخوا په پرتله تغير کوي.

په ۲۲ الف جدول کې يو لړ تومورمخنيوونکي جينونه، دهغوی دندي او همدارنګه په ټاکلو کروموزومو کي دهغوی موقعيت ښودل شوئ دی. نوکله چي په يوه تومور سپريسرجين کي موتيشن اويا نيمګړتيا پيدا شي نوپه پايله کي ديوه ټاکلي غړي ناروغي د منځ ته راتلو سبب(لامل) کرځي. په لاندني جدول کي دتومورمخنيوونکوجينونومونه په لنډ ډول سره ليکل شوي دي. ديبلګه په ډول هغه ښځي چي د تيو سرطان په ناروغۍ اخته وي نودهغوی په حجروکي د تومورسپريسر جين نوم لنډيز داسي ليکل شوئ دی: Breast cancer 1= BRCA1 اويا دسترګودشبکي سرطان دتومورمخنيوونکي جين نوم لنډيزداسي دی: (Retinoblastoma gen = Rb)

Tumor suppressor gene **دتومورمخنيوونکي جين نوم**	**Function** **دنده**	**Chromosomal location** **په کروموزوم کي موقعيت**	**Tumor types observed** **دتوموړډول**
P53	دحجرې سايکل ياني ګرزيدني کنترول او ځان وژنه	17p13.1 اوولسم کروموزوم	دماغزوسرطان، دويني سرطان، دتيو سرطان
RB1	دحجرې سايکل کنترول	13q14.1-q14.2 ديارلسم کروموزوم	دسترګورېتينا سرطان
BRCA1	دحجرې سايکل کنترول، د دي اين اې نيمګړتيا رغول، دپروتيين کنترول	17 q21 اوولسم کروموزوم	دتيوسرطان او د تخمدان سرطان
PTCH	دپوستکي ريسيپتوررونوکنترول	9q22.3 نهم کروموزوم	دپوستکي سرطان
PTEN	پروتيين تيروزين فوسفاتاز	10q23.3 لسم کروموزوم	دماغزو سرطان، دتيو سرطان، د غاړې او تايرايد سرطان
CDH1	دحجروترمنځ د نښلولوپروتيين	16q 22.1 شپاړسم کروموزوم	دمعدې سرطان

۲۲-الف جدول: ديولړنامتوپيژندل شووسرطان ناروغی مخنيوونکوجينونو Genes دنده اوکلينيکي سيندروم Syndroms ښودل شوي دي



۲۲ - ب جدول: ديوې راديو اکتيوسرچيني څخه لکه تيخنيسيم Tc-99 دګاما وړانګي خپريږي اودبدن په غړو اونسجونوکي جذب کيږي. کله چې دغه جذب شوې انرژي دوړانګووزن فکتورسره ضرب کړونودغړو او نسجونومعادل دوز لاس ته راځي. دوړانګو کلينيکي او بيالوژيکي خطرد ارځولواوتاکلو په موخه داغيزمن دوز پيژندل اړين دی. نوموړئ فزيکي کميت دنسجونو وزن فکتوراومعادل دوز د حاصل ضرب څخه تر لاسه کيږي.

پوښتني (Questions):

۱-۸ دوړانګو سم سيخ او نه سم سيخ اغيزې ديوه بل سره څه توپير لري؟

۲-۸ خپلواکراديکال څه ته وايي؟

۳-۸ په دي اين اې DNA باندې دوړانګو ناوړه اغيزې په ګوته کړی؟

٤-۸ دوړانګوانرژی دوز اود دي اين اې غبرګ تاو شووتارونو پرې کيدلو په تړاوڅه دول اړيکي شته دي؟

٥-۸ که چيرته په دي اين اې DNA کې دوړانګودغبرګون په پايله کې نيمګړتيا راشي اوبيرته د تاکلوانزايمو په مرسته دغه نيمګړتيا دمنځه لاړه نه شي نو کومي ناوړه اغيزی به منځ ته راشي ؟

۸- ٦ کله چې يوه بيالوژيکي ماده کې وړانګي جذب شي نوپه خپل وارسره کومي پيښي پرليسي پيل کيږي؟

۷-۸ دوړانګوسم سيخ او نه سم سيخ غبرګون دبدن په حجروکي څه دول ناوړه اغيزې منځ ته راولي؟

۸-۸ کله چې ايونايزکوونکي وړانګي د يوې بيالوژيکي مادې سره غبرګون وکړي نوپه پايله کې پرليسي کومي فزيکي،کيمياوي او بيالوژيکي پيښي منځ ته راځي؟

۹-۸ دوړانګو تصادفي اغيزو (ستوخاسيک) او نه ستوخاستيک (Deterministic) اغيزو ترمنځ توپير څه دی؟

ځلورمه برخه

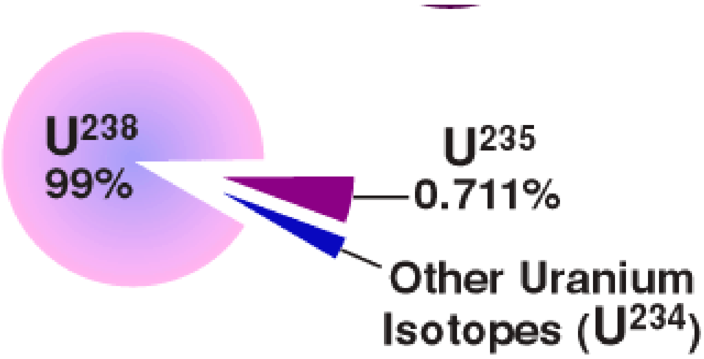
نهم څپرکی

د يورانيم لاس ته راوړل او راايستلو ټکنالوژي

(Uranium mining and production)

طبيعي يورانيوم (Natural Uranium)

په 1789 م کال کې طبيعي يورانيوم د لومړۍ ځل لپاره د يوه جرمني کيميا پوه مارتين هاينريش کلاپروت (Martin Heinrich Klaproth) له خوا رابر سيره شواو داورانوس سيارې نوم ورکړ شو . ديورانيوم عنصر نوم د سياره اورانوس (Planet Uranus) څخه اخيستل شوی چې په يوناني ژبه کې د اسمان (Sky) مانا ورکوي.
طبيعي يورانيوم ددوه ايزوټوپو څخه جوړدی چې يويې د يورانيوم دوه سوه اته ديرش (U-238) او بل يي ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش (U-235) په نامه سره ياديږي. لومړی ايزوټوپ ياني (U-238) دطبيعي يورانيوم لږڅه نهه نوي عشاريه درې په سلوکی (99,3%) او يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش (U-235) دطبيعي يورانيوم لږ څه صفر عشاريه اوه په سل کې (0,7%) تشکيلوي. وروستی ايزوټوپ د يوې خوا د (U-238) ايزوټوپ په پرتله په لوړه کچه راديو اکتيو خواص لري اوډحرارتي نيوترون په جذب کولو سره چوي او دبلې خوا دنوموړي اتومونه بې له باندنيو فزيکي، بيالوژيکي او يا کيمياوي اغيزو څخه په خپل سراوپه طبيعي حالت کې هم چوي (Fission) نو له دې کبله په هستوي بټيو کې دسونګ موادو په صفت دبريښنا د توليد په موخه او همدارنګه دهستوي وسلو د جوړولو لپاره په کار اچول کيږي. نن ورځ يورانيم دوه سوه اته ديرش په ملکي او هم په پوځي برخوکي کارول کيږي. د يورانيوم يوډير ګټور استعمال په بريډربټی (Breeder reactors) کې ديادولووړدی. په نوموړې بټی کې U-238 اتوم يو ګړندی نيوترون جذب کوي او په پايله کې دخپلې اندازې په پرتله نوي اوډيرسونګ مواد ياني پلوټونيم P-239 توليد کيږي نسبت ودې ته چې د هستوي ځنځيري تعامل لپاره په کاروي.
داسي اټکل کيږي چې په نړی کې ديورانيوم زيرمې د اتيا کالونوڅخه وروسته خلاصي شي. ديورانيم عنصر لږ څه شپږنيم بيليونه کاله (6,6 billions) پخوا په سوپر نووا (Super novae) کې منځ ته راغی. سوپر نووا په کايناتو کې په ډيره لوړه کچه يوه ځليدونکي او درنا څخه ډکه چاودنه ده چې هر پينځوس کاله وروسته يو ځل منځ ته راځي. دسوپر نووا ماده دايونايز شوو اتومونو څخه جوړه ده او دپلازما په نامه سره ياديږي. دنوموړې هستوي پيښي عمرلنډ دی اولږڅه يوه مياشت وخت نيسي او بيا يي رڼا وروروکميږي اوځږ پر رنګ ځان ته غوره کوي. په نوموړي وخت کې سوپرنووا دومره انرژي د رڼا په بڼه خپروي لکه چې لمر يې د لسو بيليونو په موده کې خپروي.



دطبيعي يورانيم فزيکي خواص:

☑ سوچه طبيعي يورانيم (Natural Uranium) دسپينو زرو په شان يوسپين رنګه ځليدونکی راديو اکتيو عنصر دی چي دالفا وړانګي ورخخه خپريږي اود ډيرو درندو فلزاتو په ډله کي شميرل کيږي. دنومړي عنصر کيمياوي سمبول په يو (U) سره ښودل کيږي.

☑ طبيعي يورانيم نهه نوي په سلو کي ديورانيوم دوه سوه اته ديرش U^{238} 99% , لړخه صفرعشاريه اووه په سلوکي U^{235} 0,711% ديورانيم دوه سوه پينځه ديرش اوپاتي برخه يي د يورانيم دوه سوه څلورديرش U^{234} ايزوتوپونه تشکيلوي.

☑ نومړي عنصر ديرودرندوعنصرونولکه سرپ (lead)، کادميم (Cadmium) او تنګستن (Tungsten) د ډلي څخه شميرل کيږي چي کثافت يي نونس ګرام په يوه سانتي متر مکعب ($19,1\ g/cm^3$) ياني داو سپنې کثافت څخه درى واره لوړ دى.

☑ دطبيعي يورانيم فزيکي نيمايي وخت لږ څه څلورنيم مليارده (4500000000) کاله دى اود ځمکي دپيدا ينت سره يوشان ده. نومړئ عنصرلږڅه شپږنيم بليونه کاله (6,6 billions year) دمخه ياني د سوپرنووا (Supper Novae) دجوړيدو سره يوځاى منځ ته راغلى دى.

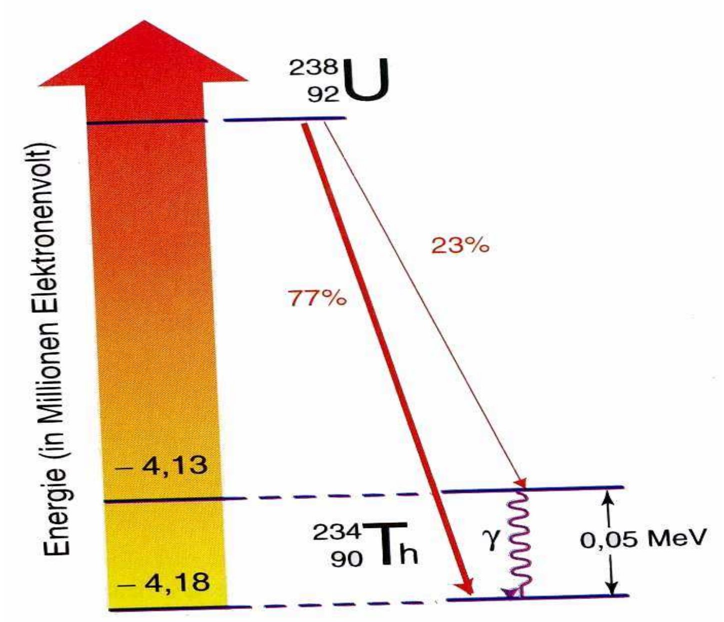
☑ دطبيعي يورانيم يوايزوټوپ دوه نوي 92 پروتونه او يوسلوشپږ څلويښت 146 نيوترونه لري اود کتلي شميره يي دوه سوه اته ديرش A= 238 ته رسيږي. دنومړي يورانيم کيمياوي سمبول په U^{238} ښودل کيږي.

☑ دويلي کيدلو ټکى يي يولس زره دوه ديرش ګراد سيلسيوس (1132 °C) اودغليان نقطه يي درى زره پينځه سوه ګراد سلسيوس 3500 °C ده

☑ مخصوصه راديو اکتيويتي يي مساوي دى له: 12450 Bq/gram

☑ په نړى کي لږخه 440 هستوي بټى ککارکوي اوديورانيم 86000 ټنوته اړتيا شته

طبيعي يورانيوم راديو اکتيو خاصيت لري دا په دې مانا چې په خپل سر بې له باندنۍ کيمياوي او فزيکي اغيزې څخه چوي او دراديواکتيو تجزيې په ترځ کې په نوروعنصرونو لکه توريم Th^{23} ، پروتاکتينم Pa^{234} اويورانيوم U^{234} ايزوټوپوباندې بدليږي. په ۷۰ شکل کې ديورانيوم دوه سوه اته ديرش دتجزيې انرژي شپېکترم ښودل شوئ دی.



۷۰- شکل: په پورتني شکل کې ديورانيوم U^{238} تجزيې شپېکترم ښودل شوئ دی چې دالفا دوه زرې خپروي. نوموړئ عنصر اوه اويا په سل 77% کې دالفا يوه ذره α_1 او درويشت په سل کې 23% دويمه الفا ذره α_2 خپروي چې دهغوی حرکي انرژي په خپل وار سره لړځه ځلورميګا الکترون ولته 4,18 MeV α_1= او α_2 = 4,13 MeV قيمت لري. په دغه تجزيه کې يورانيوم دتوريم Th^{234} راديواکتيو يوه نوي عنصر بنسټيز انرژي ليول ته رالويږي. دروينت په سلوکې يورانيوم په يوه هيجاني توريم عنصر تجزيه کيږي. په نوموړي صورت کې يورانيوم يوه بله الفا وړانګه خپروي چې انرژي يې ځلورعشاريه دوه 4,23 MeV ده او د توريم يوې هيجاني انرژي ليول ته رالويږي . دهيجاني ليول او د بنسټيزليول (Ground state) توپير 0,05 MeV قيمت لري چې دغه اضافګي انرژي دګاما وړانګې په څېر دلاسه ورکوي. (17)

$$U^{238} \Rightarrow Th^{234} + \alpha^{4}$$

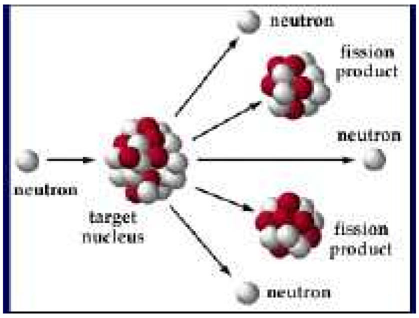
دطبيعي يورانيوم ايزوټوپ U^{238} هسته د چاودېدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه ايزوټوپ U^{235} په بر خلاف د حرارتي نيوترونوپه ويشتلوياني جذب کولوسره نه چوي او له دې کبله د هستوي بټۍ لپاره د سونګ موادو په ډول نه شي په کارېدلای. خو د ګړنديونيوترونو په ويشتلو سره چې انرژي يې د يو ميګا لاکترون 1MeV ولټه څخه پورته وي ددې امکان شته دی چې نوموړي نيوترونه د يورانيوم دوه سوه اته ديرش ايزوټوپ U^{238} هستې ته ورننوځي او بيا دنوموړې هستې څخه جذب شي. په هستوي بټۍ کې نوموړې ګړنلاره تر سره کيږي اوپه مصنوعي ډول سره راديو اکتيو پلوتونيم Pu^{239} لاس ته راځي.

يادونه: يومترمکعب يورانيم اکسايد (O_3O_8) لړ څه 700 000 kWh انرژي توليدوي.

دا ځکه چې د يورانيوم دوه سوه پينځه هستې په چاودنه کې دوه تر درې ګړندي نيوترونه ازادکيږي او

دشاوخوا يورانيوم دوه سوه اته ديرش هستو سره غبرگون کوي. کله چي يو گړندی نيوترون n د يورانيوم په هسته ولگيږي نوپه پايله کې په خپل وارسره د يورانيوم دوه سوه نهه ديرش U^{239} نپيتون دوه سوه نهه ديرش Np^{239} او په اخير کې پلوتونيم دوه سوه نهه ديرشPu^{239} نوې هستی لا س ته راځي.
د نوموړي هستوي تعامل په ترځ کې د بيتا وړانگي β خپريږي چې معادله يې په لا ندې ډول ليکلاې شو.

$$U^{238} + n \rightarrow U^{239} \rightarrow \beta - decay \rightarrow Np^{239} \rightarrow \beta - decay \rightarrow Pu^{239}$$



☜ پلوتونيم د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش په خيردحرارتي نيوترونو په جذب کولو سره سمدلاسه چوي او له دې کبله دچاودېدونکي موادو په صفت په هستوي بټيو کې دسونگ موادو اوپه تېره بيا دهستوي وسلوپه جوړولو کې لکه اتوم بم خورا اهميت لري. په پورتني شکل کې يونيوترون په يوه هسته لگيږي اوپه پايله کې دوه سپکې هستې او درې نيوترونه منځ ته راځي

د طبيعي يورانيوم دويم ايزوتوپ يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش تشکيلوي او د پلوتونيم په ډول په هستوي بټۍ کې د سونگ موادو په توگه کارول کيږي .کله چې ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش هسته وچوي نو په منځني ډول دوه او يا درې گړندي نيوترونونه ور څخه ازاديږي چې هغوې بيا په خپل وار سره خپل گاونډي يورانيوم دوه سوه اته ديرشU^{238} هستو باندې لگيږي اوپه پايله کې ورڅخه پلوتونيم دوه سوه نهه ديرش Pu^{239} لاس ته راځي. دنوموړې چاودنې څخه په کټه پورته کولو سره کيداې شي چې د سپکواوبوهستوي بټۍ کې او يا په بريډرهستوي بټۍ (Breeding Reactor) کې دپلوتونيم چاوديدونکی سونگ مواد ترلاسه شي.

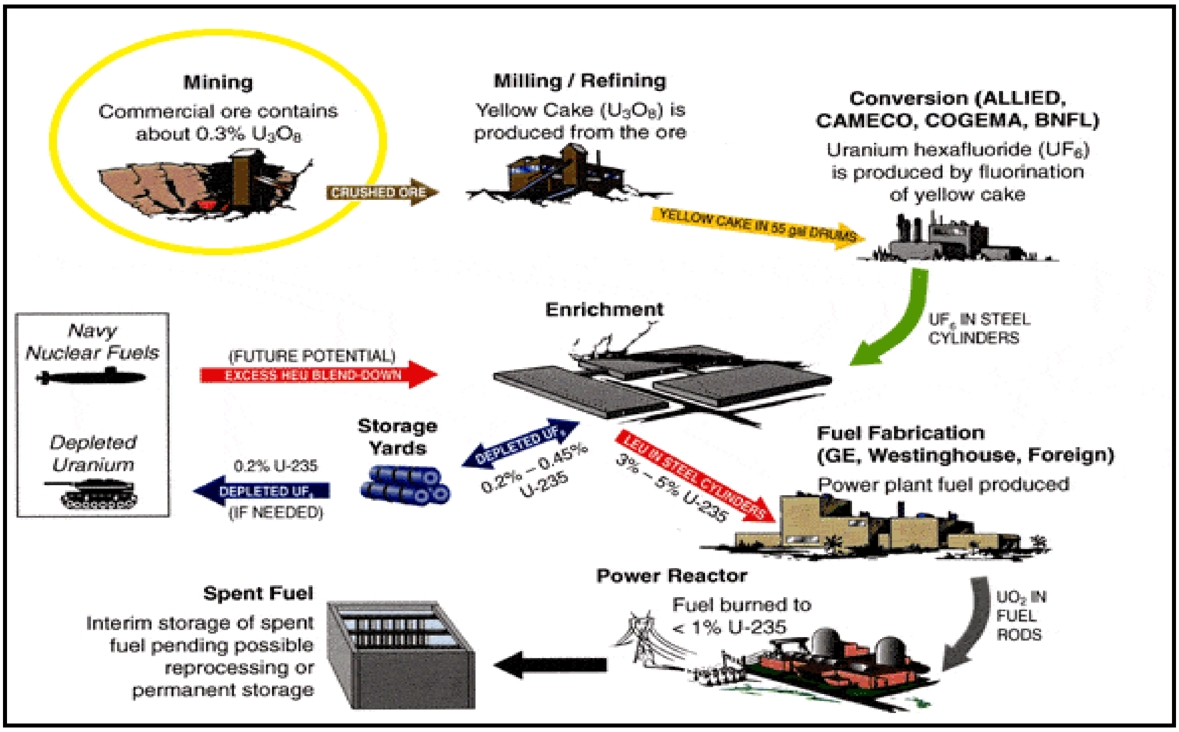
☜ هستوي بټۍ يوې داسي هستوي دستگاه ته ويل کيږي چې هلته د اتومي انرژۍ په مرسته سره بريښنا لاس ته راځي. دنوموړې موخې لپاره د هستوي بټۍ په زړه کې لږ څه دوه سوه ټنه يورانيوم اکسايد (UO_2) ځاې په ځاې شوئ وي چې د سونگ موادو په ډول ورڅخه کار اخيستل کيږي. نوموړئ يورانيوم د وه په سل کې په يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U-235 باندې بډاى شوئ وي. په يوه هستوي بټۍ کې د يورانيوم دوه سوه اته ديرش U^{238} هسته کولاې شي چې چټک نيوترونه جذب کړي چې په پايله کې پلوتونيم دوه سوه نهه ديرش Pu^{239} منځ ته راځي.

ديورانيوم U^{238} د مول کتله مساوی ده له دوه سوه اته ديرش گرام. دا په دې مانا چې په دوه سوه اته ديرش گرام يورانيوم کې $6{,}02\times10^{23}$ اتومونه موجوددي. په دې اساس په يوه گرام کې $2{,}53\times10^{21}$ اتومونه او په يوه مايکرو گرام کې $2{,}53\times10^{15}$ اتومونه شته دي. څرنگه چې د يورانيوم نيمايي عمر څلورنيم مليارده کاله دی نو دا په دې مانا چې د نوموړې مودې څخه وروسته په يوه کال کې يوه هسته چوي. نوپه يو مايکرو گرام يورانيوم کې لږ څه نيم مليون چاودنې په يوه کال کې تر سره کيږي او په يوه ورځ کې يوزرو پينځه سوه څلويښت هستې چوي او په همدغه کچه الفا وړانگې خپروي.

د طبيعي يورانيوم داستخراج کړنلاره

د يورانيوم زيرمي او کانونه په طبيعي ډول دځمکي کورې(globus) په ډ يروبرخو او په غير متجانس ډول سره پيداکيږي. په لومړي پړاوکي د طبيعي يورانيوم معدني مينرالونه لکه (Uraninit = Pechblende) ديو لړفزيکي او کيمياوي کړنلاروپه مرسته سره دنوروډبرو څخه بيل کيږي.

په ۷۱- شکل کې دطبيعي يورانيوم د لا س ته راوستلو کړنلاره ښودل شوې ده.



۷۱- **شکل:** دطبيعي يورانيوم د استخراج ټکنالوژي او ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش (U^{235}) د بډاي کولو (Enrichment) کړنلاره چې په هستوي بټيو (Nuclear Power Plants) کې د سونګ موادو په موخه ور څخه کار اخيستل کيږي(43)

د يورانيوم د استخراج او بډاى کولوکړنلاره په لاندې پړاوونو کې تر سره کيږي

لومړى: د يورانيوم دراايستلو کړنلاره (Mining)

دطبيعي يورانيوم فلز په سوچه توګه په طبيعت کې نه پيدا کيږي بلکه په معدني ډبروکې د يورانيوم اکسايد (U_3O_8) مرکب په شکل سره موجود وي. کله چې نومړۍ عنصرديورانيوم يوه معدن (کان) څخه استخراج کيږي نو په مرکب کې دسوچه يورانيوم برخه لږ څه صفر عشاريه درې په سل (0,3%) کې ده. دطبيعی يورانيوم مرکبات داکسايد په بڼه ډير ډولونه لري. د بېلګه په ډول لکه ناتريم يورانات، يورانيوم اکسايد، ماګنيزيم يورانات او امونيم دي يورانات. په ۷۲- شکل کې د طبيعي يورانيوم يوه معدني ډبره (Pechblende) ښودل شوې ده(71) .

۷۲- شکل دطبيعي يورانيوم معدني ډبره (Pechblende)

دويم : ديورانيوم اکسايد اوړه کول (Milling/Refining)

ديورانيوم اکسايد معد ني ډ برې ديوې ژرندې په مرسته سره دومره کوچنۍ او ميده کيږي تر څو لکه د اوړو په شان په يو ډرو باندې واوړي. دغه ډول اوړه شوي يورانيوم ته د زير کيک (Yellow Cake) نوم ورکړشوې دی.

دريم : يورانيوم هېکسا فلورايد (UF6) (Uranium hexafluoride)

يورانيوم هېکسا فلورايد په عادي تودوخې او فشار کې يو پودر شکله جامد شکل لري چې کثافت يې لږ څه پينځه ګرام په يوه سانتي متر مکعب دی. خودتودوخي په لږڅه شيږ پنځوس درجه د سانتي ګراد 56, 4 °C د جامد حالت څخه سم سيخ په غازشکله حالت باندې اوړي. نوموړئ غازديوې خوا يوډير سخت راديو اکتيو اودبلې خوا کيمياوي ډير زهرجن خاصيت لري نو کله چې تنفس شی د سږو او پښتورګو لپاره ډير زيان رسوي.

يورانيوم هېکسا فلورايد د هستوي بټی لکه دسپکو اوبو بټی (Light Water Reactor) ، د خوټېدونکي اوبوبټی (Boiling water Reactors) اويا د لوړ فشاراوبوبټی لپاره (High Pressurized Water Reacors) دچاودېدونکي سونګ مواد و په موخه ورڅخه ګټه اخېستل کيږي. ديورانيوم دبدای کولو لپاره ضرور ده چې لومړی جامد يورانيوم اکسايد ياني زير کيک (U_3O_8) د يو لړ کيمياوي پړاوونوپه اخير کې ديورانيوم هېکسا فلورايد په غاز باندې و اړول شي. دغه کړنلاره په لا ندې ډول تر سره کيږي.

نوموړئ زير کېک په نيتريک اسيد کې حل کيږي HNO_3 او د يورانيول نيترات مرکب Uranyl = Nitrate $UO_2(NO_3)_2$ ورڅخه لاس ته راځي. وروسته له هغه څخه دامونيم هايدرواکسايد NH_4OH سره ګډيږي تر څو امونيم ډي اورانات $(NH_4)_2U_2O_7$ =Ammonium Diuranate باندې واوړي. په اخېر کې نوموړئ مرکب د هايدروجن ماليکول په مرسته سره د ريډکشن کيمياوي پروسې لاندې نيول کيږي ترڅوچې يو نسواري رنګه يورانيوم ډي اکساي (UO_2) ورڅخه جوړشي. په خپل وار سره بيا د هايدروفلوريک اسيد(HF= hydrofluoric acid) او د فلورين (F$_2$ = fluorine) په اکسا يديشن سره لومړی (UF_4) اووربيسې يورانيوم هېکسا قلورايد (Uranium hexafluoride) لا س ته راځي.

د يورانيوم هېکسا فلورايدغاز مرکب چې صفرعشاريه اوه په سلو کې 0,7 % د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U^{235} او يا تې برخه يی U^{238} جوړوي بيا په خپل وار سره د يوه ځانګړې ټکنالوژي په مر سته سره چې ديورانيوم غاز سنتريفوګ په نامه سره ياديږي تر لږ څه دري په سل (3 %) کې دچاودېدونکي

یورانیوم دوه سوه پـینځه دیرش U^{235} برخه بډای کیږي. په دغه کړنلاره کې یورانیوم دوه سوه اته دیرش ایزوټوپ U^{238} لږ څه پینځه اتیا په سل (85%) کې او یورانیوم دوه سوه پـینځه دیرش صفر عشاریه دوه څخه تر صفر عشاره پینځه په سل کې (U^{235} % 0,45- 0,2) ورڅه بیلیږي او دفاضله موادو په ډول اچول کیږي.

دنوموړې موخې لپاره یورانیوم دیوې مخوصې آلې په مرسته سره چې د یورانیوم ژرندې (Uran Mill) په نامه سره یادیږي ترهغه پورې میده کیږي ترڅوچې دپودربڼه ځانته غوره کړي. دیورانیوم دغه ډول کوچنۍ ذرې چې دپوډربڼه لرې دقلوي اویا تیزابي مرکباتو په مرسته سره داوکسیدیشن oxidation کونکومرکباتولکه (Na_2ClO_4) په ګډون سره دنوروموادو څخه بېل کیږي. یوداسې پوډرډوله یورانیوم چې د ژیر کیک په شان برېښي دیېلو کیک (Yellowcake) په نامه سره یادیږي او کیمیاوي سمبول یې په U_3O_8 سره لیکل کیږي. نوموړئ ژیرکیک په ډیرو غټو بخاریو(Oven) کې تر شپږ پنځوس درجې دسانتي ګرېډ (56 °C) پورې تودوخې ورکول کیږي اودیو لړ کیمیاوي پروسو په اخیرکې د نیتریک اسید، امونیم هایدرواکساید، هایدروجن، هایدرو فلوریک اسید او دفلورغاز (Flour= F_2) په مر سته سره په شپږ قېمته یورانیم او فلورمرکب باندې اوړي. دیورانیم دغه ژیررنګه مرکب چې په اوبو کې یې د حل کیدلو قابلیت دخلورقیمته یورانیوم په پر تله ډیربڼه دی د یورانیوم هېکسا فلوراید (UF_6) په نامه سره یادیږي او ډیر زهرجن خاصیت لري.

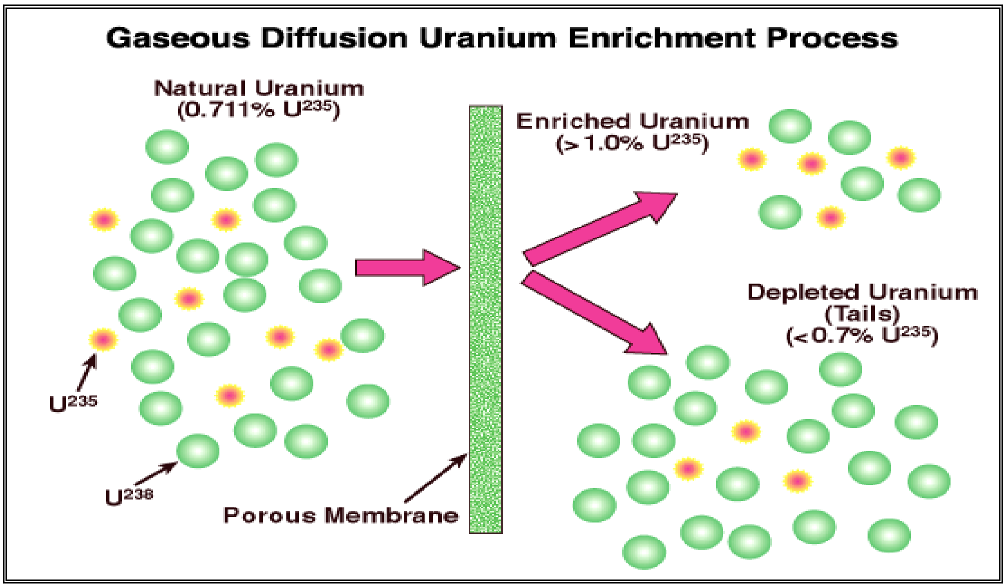
په پایله کې د یورانیوم هېکسا فلورایدغازبیا په خپل وار سره دیورانیوم اکساید (UO_2) په یوه پودر اړول کیږي او دلوړ فشار، ټاکلې تودوخې اوځانګړي ټکنالوژي په مرسته او په ناځاپي ډول سره په لومړې پړاوکې دغاز څخه په جامد حالت او بیا په دوهم پړاو کې د کوچنیوکروي جسمه ټوټو یا مردکیو (Pellets) باندې اړول کیږي. په چاو دېدونکې یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش بډای شوي مردکي بیا په هستو ي بټیو کې د سونګ موادو په موخه کارول کیږیږي.

د یورانیوم د بډاې کولو کړنلاره (Uranium enrichment)

په طبیعي یورانیوم کې د چاودېدونکي یورانیوم دوه سوه پـینځه دیرش ایزوټوپ دبډای کولو لپاره ډیرې کړنلارې منځ ته راغلې چې مهمې یې دادي: د سنټریفوګ کړنلاره (Uranium Gas Centrifuge) د ډیفوزیون یا د نفوذ کړنلاره (Uranium Gas Diffusion) او د لیزر کړنلاره (Laser processes). دبېلګه په ډول په ۷۲ شکل کې د یورانیوم د بډای کولو نفوذ کړنلاره ښودل شوې ده.

دیورانیم بډاې کولو نفوز کړنلاره (Uranium Gas Diffusion)

په نوموړې کړنلاره کې جامد یورانیوم هیکا فلوراید (UF_6) په یوه لوښي کې مایع کیږي اوبیا دلوړ فشار اوتودوخې په مرسته سره په غاز بدلیږي. نوموړې کړنلاره دلومړي ځل لپاره ددویمې نړیوالې جګړې په پیل کې د امریکا یې کارپوهانوله خوا دهستوي وسلودجوړولو په موخه دمانهتان په پروژه کې وکارول شوه. دغه کړنلاره دروغتیا په تړاوډیره خطرناکه ګڼل کیږي داځکه چې یورانیم هیکا فوراید یو کیمیاوي او رادیولوژیکي ډیر زهرجن غاز دی. دنوموړې کړنلارې یوه بله نیمګړتیا داده چې ډیره انرژي ورته په کارده او له دې کبله نن ورځ په ډیرو هیوادونو کې نه استعمالیږي.



۷۲ الف شکل: دیورانیوم دبډای کولوکړنلاره چي دغازنفوذ (Gaseous Diffusion) تکنالوژي کړنلاره ورته ویل کیږي په پورتني شکل کي کوچنۍ دایرې دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش او غټې دایرې د یورانیوم دوه سوه اته دیرش اتومونه راښیي(85).

دنوموړي شکل په چپ اړخ کی طبیعی یورانیم هیکسا فلوراید غازترلوړ فشار لاندې د یوه فیلتریا میمبران (Porous membran) څخه تیریږي چي ډیر واړه سوري لري. څرنګه چي د طبیعي یورانیوم هیکسا فلوراید غاز په مرکب کي دیورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U^{235} اویورانیوم دوه سوه څلوردیرش U^{234} ایزوتوپونه دیورانیوم دوه سوه اته دیرش U^{238} په پرتله سپک دي نوله دې کبله د فیلترسوریو څخه په ډیر لوړسرعت تیریږي. کله چي دیو ګڼ شمیر فیلترونو څخه نوموړئ غاز تیر شي نو په اخیر کي دبډای شوي یورانیوم (Enriched uranium) اوغریب شوي یورانیم (Depleted uranium) دیوه بل څخه بیلیږي

- نوموړي فزیکي کړنلاره چي دیوې خوا دروند ایزوتوپ (U^{238}) د سپک ایزوتوپ (U^{235}) څخه بیل کوي او دبلې خوا دچاودیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش ایزوتوپ سلیزه برخه د طبیعي یورانیوم په مرکب کي د پخوا په پرتله ډیره کوي دیورانیوم د بډای کولو کړنلارې په نامه سره یادیږي (Uranium enrichment) .
- د طبیعي یورانیوم هغه مرکب چي د بډای کوولوڅخه وروسته د فاضله موادوپه څیر پاتي کیږی اودچاودیدونکي یورانیم دوه سوه پینځه دیرش سلیزه برخه یې دغازنفوذ په کړنلاره کي د پخوا په پرتله را ټیټه شوي ده د غریب شوي یورانیم په نامه سره یادیږي. څرنګه چي غریب شوئ یورانیوم رادیواکتیوخاصیت لري نو له دې کبله نه په صنعت کي او نه د ژوندانه په نوروتولنیزو برخو کي ورڅخه ګټه پورته کیږي. خو دنوموړي یورانیوم څخه په پوځي برخه کي نن ورځ په پرا خه توګه کار اخیستل کیږي.

دیورانیم بډاي کولو سېنټریفوک کړنلاره (Uranium Gas Centrifuge)

په نوموړي کړنلاره کي یورانیم هېکسا فلوراید یوګڼ شمیرسلېنډرشکله څرخېدونکي لوښي Uranium (Gas Centrifuge) ته ورننوځي چي ډېرلوړګرځیدونکې سرعت لري دبېلګه په ډول د پنځوس زرو څخه تر اویا زروڅرخیدل په یوه دقیقه کې ترسره کوي (50000-70000 rotation/min). په دې کړنلاره کې دیورانیوم په دواړوایزوټوپوباندې دلوښي منځ څخه دباندې خواته تېښتیدونکي قوه (Centrifugal force) په تو پیر سره اغیزه کوي چې په پایله کې دیورانیوم لږڅه درووند ایزوټوپ U^{238} دلوښي دیوال خواته اود یورانیوم لږڅه سپک ایزو ټوپ U^{235} د لوښي منځنی برخي ته نږدې را ټولیږي.

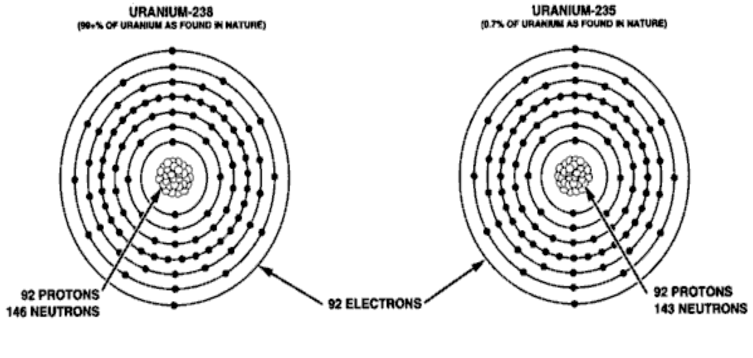
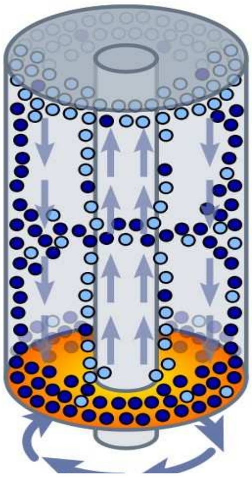
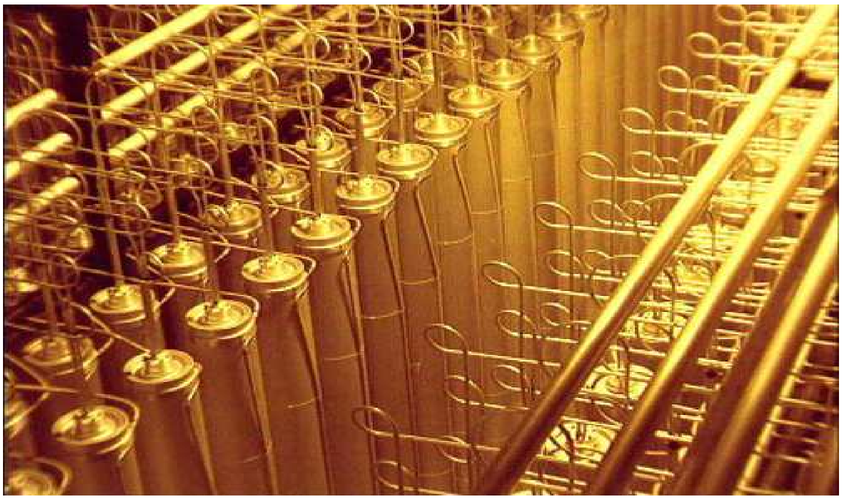


Figure 2-III. Isotopes of Uranium



۷۲ ب **شکل:** دیورانیم بډاي کولوغازسېنټریفوک (Gas Centrifuge) تکنالوژي ښودل شوې ده. یورانیوم دوه سوه اته دیرش اتومونه په غټوتوروګردوټکو اودیورانیم دوه سوه پینځه دیرش په سپین بخونوګردو ټکوښودل شوي دي(86).

د یورانیوم هیکسا فلورایدغازترهغه وخته پورې په څرخېدونکو لوښو کې څرخي تر څو چې د چاودېدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U^{235} برخه په سلو کې لږ څه درې په سل 3% او یا نوره هم پورته لاړه شي. د بېلګه په ډول د چاودېدونکي یورانیوم دبډای کولوکچه د هستوي بټۍ لپاره درې په سل کې اوپه پوځي برخه کې لکه دهستوي وسلو لپاره لږ څه نوي په سل کې 90% کې قیمت لري . که چیرته دچاودېدونکي یورانیوم څخه په پوځي برخه او یا دهستوي وسلو په موخه کار اخیستل وغوښتل شي نو ضرور ده چي دیورانیوم هېکسا فلوریدغاز UF_6 په سل ګونوڅر خېدونکو لوښو کې و څرخي تر څو دبډای کولو کچه یې پورته لاړه شي. په ۴۳ شکل کې دیورانیوم غازسنټریفوک یا څرخېدونکو لوښو (Uranium Gas Centrifuge) دستګاه ښودل شو ده. کله چي یوزرڅرخیدونکي لوښي ځنګ په ځنګ په بریښنایز سرکېټ کې ونښلو ل شي چي دهغوي تخنیکي ارقام لکه اوږدوالی یې یونیم متر، سرعت یې څلورسوه متره په ثانیه کې وټاکل شي او شپه اوورځ کاروکړي، نو په یوه کال کي لږڅه شل کیلو ګرام په لوړه کچه غني شوی یورانیم (HEU) تر لاسه کیږي. په دغه اندازه غني شوی یورانیم بس دی چي یواتوم بم ورڅخه جوړشي.



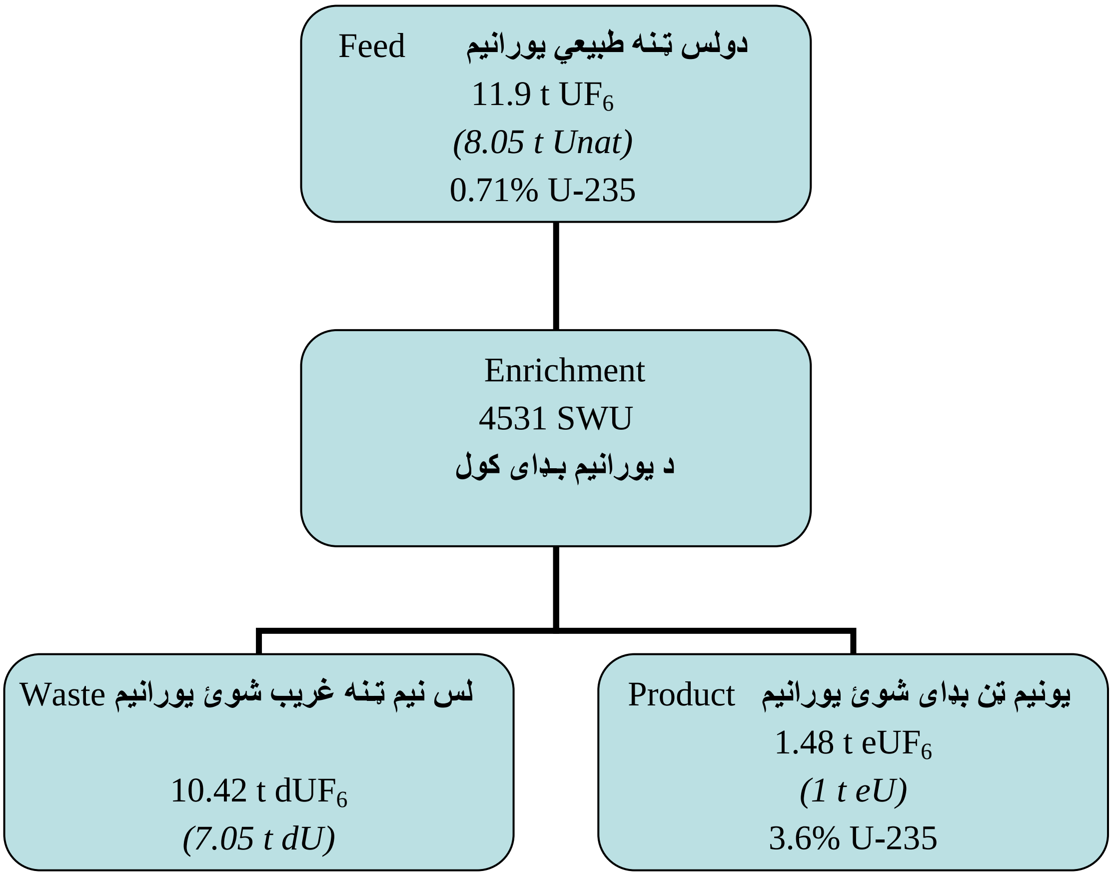
۷۳- شکل: ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U^{235} ايزوټوپ دبډاى کولوآله چې د سل ګونوځرخېدونکو سلنډرشکله لوښو څخه جوړه ده. په دغه ډول کړنلاره کې په هره يوه سلندرکې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش دبډاى کولو فکټور ځلور په زرمه $\sqrt{m238/m235}=1{,}004$ برخه تشکيلوي(43) .

ديورانيوم غاز سنتريفوګ په کړنلاره کې په ډيره لوړه اندازه غريب شوى يورانيم Depleted uranium د فاضله موادو په ډول پاتې کيږي. دنوموړي يورانيوم کچه دلاندې بېلګه په مرسته سره اټکل کولاې شو. که فرض کړ وچې د يورانيوم هېکسا فلوراېد مرکب دوولس ټنه مواد (12 t) راونيسو چې د بډاى کولو په پيل کې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش برخه صفرعشاريه اوه په سل ($0{,}7\%$ U^{235}) کې ولري نوکله چې دبډاى کولوکړنلاره تر سره شي نو په پايله کې يو ټن (1 tonn eU) بډاى شوئ يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش لاس ته راځي چې لږ څه دري نيم په سل کې ($3{,}5\%$ U^{235}) بډاې شوئ وي. پاتې برخه يې ياني لږ څه يوولس ټنه يې (11 tonn depleted Uranium) فاضله مواد تشکيلوي چې دغريب شوي يورانيم (Depleted uranium) په نامه سره ياديږي. په نوموړو فاضله موادوکې ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش برخه د صفرعشاريه اوه په ځاى يوازې صفرعشاريه درى ($0{,}3\%$) ته را شکته شوئ وي.

بډاى کول : (Enrichment)

په عمومي ډول سره د بډاى کولو کلمه ټولو هغو کيمياوي، فزيکي اومايکروبيولوژيکي تګلارو او کړنلاروته ويل کيږي چې دهغوى په مرسته سره په يوه مرکب کې ديوې ځانګړې مادې او يا عنصرسليزه برخه ډيخوا په پرتله ډيره شي. د بيلګې په ډول په ٧٤ شکل کې ديورانيوم د بډاى کولو کړ نلاره ښودل شوې ده.

- ☑ دعنصرواتومي وزن دتوپيرنه په ګټه اخيستلو سره درادیو ايزوټوپوفزيکي بيلول لکه U^{235} او U^{238}
- ☑ دبيوکيمياوي کړنلارې په کارولوسره لکه دکثافت توپيردليپوپروتيينو لکه LDH او HDL بيلول
- ☑ دمايکروبيولوژي کړنلارې په مرسته سره لکه د مالېکولوسرعت د وايرس، غټو ماليکولواوانتيجن بيلول
- ☑ داتومونو د جذب شپېکترم په مرسته سره لکه دليزر(Laser) په کړنلاره کې د ايزوټوپو بيلول



۷٤- شکل: دطبيعي يورانيوم د بډای کولوکړنلاره ښودل شوي ده. کله چې د بډاي کولو په موخه دوولس ټنه يورانيوم هېکسا فلوراېد ($12\ tUF_6$) په کاروا‌چول شي نو په پايله کې د هستوي بټۍ لپاره لږخه يونيم ټن 3,6% بډای شوي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U-235 اوپاتي لس نيم ټنه غريب شوئ يورانيم دوه سوه پينځه ديرش (Depleted Uranium =dU) دفاضله مواد په ډول لاس ته راځي. په غريب شوئ يورانيم کې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرشU-235 برخه د طبيعي يورانيوم په پرتله نيمايي ته را ټيټه شوي وي. د هستوي بټۍ لپاره د بډای شوي او دغريب شوي يورانيوم پرتله کولو کړنلاره يو پر اوه (0,14) تشکيلوي (33) .

د هستوي بټۍ سونګ مواد (Nuclear Fuel)

کله چې په طبيعي يورانيوم کي دچاودېدونکي يورانيوم U^{235} دبډای کولوکړنلاره سرته ورسيږي نوديورانيوم هېکسا فلوراېدغاز UF_6 ديوي ځانګړې ټکنالوژي په بنسټ يوه ناخاپه دغاز حالت څخه په جامد حالت اړول کيږي. نوموړئ کلک اوبډای شوی يورانيوم د سونګ موادو (Fuel) په صفت په هستوي بټيو کې د بريښنا د لا س ته راوړلو په موخه او يا داچي په لوړه کچه بډای شوئ يورانيوم د هستوي وسلوکه اتوم بم، هايدروجن بم اونيوترون بم کې په کار اچول کيږي. د بېلګه په ډول د يوه اتوم بم دجوړولو لپاره چې د چاودني انرژي کچه يې منځني قوه تشکيلوي ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش بحراني کتلې (Critical Mass) کچه نهه څلوېښت کيلو ګرام (49 kg U-235) اود سوچه پلوتونيم لپاره لږ څه لس کيلو ګرام (10 kg Pu-239) اټکل کيږي تر څو يوځنځيري پايښت لرونکی هستوي تعامل منځ ته راشي(Chain reaction).

پو ښتنه: پلوتونیم Pu^{239} په هستوي بټۍ کې په مصنوعي ډول منځ ته راځي اوراديو اکتيوخواص لري. نومړۍ عنصرپه يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U^{235} تجزيه کيږي او په څنګ کې دالفايوه ذره (هيليم) او لږخه پينځه ميګا الکترون ولټ انرژي خپروي ($P^{239} \rightarrow U^{235} + He^4 + 5,15$ MeV)

ديوه کيلوګرام پلوتونيم څخه څومره هستوي انرژي تر لاسه کيږي؟

حل: څرنګه چي دپلوتونيوم اتوم د کتلي شميره دوه سوه نهه ديرش ده نو يو مول پلوتونيوم دوه سوه نهه ديرش ګرام کيږي 1 mole = 239 g اوپه يوه کيلو ګرام پلوتونيوم کې دمول شمير مساوي ده يوزر ګرام تقسيم په دوه سوه نهه ديرش 1000 g/239 = 4.18

هستوي انرژي = دمول شمير×اووګادرو عدد(شميره)×ازاده شوې انرژي

Energy = 4,18 ×6,022×10^{23}×5,15 MeV = 1,3×10^{31}eV

ځواب: لږ څه لس په طاقت ديوديرش الکترون ولټ انرژي تر لاسه کيږي

په لاندني جدول کې ښودل شوي ده چي په يوه هستوي چاودنه کې دنيوترونوشميراودانرژي اکسپونينسال ديرښت دوخت په تيريدلو سره په واحددمايکروثانيوµs څرنګه پورته ځي.

دنيوترونودنسل شمير N generation	وخت په واحد دمايکرو ثانيه Time (µs)	دپيداشوونيوترونو شمير # neutrons	ازاده شوي انرژي Energy (MeV
صفر 0th	0,00	1	0
لومړی 1 st	0,01	2,7	245
دويم 2nd	0,02	7,4	910
دريم 3rd	0,03	20	2720
لسم 10th	0,1	2,2×10^4	3,1×10^6
شلم 20th	0,2	4,9×10^8	6,9×10^{10}
پينځوسم 50th	0,50	5,2×10^{21}	7,4×10^{23}
شپږ پنځوسم 56th	0,56	2,1×10^{24}	3,0×10^{26}
اوه پينځوسم57th	0,57	5,7×10^{24}	8,1×10^{26}

پوښتني:

۹-۱ طبيعي يورانيوم دکومو ايزوتوپوڅخه جوړدی؟

۹-۲ په غريب شوئ يورانيوم کې دکوم يوه ايزوتوپ کچه دپخوا په پر تله کمښت مومي ؟

۹-۳ هستوي بټۍ څه ډول آله ده؟

۹-٤ ديورانيوم دغني کولوکرنلاری کومي دي؟

۹-٥ دهستوي وسلودجوړولوپه موخه ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش کچه په طبيعي يورانيم کې څومره پورته ولاړه شي ياني بډای شي؟

پینځمه برخه

لسم څپرکی

په چاپیریال باندې دغریب شوي یورانیوم اغیزې

(Environmental effects of depleted uranium)

سریزه

په افغا نستان کې د لړځه اووه ویشت کالوځخه راپدې خوا د جګړې په ډګرکې اودهیواد په ګنو سیمو کې دهراړخیزو وسلو څخه په هر شکل او بڼه که وي خوپه یوه ډول سره بیاهم ناوړه کار اخیستل کیږي. د جګړې هغه وسلې چې په افغانستان کې استعمالیږي د پخوانیوعادي وسلو په پرتله کوم چې د افغان او انګریز دریو جګړو په اوږدو کې استعمال کیدلې ډیرتوپیر لري. دا ځکه چې د جګړې پخوانۍ وسلې د سوچه اوسپنې څخه جو ړیدلې خو د 1990 م کال څخه را پدې خوا د نوموړو وسلو په ټکنالوژي او جوړښت کې یو ځانګړی نوښت او پرمختګ منځ ته را غلی دی.

د بېلګه په ډول د کیمیاوي وسلو ، بیالوژیکي وسلو په څنګ کې یو بل ډول وسلې چې د رادیولوژیکي وسلو (Radiological weapons) اویا دیورانیوم وسلوپه نامه سره هم یادیږی منځ ته راغلې دي . نن ورځ د جګړو په ډګرکې داسې وسلې کار ول کیږي چې دیوې خواپه کمپیوتر باندې سمبال دي اونښه (Target) په خپله دلیزر وړانګو(Laser rays) په مرسته سره پیداکولای شي او د بلې خوا رادیواکتیو خطر ناک مواد ورسره ګډ شوي وي، نو له دې کبله د خپل ځان څخه هستوي وړانګې خپروي. په دې کتاب کې به پر چا پیر یال باندې د رادیولوژیکي وسلو ناوړه اغیزې او دهغوی په ټکنالوژي باندې چې دغریب شوي یورانیوم فلز (Depleted Uranium) څخه جوړې شوې دي، او له دې کبله هم ورته دیورانیوم وسلې نوم ورکړشوئ دی (Uranium weapons) یو څه رڼا واچوو . د کتاب په وروستي څپرکي کې ددې خیړنه اواټکل شوئ دی چې په نوموړو وسلو باندې د چاپریال ککړتیا له امله اولسي خلکو ته څومره ګوابښ شته او په راتلونکې وخت کې چاپیریال دڅومره خطر سره مخامخ کولای شي.

دبلې خوادهیواد ګاونډي او نږدې هیوادونه د هستوي انرژي څخه په اتومي بټیواو هستوي ازموینوکې کار اخلي ، چې په پایله کې چاپیریال په رادیو اکتیوموادو ککړکیږي. اوس ددې اړتیا لیدل کیږي چې دنړیوال اتومي انرژي قانون (Atomic Energy Act §9) دویمه برخه نهم پاراګراف په بنسټ د هیوادپه ټاکلوسیموکې دچاپیریال رادیواکټیویټي څارنه وشي اود ګاما شپیکترومېتري آلو په مرسته سره په هوا، اوبواوځمکې پر مخ درادیو اکتیوموادو کثافت اندازه شي.

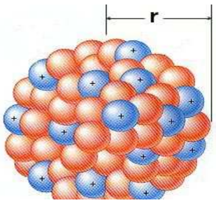
ديورانيوم وسلو پيښليک

په 2003 م کال داکتوبر مياشت په شپا ړسمه نيټه دجرمني هيوادد هامبورګ په ښارکي ديورانيوم وسلو په هکله يونړيوال علمي کنفرانس جوړشو(5). دنوموړي کنفرانس يونامتو برخه وال ډاکترډوراکويچ A.Durakovic (1) چي دواشنګټن ښارديورانيوم د طبي څيړنود مرکز (Uranium Medical Research Center) مشرتوب په غاړه لري په ډاګه کړه چي د نړۍ په ځينوهيوادونو لکه افغا نستان، عراق اود پخوانۍ يوګوسلاويا په اوړدو جګړو کي په سل ګونو ټڼه داسي وسله استعمال شوې ده چي په هغه کي يوراديواکتيو ياني وړانګي خپرونکې فلزلکه غريب شوئ يورانيوم (Depleted Uranium) او يا پلوتونيم (Plotunium) ايزوتوپونه ور ګډ شوي دي. نوموړي طبي څيړنيوه په تيروکالونو کي، دوه ځله ديوې ډلي پوهانو په ملګرتيا افغانستان ته سفروکړاو دهيواد په هغو سيموکي، چي ديورانيوم وسلي کارول شوې وې، د بېلګه په ډول لکه دکابل ښار، سپين غرسيمه، جلال اباد او داسي نوروځايونو کي طبي ازمويني اوعلمي پلټني تر سره کړې. داځکه چي دنوموړو سيمو اوسيدونکو ديو ډول ناوړې او تر اوسه ناپيژندل شوې ناروغۍ په هکله شکايت کولو.

☜ دبېلګه په ډول د هډوکوخوړيدل، دغړوکمزورتيا، تبه لرل، عصبي تکليف، دسترګو ديد کمښت، سرخوږيدل، دحافظي کمښت، ژورخفګان (Depression) او داسي نور.

دنوموړو ناروغيوکلينيکي سيمپتومونه يا علامي(Symptoms) د هغي يوې ناروغۍ سره چي د خليج ناروغي او يا(Gulf Syndrom) په نامه سره ياديږۍ ډير ورته دي. په دې اړوند بايد وويل شي چي دا خبره به اوس دوخت نه تر مخه وي چي ګڼه په پوره باورسره دا پريکړه وښي چي نوموړې ناروغۍ دغريب شوي يورانيوم سره تړاولري. داځکه چي د ټيټي کچي انرژي ډوز په هکله لا تراوسه پورې اپيديمولوژي څيړني نه شته، داځکه چي په دې تړاو مسئول دولتي سازمانونه هيڅ ډول چمتووالئ نه ښيي. د بلي خوا نوموړي ناروغۍ هغه وخت هم منځ ته راتلای شي چي که په چا پيريال کي کيمياوي او بيالوژيکي وسلي استعمال شي اوخلک يې تنفس کړي او يا تماس ورسره پيداکړي. نو له دې کبله تر ټولو مهمه (اړينه) داده چي دغريب شوي يورانيوم ياني د ټيټي کچي وړانګودحجروي بيولوژي (Cellular Biology) او موليکولاربيولوژي(Molecular Biology) په سطحه پراخي څيړني پيل شي.

ډاکترآصف دوراکويچ او دهغه طبي ډله، د نوموړو سيمواوسيدونکوپه وينه او ميتيازو (Urine) کي ديورانيوم درې ډوله راديواکتيو ايزوتوپونو لکه (U^{238};U^{236};U^{234}) کچه، د يوې ځانګړي فزيکي آلي اونوې ټکلاړې په مرسته سره، تر ازمويني لاندې ونيولې چي نتيجه يې په ۷۵- شکل کي ښودل شو ې ده. نوموړې کړنلاره چي دکتلي شپکټرومتر (Inductively coupled plasma mass spectrometry) په نامه سره ياديږي دومره حساسه (sensetive) او دقيقه (Accurate) ده چي ترڅيړني لاندې کسانود ويني (Blood sample) او ميتيازو (Urine) په نمونه کي د يورانيوم ايزوتوپود يوګرام يوپه مليارډمه برخه ياني يو نانو ګرام($1ng = nano\ gram = 10^{-9}g$) ياني ديوګرام يو په مليارډمه برخه هم اندازه کولای شي.



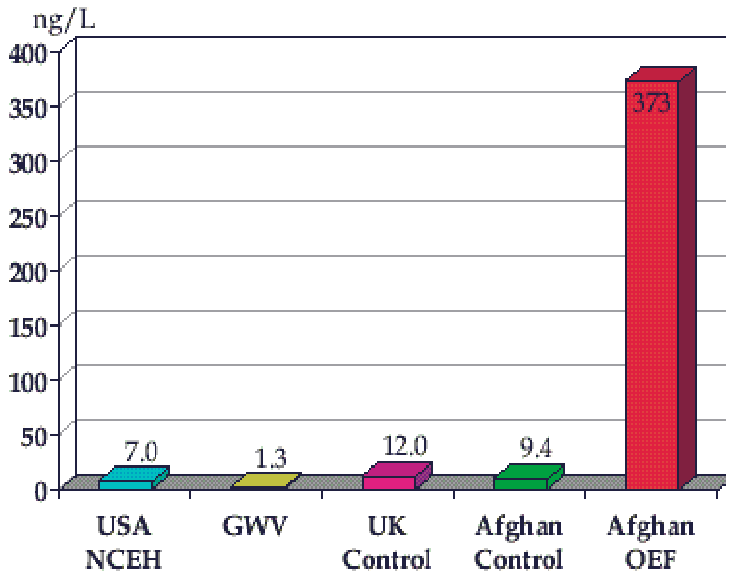
Uranium: A = 238

$r = 1.2\ (238)^{1/3}$

$= 7.4\ f$

ديورانيم هستي شعاع لږ څه څلورنيم فرمي Fermi ده

Uranium Concentration in Urine



Subjects mean uranium concentration in urine compared with control values

USA NCEH - National Center of Environmental Health[5]
GWV - Gulf War veterans
UK Control - Laboratory control
Afghan Control - Non-symptomatic individual
Afghan OEF - Afghan subjects after Operation Enduring Freedom

۷۵- شکل: په عمودي محور کې ديورانيوم کثافت په واحد د نانو گرام په يوه ليتر ميتيازو(ng/L) کې اوپه افقي محورکي دځينو هيوادونو لکه دافغانانو(Afghan)، انگريزانو(UK) او امريکايانو(USA) دعام اولس برخه اخيستونکو وگړو شمير ښودل شوئدي. دنوموړي شکل په افقي ښي اړخ کې عمودي ستنه دهغو افغانانوپه ميتيازو (Urine) کې ديورانيوم کچه ښيي، چې دجگړې په سيمه کې اوسيدل. د دغو وگړوپه يوه ليتر ميتيازوکې ديورانيم قيمت مساوي دی له: 373 ng/Liter Urine دری سوه دری اويا نانوگرام (1)

- دنوموړي شکل څخه څرگنديږي چې د هيواد په هغو سيمو کې چې هلته د يورا نيم وسلې کارول شوي دي ديپلټ شوو کسانو په يوه ليتر ميتيازو (Urine) کې ديورانيوم کثافت کچه نسبت هغوکنترول کسانو ته چې د هغوی په سيمه کې د يورانيم وسلې هيڅ نه وه کارول شوي د ځلوينبت ځلوڅخه لوړ قيمت لري (1).

- بر سيره پر دې داهم وښودله شوه چې په بمباري شوو سيموکې ديورانيوم کثافت کچه دڅښلو په اوبو کې درې ځله او په چاپيريال کې د بېلگه په ډول دځمکې پرمخ شپږ ځله نسبت وهغه کثافت ته چې د نړيوال روغتيا سازمان (WHO) له خوادعامو وگړو لپاره ټاکلې شوئ ده لوړ قيمت لري.

نن ورځ په نړۍ کې شپاړس هیوادونه شته دي چي ديورانيوم وسلي جوړوي اوديوې خوايي په ازادبازار کي خرڅوي اود بلې خوا ورځخه په جګړه کي کاراخلي. په 1991 م کال کي دلومړي ځل لپاره ديورانيوم وسله د خليج په جګړه کي وکارول شوه. څوکاله وروسته په دغه سيمه کي دګڼ شميرنړيوال کار پوهانو په نظرد سرطا ن ناروغي د پخوا په پرتله زياته شوي ده. برسيره پردي يوډول نوي ناروغي چي دګلف زيند روم (Gulf Syndrom) په نامه سره ياديږي منځ ته راغله. که څه هم دنوموړې ناروغۍ پخلي د نړيوال روغتيا سازمان WHO له خوا نه دی شوئ خو بيا هم دنوموړو سيمواوسيدونکو اندينني يي ډيري زياتي کړي دي.

غريب شوئ يورانيوم څه شی دی؟

- غريب شوئ يورانيوم (Depleted Uranium) د هستوي بټۍ لپاره د سونګ موادو دلاس ته راوستلو په موخه اوهمدارنګه د هستوي وسلو لکه اتوم بم جوړولوپه کړنلاره کي، د طبيعي يورانيم هغووروسته پاتي شوو، فاضله مواد و ته ويل کيږي، چي د چاو ديدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U-235 د بدای کولو په کړنلاره کي باقي پاتي کيږي.
- څرنګه چي په نوموړي وسله کي دچاوديدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش برخه دطبيعي يورانيوم په پرتله د صفر عشاريه اوه (0,7%) څخه تر صفرعشاريه دوه پورې (0,2%) را ټيټه شوي وي نو له دي کبله ورته غريب شوئ يورانيم يا ~~ډيپليټيډ~~ (Depleted Uranium) هم ويل کيږي . نوموړئ يورانيوم د درې راديواکتيو ايزوټوپو لکه (U^{238},U^{235},U^{234}) څخه جوړدی.
- د اتومي انرژۍ نړيوال سازمان سازمان (IAEA) د تعريف سره سم د غريب شوئ يورانيم وسله يوه نوې وسله ده چي لږ څه نهه نوي عشاريه اته % 99,80 په سل کي درادیواکتيو يورانيوم دوه سوه اته ديرش (U-238) ايزوټوپ څخه اوپاتي برخه يي ياني صفر عشاريه دوه په سل کي 0,2% د چاوديدونکي راديواکتيو ايزوټوپ دوه سوه پينځه ديرش(U-235) اوپاتي ډيرلږ دوه سوه څلورديرش (U-234) ايزوټوپو څخه تشکيل شوي ده. ددي کتاب په راتلونکو څپرکو کي به دغريب شوي يورانيوم پرځای داسا نتيا لپاره يوازی د يورانيوم ويي (لغت) وکارو.
- دوړانګويو انګريزی متخصص ډاکټر کريس بسبي Chris Busby (57) چي دليورپول په پوهنتون کي استاد او داروپا په اتحاديه کي د بريتا نيا استازی دی په خپلو څيړونو کي زياتوي چي دغريب شوي يورانيوم وسلي ټولي نړی ته خطر متوجي کوي. دنوموړي وسلي د کارسينوجينيک (Carcinogenic) او موتوجينيک (Mutegenic) راديو اکتيوذري د باد په واسطه ټولي نړی ته خپريږي. باد سرحد (پوله) نه پيژني او دو خت په تيريدوسره سم هر ځای ته رسيږي. دغريب شوي يورانيوم وسلو راديو اکتيوخاصيت ډيراوږد فزيکي نيمايي عمر لري ياني تر څلورنيم مليارده کاله پورې هم وړانګي خپروي او دنوموړي مودي څخه وروسته يي هم خطر نه ورکيږي بلکه يواځي د راديواکتيويتي کچه يي نيمايي ته رالويږي.

دغریب شوي یورانیم سرګولی د پوځي نښې د لګیدلوسره سم په وړو ذرو بدلیږي چې قطر یې لس مایکرو متره (10 µm) نه هم کوچنئ وي او له دې کبله په آسانۍ سره تنفسي جهاز ته ننوځي . یوه برخه یې په سږو کې پاتې کیږي اودیورانیوم پاتې کوچنئ ذرې د وینې له لارې هډوکواو دبدن نورو برخوته رسیږي. څرنګه چې یورانیوم دهډوکو څخه په ډېره خوښي جذب کیږي نود هډوکو ماغزوته وړانګې رسوي چې د ټول بدن لپاره وینه جوړوي. که چیرته نوموړې حجرې نیمګړتیا ولري نوټولې هغه حجرې چې دهغوی څخه نورې نوې حجرې جوړیږي هم نیمګړې وي اوله دې کبله دموټیشن او سرطان ناروغی سبب(لامل) ګرزیدلای شي.

دغریب شوي یورانیوم فزیکی خواص

دغریب شوي یورانیوم فزیکي خوا ص د طبیعي یورانیوم سره یوشان دي خو یوازې داچې دچاودېدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U-235 کچه په نوموړي یورانیوم کې لږ څه نیمايي ته را ټیټه شوې وي. دیورانیوم وسله نهه نوي عشاریه اته په سل کې (99,8%) یورانیوم دوه سوه اته دیرش تشکیلوي.

Uranium (U) دیورانیوم سمبول

دیورانیم اتومي نمبر Atomic Number: 92

دیورانیم اتومي وزن Atomic weight: 238

غریب شوئ یورانیم: (Depleted Uranium) :

غریب شوئ یورانیم دطبیعي یورانیوم هغه فضوله موادو ته وایي چې دهستوي بټیو دسونګ موادو(Nuclear fuel) دبډای کولوپه تولید کې منځ ته راځي اودرادیو اکتیویتي کچه یې دطبیعي یورانیم په پرتله لږ څه نیمايي ته را لویدلې وي.

بډای شوئ یورانیم:(Enriched Uranium) :

کله چې په طبیعي یورانیم U-238 کې د چاودیدونکي یورانیم U-235 اصلي کچه دهستوي بټیودسونګ موادو لپاره د صفر عشاریه اووځخه تر لږڅه څلور په سل کې لوړه شي (0,7%-4%) نو بډای شوئ یورانیم لاس ته راځي. په داسې حال کې چې په هستوي وسلوکې دیورانیم دوه سوه پینځه دیرش برخه د یورانیم دوه سوه اته دیرش په پرتله لږ تر لږه دشلو نه ترنوي په سل کې (90%) بډای شوئ وي. غریب شوئ یورانیم دنوموړودواړوبډای کولو کړنلاروپه پایله کې هغه پاتې شوي او فضوله مواد تشکیلوي چې دیورانیم په وسلوکې ورڅخه کار اخیستل کیږي.

په غریب شوي یورانیم کی دیورانیم دوه سوه اته دیرش U-238 برخه د طبیعي یورانیم په پرتله لږ څه پینځه په سل کې 5% کی ډیره ده.

ځرنګه چي غريب شوئ يورانيم لکه طبيعي يورانيوم راديواکتيو خاصيت لري نو دوخت په تيريدوسره تجزيه کيږي اوپه لومړي وخت کي يوازی د الفا او ببتا وړانګي ورخخه خپريږي. دتجزيي په کړنلاره کي په نوروعنصرونولکه توريم (Th-234) ، پروتاکتينيم (Pa-234) ، او يورانيوم دوه سوه څلور ديرش (U-234) باندي اوړي. د يورانيوم دوه سوه اته ديرش دتجز يي معادله په لاندي ډول سره ليکلاي شو.

$$U\text{-}238 \xrightarrow[4.5 \cdot 10^{9}\ yr]{\alpha\ 4.2MeV} Th\text{-}234 \xrightarrow[24d]{\beta^{-}\ 0.26MeV} Pa\text{-}234m \xrightarrow[1.2min]{\beta^{-}\ 2.2MeV} U\text{-}234 \xrightarrow[2.4 \cdot 10^{5}\ yr]{\alpha}$$

په پورتنی معادله کي لاندنی تجزيه تر سره کيږي.
په لومړی تجزيه کي يورانيوم دوه سوه اته ديرش چي دعمر نيمايی وخت يي څلورنيم مليارده کاله دی دالفا يوه وړانګه α خپروي چي حرکي انرژي يی لږ څه څلور ميګا الکترون ولټه ده او په توريم بيخي يوه نوي عنصر (Th-234) باندي اوړي.
په دوهمه تجزيه کي توريم دوه سوه څلورديرش چي دعمر نيمايي وخت يي څلير ويښت ورځي دی د بېتا يوه وړانګه β او يا په بل عبارت الکترونه خپروي. دنوموړي وړانګي حرکي انرژي لږڅه صفرعشاريه دری ميګا الکترون ولټه قيمت لري. د تجزيي په دريم پړاو کي په همدي ډول سره پروتاکتينيم او يورانيم دوه سوه څلور ديرش منځ ته راځي او په خپل وار سره د بېتا او الفا وړاکي ور څخه خپريږي.
په ۲۷- جدول کي ديورانيوم وسلو د ايزوتوپو جوړښت او دهغوی راديواکتيو خاصيت ښودل شوئ دی.

د يورانيوم وسلوايزوتوپونه او دهغوي راديو اکتـيويتـي				
مجموعه	U-238 يورانيوم-۲۳۸	U-235 يورانيوم - ۲۳۵	U-234 يورانيوم - ۲۳٤	
100 %	99,799 %	0,2 %	0,0008976%	په سل کی نسبي وزن
100 %	84,7 %	1,1 %	14,2 %	په سل کي اکتيويتي برخه
14656 Bq	12420 Bq	160 Bq	2076 Bq	د يوه ګرام غريب شوي يورانيوم اکتيويتي په واحد بيکاريل

۲۷- جدول: دغريب شوي يورانيوم په وسلوکي د ايزوتوپونوسليزی برخي اودراديواکتيويتي کچه ښودل شوي ده. دبيلګه په ډول په يوه ګرام يورانيوم کي ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش اکتيويتي يوسلوشپيته بيکاريل (160 Bq/g) ده. په داسي حال کي چي په طبيعي يورانيوم کي ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش اکتيويتي څلورسوه بيکاريل (400 Bq/g) قيمت لري . دا په دي مانا ی چي په غريب شوي يورانيوم کي د U-235 کچه د طبيعي يورانيوم په پرتله لږ څه شپيته په سل کي کمه ده.

Isotopic composition of natural, enriched, and depleted uranium
دطبيعي يورانيم، بډای شوي يورانيم اودغريب شوي يورانيم دايزوتوپو ترکيب

	Percent in uranium ديورانيوم سليزه برخه		
Isotope ايزو توپ	natural طبيعي يورانيم	enriched بډای شوئ يورانيم	depleted غريب شوئ يورانيم
U – 238	99.2739	97.01	99.745
U – 235	0.72	2.96	0.250
U – 234	0.0057	0.03	0.005

که چيرته په غريب شوي يورانيم کې نور ايزوتوپونه لکه يورانيوم دوه سوه شپږ ديرش U^{236} او پلوتونيم دوه سوه نهه ديرش Pu^{239} ورګډ شوي وي کوم چې د هستوي بټۍ د سونګ موادوسوځيدل شوي پاتې برخه تشکيلوي (Burrnt nuclear fuel) نو دروغتيا په اړوند ديورانيوم وسلې اند يښنې نورې هم زياتيږي. دبېلګه په ډول نړيوالوخيرنو(UNEP) په ډاګه کړه چې هغه سرګولۍ چې د (1994-1999) کالونوپه موده کې د بالکان په جګړه کې استعما ل شوي دي د يورانيوم دوه سوه شپږ ديرش ځانګړې اکتيويتي اندازه په يوه کيلو ګرام کې د شپيته زره بېکارېل(60000 Bq/kg) او دپلوتونيوم ځانګړې اکتيويتي په يوه کيلو ګرام کې د دوولس بېکارېل ښخه هم لوړه وه.

په غريب شوي يورانيوم کې دراديو ايزوتوپوسليزې برخې په لاندې ډول ليکلای شو:

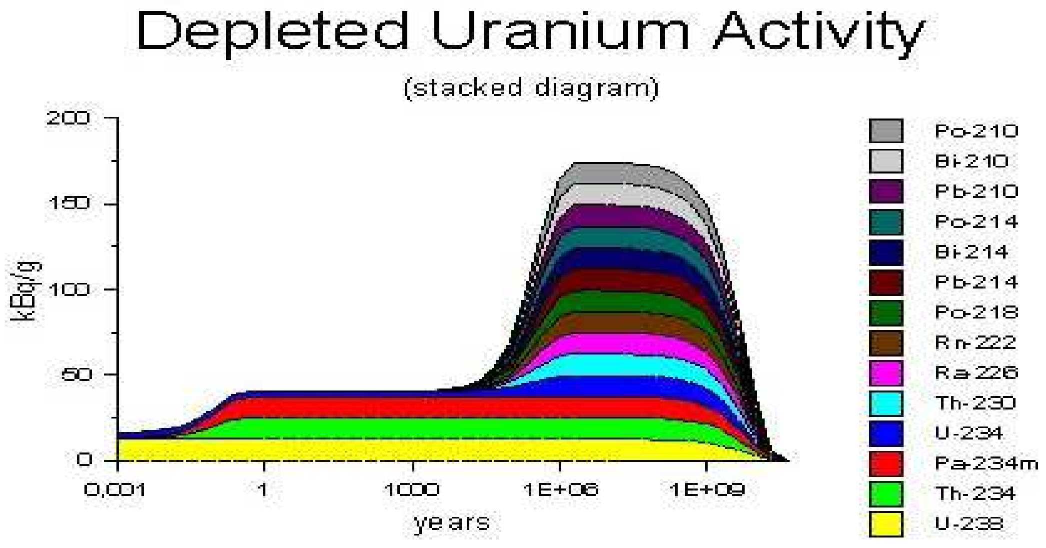
- ☑ ديورانيوم دوه سوه اته ديرش U-238 سليزه کچه مساوي ده له: 99,745%
- ☑ ديورانيم دوه سوه پينځه ديرش U-235 سليزه کچه مساوي ده له:0,25%
- ☑ ديورانيوم دوه سوه څلورديرش U-234 سليزه برخه مساوي ده له: 0,005%

دراديواکتيو عنصرنوم Radionuclid	نيمايي وخت $T_{1/2}$	مخصوصه اکتيويتي Bq/g	سليزه %	دوزضريب Sv/Bq	اغيزمن دوز Sv/g DU	په سل کي دوزبرخه
U-238	$4{,}468\times10^{9}$ کاله	$1{,}245\times10^{4}$	99,80	8×10^{-6}	$9{,}940\times10^{-2}$	83,74 %
Th-234	24 ورځي	-	-	$7{,}70\times10^{-9}$	$9{,}6\times10^{-5}$	0,08 %
U-235	$7{,}04\times10^{8}$ کاله	$8x10^{4}$	0,2	$8{,}5\times10^{-6}$	$1{,}4\times10^{-3}$	1,15 %
U-234	$2{,}45\times10^{5}$ کاله	$2{,}3\times10^{8}$	$8{,}2\times10^{-4}$	$9{,}4\times10^{-6}$	$1{,}8\times10^{-2}$	15 %
مجموعه			100 %		120 mSv	100 %

۲۸ - **جدول:** په يوه ګرام غريب شوي يورانيوم کي (1g Depleted Uranium =1g DU) داغيزمن دوزکچه يوسلوشل ملي سيورت ته رسيږي (H_{eff} = 120 mSv) . په داسي حال کي چي د عادي وګړو لپاره په يوه کال کي دنړيوال روغتيا سازمان له خوا داغيزمن دوز لوړه کچه يو ملي سيورت (1 mSv) ټاکل شوي ده.

دغريب شوي يورانيوم دتجزيي کړنلاره

په ٧٦- شکل کي د غريب شوي يورانيم دتجزيي کړنلاره د وخت په تابع سره ښودل شوي ده چي د يورانيوم وسلوپه جوړولو کي ورڅخه کار اخيستل کيږي.



٧٦- **شکل:** په عمودي محورکي ديوه ګرام غريب شوي يورانيوم اکتيويتي (Depleted uranium) په واحد د کيلو بيکارېل او په افقي محورکی د کالونو شمير ښودل شوئ دی. دلړ څه يوکال نه وروسته يورانيوم په توريم (Th-234) او پروټاکتينيم (Pa-234) تجزيه کيږي اودالفا وړانګو په څنګ کي د بيټا او ګاما وړانګي هم خپريږي. د يومليون کالونو دتيريدلو څخه وروسته دتجزيه شووعنصرونو

اکتیویټي یوسلو اتیا زره بیکارېل ته پورته ځي. دا په دی مانا چې په یوه ثانیه کې یوسلو پنځوس ذره الفا، بیتا او ګاما وړانګې خپریږي.(32)

☜ **یادونه:** په پورتني ګراف کې یو ملیون داسي لیکل شوي دي.
1E+06 = 1000 000

دنوموړي شکل څخه څرګند یږي چې دځومیاشتو څخه وروسته دغریب شوي یورانیوم (Depleted Uranium) ایزوټوپ په دوه نوروراډیو اکتیو عنصرونو لکه توریم (Thorium-234) اوپروتاکتینیم (Protactinium-234) باندي اوړی چې دبېټا هستوي وړانګې خپروي. دیوه کال څخه وروسته دغریب شوي یورانیم دواړو ایزوټوپو لکه U^{235} او U^{238} اوهمدارنګه د توریم اوپروتاکتینیم دیوه ګرام راډیو اکتیویټي تر پنځوس ذره بېکارېل پوری پورته ځي. دنوموړوعنصروراډیواکتیویټي ترلس زرو کالوپورې ثابت او په خپل حال پاتي کیږي. وروسته له لږڅه یوملیون کالو څخه ګڼ شمیرنور نوي راډیواکتیو عنصرونه منځ ته راځي چې اکتیویټي یې ددې مودې نه وروسته د یورانیم سره په تعادل حالت کې پاتي کیږي او دالفا، بیتا او ګاما وړانګې خپروي. دنوموړې مودې څخه وروسته دپیدا شوو راډیو اکتیو عنصرونواکتیویټي اعظمي قیمت ځانته غوره کوي اویه یوه ګرام کې لږ څه دوه سوه کیلو بېکارېل پورې(200 KBq/g) رسیږي. په دغه موده کې نوي راډیو اکتیو ایزوټوپونه لکه راډیم Ra، رادو Rn ، پولونیم Po، سرپ Pb، بیسموت Bi منځ ته راځي خو په اخیر کې په یوه ثابت عنصر سرپ دوه سوه لس Pb-206 باندي اوړي. دنوموړي شکل په شي اړخ کې دهغو راډیو اکتیو عنصرونو نومونه لیکل شوي دي چې د یورانیوم د تجزیې په کړنلاره کې منځ ته راځي.

دلږ څه یو ملیارد کالونو څخه وروسته غریب شوئ یورانیم نورنه تجزیه کیږي او په یوه ثابت یاني په وړانګو نه خپروونکي عنصرسرپ یاني پلوم بوم (Plumbum =Pb-206) باندې اوړي او له دې کبله دغریب شوي یورانیم د تجزیې په لړکې یوازې نوموړئ اخرنی عنصردی چې روغتیا ته کوم خطر نه لري. دپورتني تحلیل څخه دا پایله ترلاسه کیږي چې دروغتیا په تړاودغریب شوي یورانیم خطرپه اوسني وخت کې دومره نه بلکه په راتلونکي اوږده موده کې دیرزیا ت اټکل کیږي اوله دې کبله داند ېښنې وړدی.

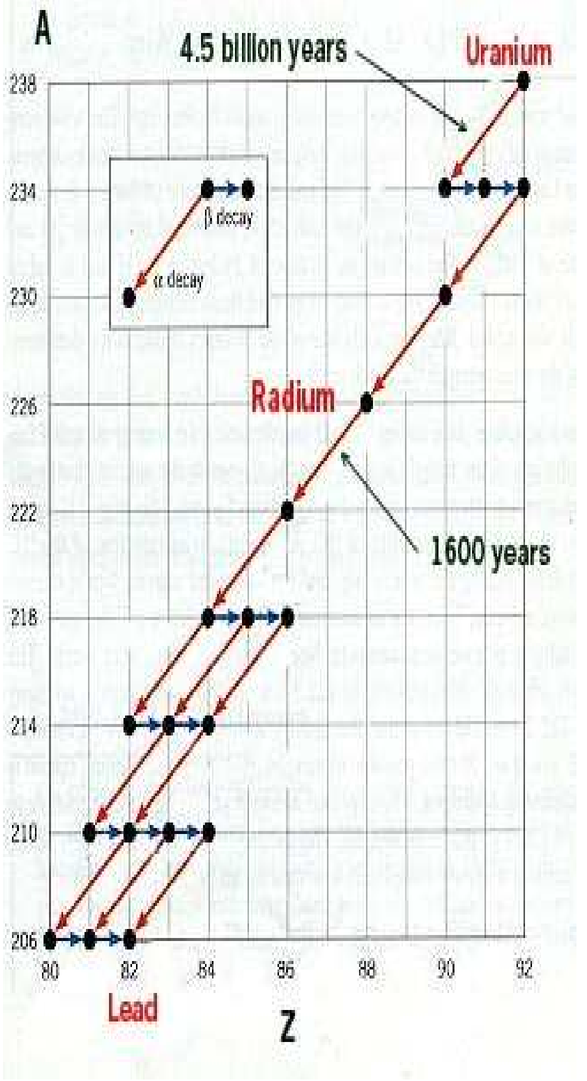
دالفا ذرې په خپریدلوسره دیورانیم دوه سوه اته دیرش کتلې شمیره A دڅلوروېه واحد او د پروتونوشمیره Z ددوه واحدو په کچه راټیټیږي. د بیلګه په ډول دراډیوم هسته یوه الفا ذره خپروي نو دکتلې شمیره یې ددوه سوه شپږویشت A = 226 څخه دوه سوه دوه ویشت A= 222 او دپروتونو شمیر یې د 88 =Z څخه 86 = Z ته رالویږي. دا په دې مانا چې په الفا تجزیه کې د پیدا شووهستوکتلې شمیره دګراف کیڼې خواته خوځیږي.

په ۳۰- **جدول** کې دیورانیوم دتجزیې په ترځ کې د پیل څخه تراخیره پورې د تولوپیدا شوو راډیواکتیو عنصرونونومونه، خپرېدونکي وړانګې او نیمای فزیکي عمر ښودل شوي دي.

ايزوتوپ	فزيکي نيمايي وخت	وړانګي	ديورانيم تجزيه

Uranium-238 Decay Series

Nuclide	Half-Life	Radiation *
U-238	$4.468 \cdot 10^9$ years	alpha
Th-234	24.1 days	beta
Pa-234m	1.17 minutes	beta
U-234	244,500 years	alpha
Th-230	77,000 years	alpha
Ra-226	1,600 years	alpha
Rn-222	3.8235 days	alpha
Po-218	3.05 minutes	alpha
Pb-214	26.8 minutes	beta
Bi-214	19.9 minutes	beta
Po-214	63.7 microseconds	alpha
Pb-210	22.26 years	beta
Bi-210	5.013 days	beta
Po-210	138.378 days	alpha
Pb-206	stable	-



۳۰- جدول: ديورانيوم دوه سوه اته ديرش ايزوتوپ دتجزيي په لړکي ګڼ شمير نور نوي راديواکتيو عنصرونه منځ ته راځي چي په زرګونو کالو نيمايي عمرلري او دالفا او بيتا وړانګي خپروي. په نوموړي تجزيه کي ديوه عنصرخخه بل عنصر جوړيږي اوپه اخير کي په يومستقريا ثابت عنصرسرپ دوه سوه شپږ Pb-206 باندي اوړي.

دجدول چپي خوانه بنی خواته عمودي ستنی عبارت دي له: دعنصرنوم Nuclide، فزيکي نيمايي عمر (Half-Life) او دوړانګوډول (Radiation) رابنيي

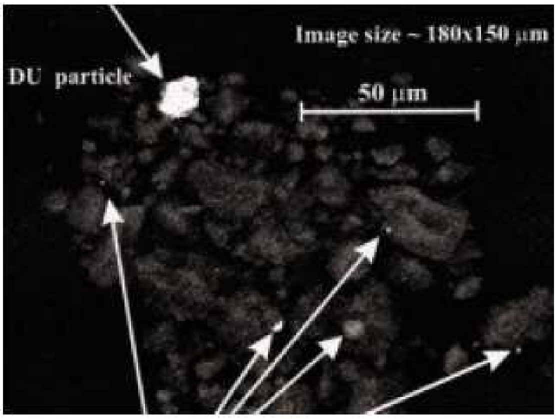
☜ دسلوزرو کالونوڅخه وروسته دغريب شوي يورانيوم دوه سوه ځلورديرش اکتيويتي اته ديرش او همدارنګه د توريم دوه سوه ديرش اکتيويتي د يورانيم سره برابر کيږي. او ددوه مليونو کالو څخه وروسته د ټول ايزوتوپونه راديو اکتيويتي سره برابر او يو اعظمي قيمت ځانته غوره کوي چي په مليياردونو کالونو پوری په همدی حال پاتي کيږي.

دغريب شوي يورانيوم كيمياوي خواص

كه چيرته دغريب شوي يورانيوم فلز په دومره كوچنيو ټوټووويشو چې د پودراويا اوړو بڼه ځانته غوره كړي نود تودوخي په نورمال درجې كې هم داوبو، هوا اواكسيجن سره يو كيمياوي مركب جوړوی او په خپل سر اوراخلي. كله چي د كاربون داي اكسايد او نايتروجن سره يو ځای شي نو سم دلاسه يوه غټه او زوروره كيمياوي چاو دنه منځ ته راولي. دنومړو خواصو له كبله دغريب شوي يورانيوم فلزڅخه په پوځي برخه كې په سرګوليو او د چاوديدونكو موادوو په موخه هم كاراخيستل كيږي.

دغريب شوي يورانيوم سرګولی

په ٧٧- شكل كې د يورانيوم ځوډوله سرګولۍ ښودل شوې دي چې د نړيوال اتومي انرژی سازمان له خوا په پخوانی يوګوسلاويا كې موندل شوي دي.

داكسريزفلورېسېنس ديديكتوراوالكترون ميكروسكوپ په مرستته سره د يورانيوم سرګولي كوچني زرې دوېكتورونوپه ځوكه ښودل شوېدي.غټوالی يې لږ څه يو سلو پنځوس مايكرومتر ته رسيږي.	په لاندې عكس كې ديورانيوم در ې ډوله سرګولې ښودل شوې دي. ↓
Images of DU particles (light areas) obtained by Scanning Electron Microscope equipped with an Energy Dispersive X Ray Fluorescence detector. Credit: P. Danesi/IAEA.  	DU ammunitions used during the Kosovo conflict. Credit: A. Bleise/IAEA.

٧٧- **شكل:** ديورانيوم سرګوليو څو ډولونه ښودل شوي دي چې د پخوانی يوګوسلاويا په جګړه كې كارول شوې او د نړيوال اتومي انرژی (IAEA) تر څيړنې لاندې نيول شوې دی.

دپام وړ: كله چې يو سوكه ياني حرارتي نيوترون ديورانيم دوه سوه پينځه ديرش(U-235) هستې ته ورننوځي ، نود يورانيم دوه سوه شپږ ديرش(U-236) په لوړه كچه هيجاني منځنۍ هسته منځ ته راځي، چې ددېر لنډ عمريانې لس په طاقت د منفي څوارلس ثانې (10^{-14}) څخه وروسته دالفا وړانګوپه خپرولوسره په كرپيټون (Kr-89)، باريم (Ba-144) اودوه نيوترونو تجزيه كيږي.

☜ تجربو ښودلې ده چې دیورانیوم سرګولي کله چې د الوتکې څخه و شړل شي اوپه نښه وه نه لګیږي نودهغوی ګڼ شمیر سرګولی د ځمکې پرمخ اویا د ځمکې لاندی او یا په کوږونو کې خښې پاتې کیږي. که چیرته د نوموړو سرګولیو سره کوچنیان تماس پیداکړي نوهغو ی ته د خطریوه ډکه سر چینه کیدلای شي. دا ځکه چې د تماس ډوز اندازه يې داتومي انرژۍ نړیوال سازمان (IAEA) له خوا دوه ملي سیورت په یوه ساعت (2mSv/h) کې اټکل شوئ دی(72). دا په دې مانا چې دنړیوال کمیسیون ICRU د سپار ښتنې سره سم دعام ولس لپاره دوړانګو کلنی لوړه کچه چې یو ملي سیورت په کال کې ټاکل شوئ ده د نیم ساعت څخه وروسته پوره کیږی

☜ نن ورځ د یورانیوم وسلو څخه دټانکونوپه جوړولو کې هم کاراخیستل کیږي. د بېلګه په ډول دټانکونو باندنې پوښ دیوی ساندویچ په شکل جوړوي. یانې دساندویچ دمنځ په برخه کې یورانیوم او باندنی دواړه برخې یې بل فلزتشکیلوي. د داسې ډول ټانکونو سره دبدن تما س د لویانو خوپه تیره بیا د کوچنیانو روغتیا ته ډیر ګواښ دی.

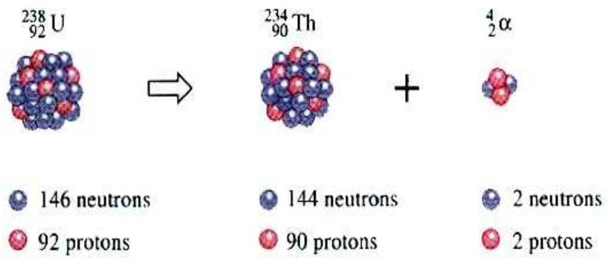
که فرض کړوچې دیوې سرګولی سرعت یو زرو پینځه سوه متره په ثانیه او وزن یې پینځه کیلو ګرام وي نود چاودنې انرژۍ یې د تی ان تي TNT په واحد په لاندې ډول لا س ته راځي.

$$\frac{1}{2} m.v^2 = \frac{1}{2} (5kg) (1500m/s)^2 = 5,6 \text{ MJ} = 1,4 \text{ kg TNT}$$

* **ځواب:** لږ څه یونیم کیلو ګرام تی ان تي او یا پینځه نیم میګا ژول.

دغریب شوي یورانیوم پوځي استعمال

څرنګه چې د غریب شوي یورانیم څخه کوم چې دهستوي بټۍ د فاضله موادو څخه تر لاسه کیږي د روغتیا په تړاوخطر لرونکي وړانګې لکه دالفا، بیتا او ګاما هستوي وړانګې خپریږي نو له دې کبله د ژوندانه په ورځنې عامو او صنعتي برخو کې کوم کټور کار نه شي اخیستل کیدای. خوددې لپاره چې د غریب شوي یورانیوم فلزڅخه یوه اقتصادي کټه تر لاسه شوې وي نو د 1991 م کال څخه را پدې خوا د نړۍ ګڼ شمیر هیوادونه دنوموړي خطر ناک فلزڅخه د یورانیوم وسلي په جوړولو کې کار اخلي. دبیلګې په ډول دغریب شوي یورانیوم څخه په پوځې برخه لکه په الوتکو، ټانکونو، سرګولیو(Warheads) اوتوغندیو BGM-105 Tomahawk-Cruise Missiles په جوړښت کې د یوه ډیر کلک اودرانده فلزپه صفت کاراخیستل کیږي. دیوه یورانیوم هستې تجزیه په لاندې ډول ده.



☜ غریب شوئ یورانیم د پوځي وسلو لپاره خورا مساعد دی چې د یوې خوا یی د او سپنې په پرتله بیه ډیره ټیټه ده او دبلې خوایي ځانګړې کثا فت داوسپنې په پرتله لږڅه درې ځله او دسرپو(Pb) په پرتله لږ څه دوه ځله لوړ دی. دهمد ي لوړ کثافت ګټه په دې کې ده چې د یورانیم سرګولې دهغوی د سرعت سره سم چې لږ څه یونیم کیلو متر په ثانیه (1,5 km/s) کې قیمت لري په ډیره اسا نی سره دپوځي الوتکو، ټانکونو او نورو هغوپوځي وسلو څخه چې د او سپنې او یانورو فلزاتوڅخه جوړې شوي وي تیریدلاې شي او هغوی بیخي د منځه وړي.

نن ورځ یوډول نوي بمونه هم شته دي چې د سمڅ بمونه یا سنګر بمونه ورته ویلاى شو (Bunker Bomber) چې دهغوی په سرګولی کې هم غریب شوي یورانیم ورګډ شوئ وي. کله چې نومړې سرګولې په یوه پوځي نښه لکه په پربنو، ډبرو، کانکریت کوررونو اونوروشیانوباندې ولګیږي نوپه هغوی کې تر لس ګونو متروپورې ژوره ننوتلاى شي. د یورانیوم وسلو یو بل ځانګړی خاصیت دادی چې کوم وخت دیورانیوم سرګولی په نښه ولګیږي نوهلته دومره زیاته تودوخې منځ ته راوړي چې تودوخې یی تر درې زرو درجودسانتي ګراد پورې (3000 C°) پورته ځي او بیا د لاړې په اخري برخه کې چوي. د یورانیوم په سرګولی کې یوکمپیوټري سیستم نښلول شوې وی چې په هر ه مایکروثا نیه یاني دیوې ثانیې په یوملیونمه برخه کې د ځمکې لاندې د طې شوي لارې موادو کثافت کچه مرکزي کمپیوټرته د الکترومقناطیسي څپو په مرسته خبرورکوي. څرنګه چې د ډبرې کثافت، د خاورې کثافت او د هوا کثافت د یوه بل سره تو پیر لري نو د مرکزي کمپیوټر له لارې یاني ریموټ کنټرول په مرسته سره سرې کولاى شي چې داسې یو کمپیوټري پروګرام مخ تر مخه وټاکي چې د یورانیوم سرګولې کله اوپه ځمکه کې څومره ژوره وچوي. د بېلګه په ډول که چیرته د یوه غره په منځ کې یوه سمڅه او یا په ځګړو کې د خلکود خوندي ساتلو لپاره تر ځمکي لا ندې یو غار کیندل شوئ وي نو هلته خوخا مخا هوا موجوده ده نو د سنګر بم په استعمال سره د همغه غارد هوا کثافت دکمپیوټر په مرسته اندازه کیږي او په همغه ژورولي کې بیا بم چوي. دنومړو وسلو بل خاصیت دادی چې دچاودنې سره سم دهمغه چاپیریال ټول اکسیجن اوراخلي او د تنفس کولو لپاره هیڅ اکسیجن نه پاتې کیږي.

دپوځي وسلو پیژندونکی انګریز مسلکي کارپوه ډاى ویلیامز (Dai Williams) په ګوته کوي چې په افغانستان کې کارول شوي سرګولی لکه (GBU-28) یونیم ټن غریب شوئ یورانیم لري. دیوی غټې سرګولي لکه Big BLU لږ څه لس ټنه وزن لري. نوموړئ کارپوه په افغانستان کې د غریب شوي یورانیوم کچه لږ څه یوزر ټنه اټکل کوي(2).

دچاپیریال ککړتیا (Environment contamination)

څرنګه چې دیورانیوم وسلوڅخه ایونایز کوونکي وړانګې لکه الفا، بیتا او ګاما وړانګې خپریږي نوله دې کبله دچاپیریال ټولواوسیدونکو، نباتاتو، ځنګلونو اوحیواناتو ته په تیره بیا په راتلونکو څوکالونو کې دخطر یوه غټه سرچینه ګرزیدلاى شي. داځکه چې دانسانانو ، نباتاتو اوخاروبو حجرې دیورانیوم وسلو کیمیاوي اووړانګیزو زهرجنوناوړواغیزوله کبله دتل لپاره زیانمنې کیږي.

په هغه سیمه کې چې د یورا نیم وسله وکارول شي او سرګولې یې په نښه (Target) ولګیږي نوسمد لا سه یې د چاودنې انرژي په حرا رتي انرژی بد لیږي. دیورتني بېلګه سره سم دنومړې انرژي کچه لږڅه یونیم کیلو ګرام ټي این ټي TNT قیمت لري. په دې ترڅ کې دومره ډیرتودوخې منځ ته راځي

چې درجه یې دځو زرو سانتي ګراد څخه هم اوړي او په پایله کې د اور یوه لمبه او را دیو اکتیوغاز

ورڅخه پورته کيږي. دغه غاز يا ايروزول (Aerosol) چي ديورانيوم اکسايد (UO2) نه حل کيدونکي کوچنۍ زرې او بڅرکي پکي دي د يو ما يکرو متره ياني ديوه متر يوپه يوملیونمه برخه او يا په بل عبارت د يوه سر وينته په کچه پنډوالى لري او په آسانى سره دتنفس له لارى بدن ته ننوتلاى شي چي په پايله کي داوسيدونکوپه روغتيا او همدارنګه په چاپيريال باندې ناوړه اغيزې لري. په نوموړي کړنلاره کي دغه را ديو اکتيوغازد باد په مر سته سره هرې خوا ته خپر يږي او په اخير کي د چاپر يال تول ژوندي اونه ژوند ي شيان لکه نباتات، ځاروي، انسانان، اتموسفير او د ځمکي مخ په راد يو اکتيو موادو ککړ کيږي. که چيرته انسانان، حيوانات، خزنده , نباتات او دچا پريال نور هر اړخيز ژوند سوري د يورا نيم وسلو راديواکتيو مواد تنفس کړي او يا د اوبو او خوراک له لارې د هغوی جسم ته ور ننوځي نود ډيرو پوهانو په نظرد يورانيوم وسله دچاپيريال هر اړخيزو نوموړوژونديو شيانو لپاره به په راتلونکوځوکالونو کي د خطر يوه غټه سرچينه وګرځي . په پايله کي ددې احتمال هم شته دی چي په اوږده موده کي د چاپيريال په طبيعي اقليم اواوبو هواکي هم داسی بدلون راشي چي ځنګلونه، د ځاروي ځايونه او نبا تات او بوټي به د منځه ولاړ شي. داځکه چي د يورانيم وسلودراديواکتيو موادوفزيکي نيمايي عمرخلورنيم مليارده کالو ته رسيږي. نيمايی عمرهغه وخت ته وايي چي په هغه کي دټاکلي پخواني وخت راديواکتيو عنصرانداز‌ه نيمايي کچي ته را ولويږي. که چيرته ديورانيوم کوچنۍ زرې تنفس شي نو ترډيروکالونوپورې په بدن کي پاتي کيداى شي.

- د بيلګه په ډول په سږی کی ديورانيوم بيالوژيکي نيماي عمردوه کاله نه تر شپاړس کالونوپوری رسيږي. دايه دي مانا چي وروسته له شپاړسو کالونوڅخه ديورانيوم نيمايي برخه د بدن څخه وځي اونيمايي برخه يي په بدن کي پاتي کيږي.

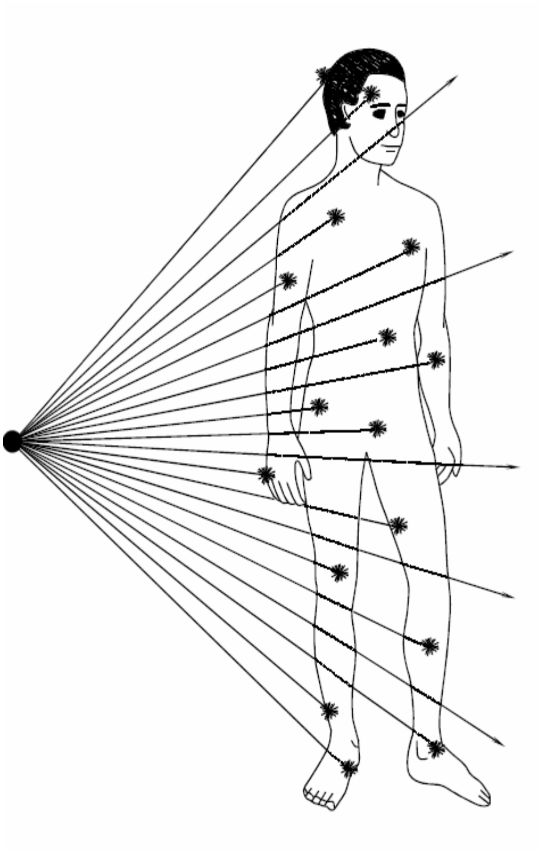
- دغريب شوي يورانيوم فزيکي نيمايي وخت ځلورنيم مليارده کاله دی. دا په دې مانا چي د نوموړي وخت څخه وروسته بيا هم دلومړي وخت په پرتله نيمايي اکتيويتي پاتي دی او له دې کبله هغه سيمي چي ديورانيوم وسلي پکي خوري ورې شوي او په راديو اکتيف مواد ککړي شوي وي تر زرګونو کالونو پوری هم په نوموړۍ عنصر ککړي پاتي کيږي او د روغتيا لپاره دخطريوه سرچينه ګرځيدلای شي.

بهر نۍ وړانګي (External Radiation)

بهرنۍ وړانګي هغو وړانګوته ويل کيږی چي د يوې راديو اکتيو سرچيني څخه د بهر نه د يو چا په بدن ولګيږي او هلته خپله انرژي د لاسه ورکړي. دبيلګه په ډول کله چي ديورانيم يوه سرګولۍ په نښه ولګيږي نودچاودني په پايله کي د يورانيوم فلزکوچنۍ زرې هرې خوا ته خپريږي اويوه برخه يي دځمکي پرمخ پريوځي او بله برخه يي درادیواکتيوګرد په شکل د باد اوهواد فشار په واسطه هرې خواته خوځيږي. ديورانيوم نوموړي شيندل شوي راديو اکتيو مواد د ګاما ، الفا او بيتا وړانګي خپروي چي دچا پيريال لپاره د خطر سرچينه ګرزيدلای شي.

لومړی: دګاما وړانګي

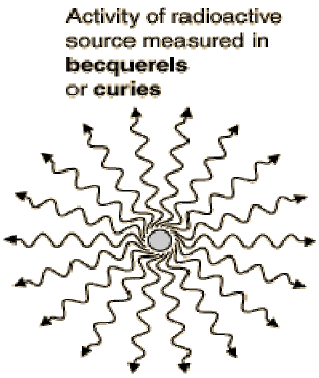
په ۷۹- شکل کي د يوې بهرنۍ راديو اکتيوسرچيني ګاما وړانګي ښودل شوئ دي. دنوموړي سر چيني څخه دګاماوړانګي خپريږي اوبيا د يوچا په ټول بدن باندې لګيږي. دغه ډول وړانګو ته بهرني وړانګي ويل کيږی دا ځکه چي د ليرې واټن څخه هم انسانا نو، څلور پښيو او نباتاتو ته رسيدلاې شي او له دې کبله دخطر سر چينه ګرځېدلاې شي.



دګاماوړانګو سرچينه

Gamma Source radiation

ديوې راديو اکتيوسرچينې اکتيويتي په واحد د کيوري يا بېکاريل



۷۹- شکل: کله چې چاپېريال ديورانيوم په راديواکتيو موادو ککړشي نوددغې سرچينې څخه يوازې د ګاما وړانګې کولای شي چې داوسيدونکووګړوته زيان ورسوي اوپه ټول بدن باندې ولګيږي.

که چيرته دځمکې مخ په راديو اکتيوموادوککړ وي نومعادل ډوز H په واحد دملي سيورټ په ثانيه د لاندې معادلې څخه تر لاسه کولای شو.

(Bq/m^2) دځمکې ککړه سطحه × (mSv m^2) دډوز ضريب = معادل ډوز

H (mSv s^{-1}) = Dose faktor (mSv m^2) × Surface activity (Bq /m^2)

په پورتنۍ معادله کې دډوز ضريب ديوه مترمربع ځمکې سطحې څخه دوړانګو انرژي ډوز په واحد ملي سيورټ mSv مانا ورکوي. نوموړئ قيمت د نړيوال سازمان ICRP د خپرونوڅخه اخيستل شوی دی او دهر يوه ايزوتوپ لپاره ځانګړی قيمت لري. د بيلګې په ډول د سيزيم ايزوتوپ لپاره نوموړئ ضريب mSv m^2 0,39×10^{-12} قيمت لري.

* **پوښتنه**: په ۱۹۸٦ م کال کې دچرنوبیل هستوي پیښه منځ ته راغله اودالمان په جنوبي سیمه کې دځمکي په یو مترمربع سطحه باندې د سیزیم رادیو اکتیوایزوټوپ درى زره بېکاریل اکتیویتي اندازه شوه. دمعادل دوزکچه په یوه مترارتفاع کې څومره ده؟ یادونه: (1Bq = 1/s)

* **حل**:

$$3000\ Bq/m^2 \times 0{,}39\times10^{-12}\ mSv\ m^2 = 117\times10^{-9}\ mSv/s = 0{,}04\ mSv/a$$

* **ځواب**: په یوه کال annual = a کې دیوه متر مربع ځمکې څخه څلوېښت مایکرو سیورت ګاماوړانګي خپرېږي. دنوموړي بېلګه څخه ښکاري چې د بدن لپا ره د بهرنیووړانګو خطرکچه د پام ورنه ده.

دویم: دالفا او بیټا وړانګي

څرنګه چې په هواکې دالفا وړانګو اود بیټا وړانګود خپریدلو واټن Range د څو سانتي مترو څخه نه اوړي نو له دې کبله دیورانیوم نوموړو وړانګوخطر دلیري واټن او د بهر څخه خورا لږ اټکل کیږي. خو که چیرته د یورانیم سرګولۍ کوچنۍ زرې په پوستکي کې خښې پاتې شي اویا د یوه پرهار یاني دبدن ټپي شوې برخې، تنفس اوخوراک دلار ې بدن ته ننوځي نودالفا او بیټا و ړانګو خطر دګاما وړانګو په پرتله څو ځله ډیردى.

دځمکې د سطحی څخه کیدلای شي چې د یورانیم کوچنۍ زرې د ځمکې لاندې ژورو اوبو لکه څاه، کاریز، ویاله ، سرچینه اونورو ته لاره پیداکړي نوبیا ددې امکان شته دى چې د څلور پښیواو نباتاتو څخه جذب شي او بیا بیرته د خوراک او څښاک دلارې دخلکو بدن ته ورننوځي.

☜ لکه څرنګه چې د لویا نو لپاره د یورانیوم وسله د خطر یوه سرچینه ګڼل کیږي همدارنګه کوچنیان هم دنوموړي عنصر د خطر سره مخامخ دي ، چې د هواء، خوراک او داوبوڅښلو له لارې دهغوى بدن ته ننوځي. په څلورپښیوکي تجربو ادا سپینه کړې ده، چې کوچنې څلورپښي د غټو څلورپښیو په پرتله، په وینه کې په لوړه کچه یورانیوم جذب کیږي. همدارنګه تجربو وښودله، چې په دوه ځانو څلورپښیو کې (0,03%) درى په زرو کې نطفي ته یورانیوم وررسیدلى وه، کله چې دغه څلور پښیو ته په لوړه کچه یورانیوم پیچکاري شوي وه. همدارنګه هغه کوچني څلورپښي، چې د مور شدې یې راودلي اود میندو څلورپښیو ته یورانیم پیچکاري شوي وو، په او لادو کې هم یورانیوم پیدا شو. په داسې حال کې چې په نارینه څلورپښیوکی د سپرم (Sperm) شمیررا ښکته بنو.

دهستوي وړانګوځانګړي فزیکي خواص			
دوړانګوډول Radiation	په هوا کې دخپریدوواټن Range in air	سرعت km/sec	مخصوصه ایونایزیشن Ion pairs/cm
الفاذره	5-7 cm	3000-32000	20000- 50000
بیټاذره	200-800 cm	25-99% دنورسرعت	50-500
ګاما وړانګي	دنیما یې پندوالي کاړول	300000 دنورسرعت	5-8

دپام وړ:

هرخومره چي په يوه هسته کي دنيوترونواوپروتونوحاصل تقسيم ياني تناسب لړوي په همغه کچه دغه هسته راديواکتيوخاصيت لري او د ا لفا يوه ذره خپروي . دبيلګي په ډول په پولونيم دوه سوه لس کي Polonium-210 ، مخکي له تجزيي څخه يوسلوشپږويشت نيوترونه اوخلوراتيا پروتونه لري. نوموړئ تناسب مساوي دئ له: 1,50 = 126/84 خوکله چي دالفا يوه ذره خپره کړي ياني تجزيه شي نو ديوترونواوپروتونو تناسب يي مساوي دئ له: 1,51 = 124/82 دا په دي مانا چي وروستئ تناسب دپخواپه پرتله لوړدئ اوهسته دپخوا په پرتله دانرژي يوه ثابت حالت غوره کړ.

پوښتني (Questions):

١٠-١ غريب شوئ يورانيم څه ډول تعريف شوئ دئ؟

١٠-٢ د خليج سيندروم ناروغی Gulfsyndrom څه ډول کلينيکي نښي لري؟

١٠-٣ د غريب شوي يورانيم فزيکي اوبيالوژيکي نيما يي عمر څومره دئ؟

١٠- ٤ دغريب شوي يورانيم پوځي استعمال او هم ملکي ياني غير نظامي استعمال وښيي؟

١٠-٥ په چاپيريال کي دغريب شوي يورانيوم کوچنئ ذرې دکومو لارو څخه بدن ته ننوتلای شي؟

١٠- ٦ د طبيعي يورانيوم اود غريب شوي يورانيم ترمنځ توپير څه دئ؟

١٠-٧ دغريب شوي يورانيوم څخه په لوړه کچه کومې وړانګي خپريږي اوانرژي يي څومره ده؟

شپږمه برخه

یوولسم څپرکی

په روغتيا باندې د وړانګو ناوړه اغيزې

(Health hazards of radiation effects)

سريزه:

د هغې مودې نه چې انسان د ځمکې پر مخ پيداشوی دی او دنړی په هرګوټ کې که ژوند هم کوي دطبيعي وړانګو دخطر سره مخامخ دی. د طبيعي وړانګويوه غټه سرچينه پخپله لمرتشکيلوي. د بېلګه په ډول د لمر په ننه کې دهيليم او هايدروجن هستې سره ويلې کيږي (Fusion) اودهغوی د هستوي تعاملاتوپه پايله کې ځمکې ته الکترومقناطيسي وړانګې لکه لمر، د تودوخې وړانګې اوهستوي ذرې لکه پروتونه، نيوترونه او ميونونه خپريږي.

داسی اټکل کيږي چې د لمر په ننه کې هره ثانيه شپږ سوه مليونه ټنه (600 mill tons) هايدروجن هستې سره ويلې کيږي او پينځه سوه پينځه نوي مليونه ټنه (595 mill tons) هليم هستې ورځخه جوړيږي. دلته دا پوښتنه راپورته کيږي چې د هايدروجن دا پينځه مليونه (5 mill tons) هستې څه شوې؟ دالبرت اينشتاين (Albert Einstein) د فرمول له مخې د لمرپه منځ کې دغه پينځه مليونه ها يدروجن کتلې کمښت په انرژي بدليږي اود الکترومقناطيسي وړانګولکه د لمر وړانګو ، دنيوترون زرو اونورو هر اړخيز کوچنيو زرروپه بڼه هری خواته خپريږي.

که څه هم د لمروړانګې د ځمکې پرمخ ټولوژوو ته دژوند ي پاتې کيدلوبنسټ تشکيلوي خو بيا هم نوموړې وړانګې او همدارنګه د فضا څخه کازميکي وړانګې که په ډيره کمه کچه هم دي خوبيا هم د انسانانود روغتيا په تراوداندېښنې وړدي.

د 1896 م کال څخه را پدې خوا ساينس پوهانو ته څرګنده شوې ده چې که د ايونايز کوونکو وړانګو سره سم چلن وه نه شي نو د راديو اکتيو موادو هستوي وړانګې څومره چې دناروغيو په درملنه کې ګټوررول لوبوي نوپه همغه کچه د ګټې په څنګ کې روغتيا ته هم د خطريوه ستره سرچينه کيدلای

شي. دبېلګه په ډول کله چې په 1896 م کال کې دراديوم Radium راديو اکتيو عنصر د پولينډي هيواد يوې فزيک پوهې ميرمنې ماري کيوري (Marie Curie) څخه په فرانسه کې دځيرنو په ترځ کې را برسيره(کشف) شونودنومورې کارپوهې يوبل نامتو فزيک پوه هېنري بېکاريل (Henri Becquerel) دميرمن کيوري څخه هيله وکړه چې دراديوم يوه کوچنۍ نمونه يا سمپل چې د پېښبلبلنډې (Pechblende) په کريسال کې د مرکب په شکل موجوده وه دتجربو په موخه هغه ته امانت ورکړي. کله چې فروفيسر بېکاريل دراديوم يوه کوچنۍ نمونه د واسکټ په جيب کې کېښودله نو وروسته له شپږو ساعتونو څخه دنومورې کارپوه د بدن پوستکې ديورانيوم راديو اکتيو وړانګود بيالوژيکي ناوړې اغيزې له کبله وسوځيده او په خوژيدلويې پيل وکړ. ښاغلي بېکارېل سمدلاسه ديورانيوم نمونه بيرته ميرمن کيوري ته وسپارله اوورته وه يې ويل:

☜ دستاسو د ښه نيت څخه ډيره مننه خوهغه څه چې راديوم Radium عنصر پرما باندې وکړه خواه مې ورڅخه ډيره بده شوه. او اوس تا سوته دغه امانت بيرته سپارم.

کله چې په 1895 م کال کې د اکسريز د جرمني فزيک پوه رونتګن له خوا کشف شوې نو شپږ مياشتې وروسته د ناروغيوپه پيژندنه کې ورڅخه ګټه اخېستل پيل شوه. خو په 1900 م کال کې د جراحي او راديولوژي ګڼ شمير ډاکتران چې داکسريزد استعمال سره يې پوره پام اوسم چلن نه وو کړې دوړانګو په ناروغۍ اخته او يا ټپي شول.

د نونسمي پيړۍ په لومړيو دوه لسيزو کې ديورانيوم فلز څخه دډيرو شيانود ښايسته ښکارېدلو په موخه لکه هينداره، چينايي لوښي، دغاړې ګانه، قاشق، پنجې اونورو شيانو په جوړولو کې ديوې رنګيز مادې په صفت کار اخيستل کيده. هممدارنګه دچلم څکولو هغه برخه چې په خوله کې نيول کيږې دښايست په موخه د يورانيوم فلز څخه جوړه وه. د څو کالونو څخه وروسته دا څرګنده شوه چې هغو کارګرو چې په فابريکو کې يې کارکولاود يورانيوم فلز سره دنومړو شيانو په توليد کې برخه درلوده د لږ څه د يارلسو کالونو څخه وروسته د هډوکو سرطان (Bonesarkome) په ناروغۍ اخته شول. دا ځکه چې دراديم راديو اکتيو مواد دبدن نورو غړو په پرتله په هډوکو کې زيات جذب کيږي.

نن ورځ په دې کې هيڅ شک نه شته، چې دراديو اکتيو موادو وړانګې که په ډيره کمه کچه هم وي، د سرطان ناروغۍ دراپارولو (Induction) سبب(لامل) ګر زيدلاې شي.

د يورانيوم کيمياوي او راد يولوژيکي زهرجنې اغيزې

ديورانيوم وسلې راديو اکتيو ايزوټوپونه د روغتيا لپاره دوه مهم او دپادونې وړ خطرونه لري چې دهر ډول ناروغيود منځ ته راتلو سبب(لامل) کيداې شي. نومورې خطرونه عبارت دي له:

☑ کيمياوي زهرجنې اغيزې (chemical toxicity)

☑ LD_{50} هغه اندازه کيمياوي زهرجن موادواويا دوړانګو انرژي دوز ته ويل کيږي چې ازمويل شووکسانو څخه نيمايي مړه کوي. دنومورې کميت واحد يوملي ګرام زهرجن مواد دبدن په يوه کيلوګرام کتله باندې تاکل شويدى.

☑ راد يولوژيکي ياني دوړانګو زهرجنې اغيزې (radiological toxicity)

د یورانیوم کیمیاوي او رادیولوژیکي زهرجني اغیزې	
کیمیاوي زهرجني اغیزې (chemical toxicity)	رادیولوژیکي ز هرجني اغیزی (radiological toxicity)
دبدن ځینو غړو دندي نیمګړي کیږي دبیلګه په دول پښتورګی یورانیوم دیر زیات جذب کوي چي د التهاب سبب(لامل) ګرځي. Nephritis	د حجرو په کروموزومو کې یورانیوم جذب کیږی او هلته په جنینو کې بدلون راولي چې د سرطان ناروغی احتمال ورسره زیا تیږي

لومړی: کیمیاوي زهرجني اغیزې (Chemical toxicity)

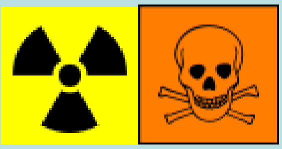
دیورانیوم هستوي وړانګي دبدن په حجرو کې سوماتیک او جنتیک ناوړه اغیزې تر سره کوي. نو کله چي دیورانیوم کثافت اندازه د تاکلي کچې څخه دبدن په غړوکي پورته لاړه شي په تیره بیا لکه په پښتورګو کي نو دغه غړي خپله دنده په سمه او صحیح توګه نه شي تر سره کولای اود همغه غړي دالتهاب سبب(لامل) ګرځي. یورانیوم لکه سیماب (Hg) ، ارزین (Arsen) ، سرب (Pb) او نیکل (Ni) یوډیر زهرجن فلز دی چي د بدن ډیر وغړو دندې په تیره بیا د پښتورګو کارکول نیمګړی کوي. دنړیوال روغتیا سازمان (WHO) د سپار بنتني سره سم دعامد ولس لپاره په یوه ګرام پښتورګوکي د یورانیوم غلظت (Concentration) اندازه د درېو ما یکروګرام (3µ g) څخه وا نه وړي. دیورانیوم ډاي اکساید ایون (UO_2^+) یو ډیرپیاوړی رادیکال دی چي د بیا لوژیکي مالیکولو او غړو په نسجونوکي دبیکاربونات (Bicarbonate) ، سیترات (Citrate) اوپروتینونوسره زهرجن کیمیاوي کمپلکس (Complexes) مرکبونه جوړوي.

- که چیرته پینځه ملي ګرام نه حل کیدونکی یورانیوم (UO_2) تنفس شي نو پایله یې دومره خطرناکه ده چي سړی د مرګ سره مخا مخ کوي او یا داچي پښتورګي د تل لپاره د کار کولو څخه وباسي.

دویم: رادیولوژیکي زهرجني اغیزې (Radiological toxicity)

دروغتیا په تړاو دیورانیوم رادیواکتیو موادو دویمه ناوړه اغیزه دایونایز کونکو وړانګوهغه زیان دی چې دبدن په حجروکي دموتیشن سبب(لامل) ګرزي. کله چې دیورانیوم هستوي وړانګي د بدن په حجرو ولګیږي نو په هسته کي یې د کروموزوموپه جوړښت کي بدلون را ولي چې دغه ډول اغیزې ته موتیشن(Mutation) ویل کیږي اوپه نتیجه کي دسرطان ناروغي لکه دویني سرطان منځ ته راوستلا ی شي. په هغه سیمه کي چي دیورانیوم سرګولی ولګیږي نو سمدلا سه په دغه چاپېر یال کي دایونایز کونکو وړانګو معادل دوز لس ملي سیورت (10 mSv) چي د طبیعي وړانګو څخه لړ څه پینځه ځله لوړقیمت لري رامنځ ته کیدای شي (33). دنوموړو زهرجنو اغیزو بر سیره، په بدن کي د یورانیوم شته والی، ددې سبب(لامل) ګرځي، چي د بدن ددفاع بنستیز سیستم (Immune System) کمزوری کړي اوله امله انسان د بیلا بیلو سختوناروغیوسره لاس او ګریوا ن کیږي.

دروغتیا په تړاو د یورانیم زهرجن ډولونه



یورانیم دالفا وړانګې خپروي اونوموړې وړانګې دحجرې په ډي اين اي DNA کې بدلون (Mutation) راوستلای شي. په پايله کې د سرطان ناروغي منځ ته راتلای شي.

یورانیم ډير سخت کیمیاوي زهرجن رادیواکتیومواددي چې د بدن مهمو غړوندي په تيره بيا لکه پښتورګې په ټپه دروي او يا دالتهاب سبب(لامل) ګرځي.

که په پوره اندازه یورانیوم دتنفس له لارې او یا د خوراک له لارې بدن ته ورننوځي، نو دروغتيا په تړاو دنوموړي عنصر کیمیاوی اورادیولوژیکي زيان احتمال ډير لوړ اټکل کيږي. داځکه چې ديورانيوم فلز دنورو دردناوو زهرجنو فلزاتو لکه کادميم cadmium او سیماب mercury په ډول سخت کيمياوي زهرجن ايونونه اوازاد راديکال لري. د يورانيوم فلز ايونونه دومره کيمياوي زهرجن مواد دي، چې د پښتورګو دنده د فعاليت ځخه و باسي اويا دهغوی دالتهاب سبب(لامل) ګرځي. دا په دې مانا چې بدن ته ديورانيوم وسلو زيان په لومړي درجه د کيمياوي ذهر نه پيل کيږي او بيا په دويمه درجه ديورانيوم وړانګو زيان دبدن نورو غړوته دانديښنې وړدی. ديورانيوم وسلو دوړانګو زرر د کيمياوي زرر په پر تله ډيرکالونه وروسته پيل کيږي او د سرطان ناروغی احتمال يي د هغې سيمې اوسيدونکوته په راتلونکي وخت کې د انديښنې وړ دی.

- په دې اړوند بايد وويل شی چې که يو چا ته ديورانيوم وړانګي ورسيږي نو دوړانګو زررلکه دسرطان ناروغی سمدلاسه منځ ته نه راځي، بلکه په کالونو اوکالنو وروسته ترا برسيره کيږي. په داسي حال کې چې ديورانيم کيمياوي زرر سمدلاسه پيل کيږي

دوړانګو لوړ ليمېټ چې د روغتيا په تړاو دا نديښنې وړ نه دی د وړانګو ځخه د ساتنې نړيوال کميسيون(International Commission on Radiological Protection = ICRP) له خوا ټاکل شوی دی. دنوموړي سازمان لخوا دوړانګو اعظمي انرژ ي دوز ليمېټ دعام ولس لپاره په يوه کال کې يو ملي سيورت **1 mSv** او دهغو خلکو لپاره چې په مسلکي توګه درادیو اکتيو موادو سره بوخت او سروکارو لري شل ملي سيورت 20 mSv ټاکل شوئ دی.

- دنړیوال روغتیا سازما ن له خواداسي اټکل کیږي چې که شل زرو کسانو ته یو ملي سیورت وړانګي په یوه کال کي ورسیږي، نو هغه اضافګی خطر چې د یو ملي سیورت وړانګو سره تړ اولري او د سرطان ناروغی منځ تا راوستلاي شي، نو د شل زرو کسانو څخه به یو تن مړشي. په داسي حال کي چې په طبیعي توګه سره دعام ولس د پنځو تنو څخه که څه هم هغوی ته وړانګي ورر سیدلي نه وي د نا څرګنده علت په اساس د سرطان ناروغی څخه یوتن مړ کیږي.

دوړانګو نه دځان ساتني نړیوال کمیسیون ICRP له خواد یو بیو کینټیک موډل په مرسته سره یوه ریاضي شمیرنه دغریب شوي یورانیوم (DU) لپاره تر سره شوې، چې په لاندنی جدول کی ښودل شوئ ده. نوموړئ جدول موږ ته جوته وي چې په کومه اندازه یورانیوم بدن ته دتنفس او خوراک له لارې د اجازي وړ دی، تر څو د نوموړي عنصر کیمیاوي زیان لیمټ دیوی خوا او د رادیولوژیکی زیان لیمیټ دبلي خوا تر پېنو لاندې نه شي. دروغتیا نړیوال سازمان WHO په خوراکي موادوکي دیورانیوم کچه په لاندې ډول سپارښتنه کوي.

- دیورانیوم کیمیاوي زیان لوړ لیمیټ کچه 3µg/g دری مایکرو ګرام یورانیم په یوګرام پښتورګوکي ټاکل شوئ دی.
- کله چې ټول بدن په متجانس ډول په وړانګو رنا شي نو دیورانیوم وړانګو اغیزمن انرژي ډوزپه یوه کال کي د یو ملي سیورت (1 mSv) څخه وانه وړي.
- دیورانیوم کثافت د بدن په هر کیلو ګرام وزن اویوه ورځ کي دصفرعشار یه پینځه مایکروګرام (0,5 µg) څخه وا نه وړي
- دتنفس په یوه متر مکعب هوا کي د یورانیوم کثافت د یو مایکرو ګرام یاني د ګرام یو په ملیونمي برخي څخه وا نه وړي ($1\ \mu g/m^3$)
- کوچنیانو ته د څښاک داسي اوبه ورکړ شي چې یورانیوم پکي هیڅ نه وي او دلویانو لپاره دڅښاک په یو لیتراوبوکي دیورانیوم لوړلیمیټ د یوه مایکروګرام دوه په لسمه برخه 0,2 µg/liter ټاکل شوئ دی
- په ټول بدن کي د یورانیوم کچه پینځه په لس مایکروګرام په یوه کیلوګرام نسجونو0,5µg/Kg کي او یا په بل عبارت دیرش مایکرو ګرام په ورځ کي30 µg/day وانه وړي

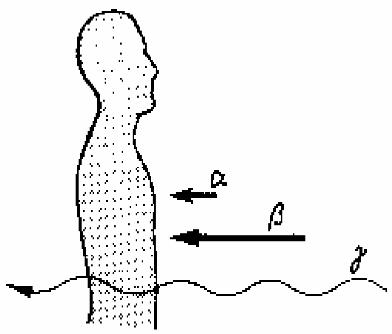
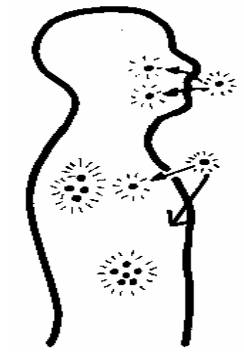
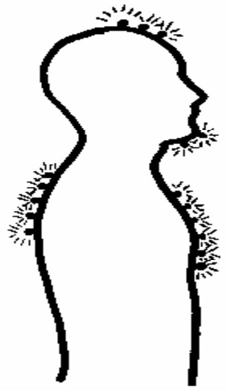
په طبیعت کي د ځواکونو(قواو) پیژندل شوي ډولونه		
	نسبي زوروړتوتیا	دغبرګون ساحي ډول
دځمکي جاذبه قوه Gravitational force	10^{-39}	ګراویټون Graviton
کمزوری قوه Weak force	10^{-7}	بوزون Boson
الکترومقناطیسي قوه Electrom. force	10^{-2}	فوټون Photon
زوروره قوه Stronge force	1	ګلوون Gluon

Route of intake بدن ته ديورانيم د ننوتلو لار	بدن ته ديورانيوم هغه اندازه ليميټ چې غلظت يي د پښتورګي په يوه ګرام نسجونو کي درى مايکرو ګرام ته ورسيږي 3µg/mg		بدن ته ديورانيوم هغه اندازه ليميټ چې يو ملي سيورت وړانګي منځ ته راولي 1 mSv	
	کتله (mg)	Activity (Bq) اکتيويتي په بېکاريل	کتله (mg)	Activity (Bq) اکتيويتي په بېکاريل
Inhalation دحل وړ يورانيوم لکه UO_3 ګردونه يا ايرزول تنفس کول	230	3400	32	480
Inhalation د نه حل کيدونکي يورانيم لکه UO_2. ګردونو تنفس کول	7400	110000	11	160
Ingstion د حل کيدونکي يورانيوم اندازه چې دخوراک له لارې بدن ته ننوځي	400	5900	1500	22000
Ingestion د نه حل کيدونکي يورانيوم اندازه چې دخوراک له لارې بدن ته ننوځي	4000	59000	8800	130000

۳۱- جدول: دوړانګو نه دځان ساتنې نړيوال کميسيون ICRP له خوا د يورانيوم ترټولو لوړليميټ ښودل شوئ دی، چې دروغتيا په تړاوداندېښني وړ نه ګڼل کيږي. د بېلګه په ډول نوموړې جدول راښيي چې که د خوراک او څښاک له لارى (Ingestion) ځلورسوه ملي ګرام يورانيوم (400 mg) بدن ته ننوځي، خو سره دهغې هم په پښتورګوکي د کيمياي زيان لوړ لېمېټ 3µg/mg څخه يي قيمت نه اوړي. همدا رنګه که ديو چا بدن ته لږ څه يوزرو پينځه سوه ملي ګرام (1500 mg) يورانيم وړ ننو تلا ی شي بي له دې چې ديورانيم دوړانګو دز يان لوړ ليميټ ياني يوملی سيورت (1mSv) څخه يي قيمت پورته لاړشي.

بدن ته دوړانګودخطرهراړخیزې لارې

دیورانیم وسلې رادیواکتیو مواد چې د الفا، بیتا او ګاما وړانګې خپروي د مختلفو لارو لکه تنفس (Inhalation)، خوراک (Ingestion) ، ښباک ، د بدن ټپـي شوې برخې، اوپوستکي څخه بدن ته دننه ورننوځي اوپه دې ډول د خلکوروغتیا د خطرسره مخامخ کوي.

۱- بهرنۍ وړانګې (External Radiation) : هغه وړانګې دي چې دباندې خوا څخه په بدن لګیږي. که څوک د یورانیوم سرچینې ته ورنږدې شي نودهغه بدن ته د ګاما وړانګو زیان دالفا او بېټا وړانګو په پرتله ډیر زیات دی	
۲- د ننه وړانګې (Internal Radiation) : هغه وړانګې دي چې د بدن په ننه کې خپریږي. د بیلګې په ډول کله چې دیورانیوم کوچنۍ ذرې دتنفس، پوستکي، د خوراک او یا ښباک له لارې بدن ته ننوځي. د بدن په ننه کې دالفا او بېټا وړانګو زیان د ګاما وړانګو په پرتله ډیرد اندیښنې وړدی.	
. ۳- دککړتیا وړانګې(Contamination Radiation): که چیرته دبدن پوستکی دیورانیم په کوچنۍ ذرو اویا رادیواکتیوګرد ککړ شي، نو هغه وړانګې چې ورڅخه خپریږي اوپه پایله کې بدن ته ننوځي، دککړتیا وړانګو په نامه سره یادیږي. د پوستکي په مخ دیورانیوم وسلې دالفا او بېټا وړانګو زیان دګاما وړانګو په پرتله ډیر زیات دي	

۸۰ – **شکل:** بدن ته دپوستکې، دتنفس اود بهر نه دوړانګودننوتلواوجذب کیدلو هراړخیزې لارې ښودل شوې دي.

دبېلګه په ډول که ديورانيوم يوه سرګولی چې قطر يې يو ديرش ملي متر او دوه سوه اويا ګرامه وزن ولري په پوستکي کې ننوځي نو په يوه ساعت کې دانرژي ډوزاندازه يې د دوه ملي سيورت (2mSv/h) څخه هم اوړي . دا په دې مانا چې دپوستکي لپاره دانديښني وړ انرژي ډوز قيمت چې دنړيوال کمسيون ICRP له خواپه يوه کال کې پينځه سوه ملي سيورته 500 mSv/a ټاکل شوئ دی د دوه سوه پنځوس ساعتو څخه وروسته پوره کيږی .دنوموړي سرګولی قدرت دواټن په مربع سره برعکس کمښت مومي. د بېلګه په ډول دپوستکي څخه په يوه متر واټن کې نوموړئ قدرت يوازې اوه نانو سيورت په ساعت کې (7 nSv/h) قيمت لري . په ليرې واټن کې يوازې د ګاماو ړانګو خطرد انديښني وړ دی په داسې حال کې چې دالفا وړانګي په لږڅه يو سانتي متر هوا او دبېټا وړانګې د هواڅو سانتي مترو د تيريدلو څخه بيخي جذب کيږي.

دوړانګوڅخه دساتني نړيوال کميسيون ICRP د سپارښتنې سره سم دعام و لس لپاره کلنی انرژي ډوزکچه 1 mSv يو ملي سيورت ټاکل شوئ لوړ لېميټ هغه وخت پوره کيږی، کله چې يو څوک په يوه ساعت کې لږ څه يو متر مکعب $1cm^3/h$ هوا تنفس کړي او په همدغه يوه متر مکعب هوا کې د يورانيوم وسلی کثافت بايد د يو مايکرو ګرام څخه وا نه وړي $(1\ \mu g/m^3)$. څرنګه چې يورانيوم د پښتورګو لپاره ډېر زهرجن مواد دي، نو د څښلو په اوبو کې ديورانيوم اندازه دنړيوال روغتيا سازمان WHO د سپارښتني په بنسټ د دوه مايکرو ګرام څخه (2µg/Liter) په يوه ليتر اوبوکي وانه وړي.

په روغتيا باندې د يورانيم وسلوناوړه اغيزې په دې پورې اړه لري، چې په نسجونوکي جذ ب شوي انرژي په کومه کچه بيالوژيکي ناوړه بدلون منځ ته راولي. همدا رنګه دبدن حجروته چې کومه انرژي انتقال کيږي، د وړانګو په ډول، دوړانګوپه انرژي، دحجروپه ډول اود تشعشع په موده پورې اړه لري. د بدن هغه حجرې چې د هغوی د ويشتوب کړنلاره يا ميتوزپه لوړه فريکونسي سره تر سره کيږي د بېلګه په ډول سپين کرويات، د ها ضمي سيستم حجرې، د کوچنيانو دبدن ټولې حجرې او د مور په نس کې ستريدونکی ماشوم، د وړانګو په مقابل کې دنورو حجروپه اړوند، ډير حساسيت څرګندوي او له دې کبله هم دسترو ياني بالغو سړيو په پرتله دوه واره زيات خطر سره مخامخ دي.

دبېلګه په ډول که فرض کړوچي ديورانيوم يوه کوچنئ ذره، چې قطريي ددوه نيم ما يکرو متر2,5µm په اندازه وي او د سړيوه وينته سره يوشان ده، تنفس شي نو دغه کوچنئ ذره تقريبا په يوه کال کې څلويښت الفاوړانګي خپروي (40 alpha particles) . هغه اغيزناکه معادل انرژي ډوز چې نوموړي ذره يې په يوه کال کې شاوخوا نسجونوته انتقال کوي له دوه ذره ملي سيورت 2000 mSv/a سره مساوی ده. په داسې حال کې چې د نړيوال روغتيا سازمان WHO له خوا دعامو خلکودټول بدن لپاره، دوړانګو لوړه کچه يا ليمټ په يوه کال کې يوملي سيورته 1mSv/ a ټاکل شوې ده.

بدن ته دوړانګودخطرهراړخيزې لارې په لاندې ډول سره تر څيړنې لاندې نيسو:

لومړی: د تنفس دلاري (Inhalation)

که چاپيريال ديورانيوم په راديو اکتيو ګرد (Aerosols) ککړشي نو دتنفس له لارې لومړی دنومورې ګرديوه برخه سږو ته ورننوځي. ديورانيوم هغه کوچنۍ زرې چې قطريې يومايکرومترستروالی لري يوه برخه يې دلمف نوډ (Lymph node) ته لاره پيداکوي اوبله برخه يې د سږ ي څخه وينې (Blood) ته ننوځي او په دې ډول د بدن هر ځاې ته انتقال يا نې ليږدول کيږي.

- دبيلګه په ډول شپيته په سل (60%) په هډوکو، شپاړس په سل (16%) په سږو، اته په سل (8%) په پښتورګو او پاتې برخه يې د وينې دلارې د بدن نورو برخوته انتقال کيږي.
- که چيرې د يورانيم کوچنۍ زرې د نه حل کيدونکو مرکباتو دډلې څخه وي نو کيداې شي چې نوموړۍ عنصر دشپاړسو کالونو څخه هم زياته موده په سږو کې پاتې شي او هلته په زياته کچه انرژي جذب شي.
- ديورانيوم وسلوراديو اکتيوګرد (Aerosols) شپيته په سل کې د U_3O_8 60% او شل په سل کې 20% اکسايډ مر کباتو UO څخه جوړدی چې په اوبو کې نه حل کيږي.

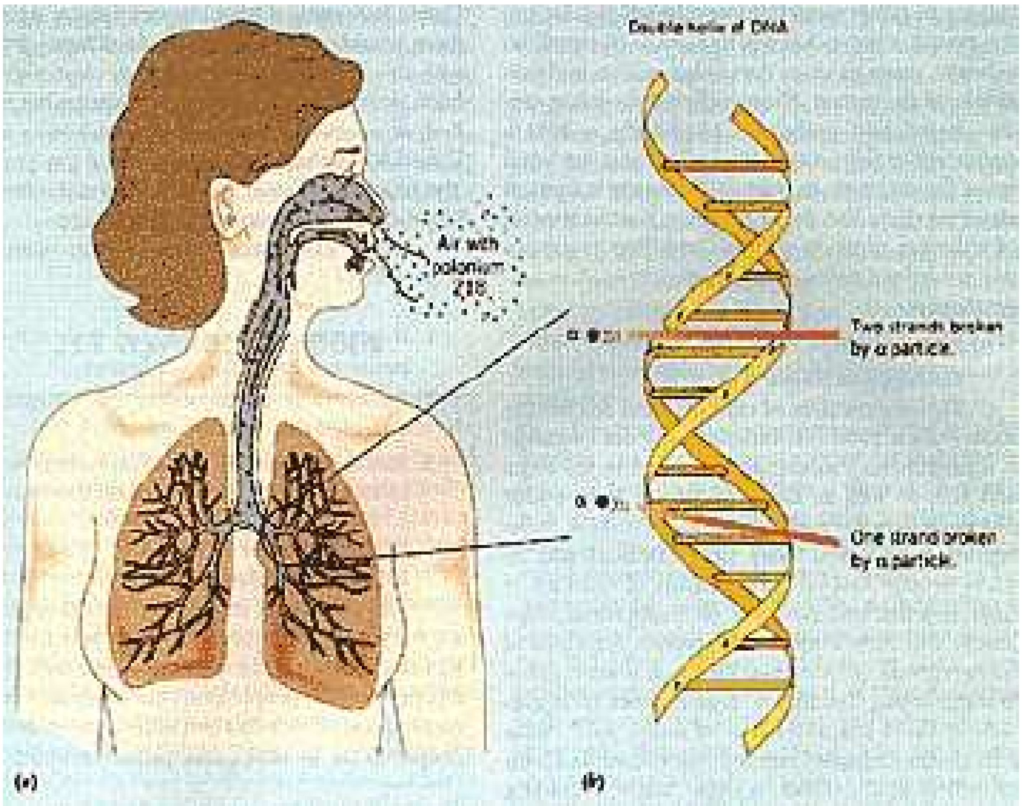
دتنفس له لارې دوړانګومعادل انرژي ډوز H په واحد دملي سيورټ په ثانيه (mSv/s) دلاندنی معادلې څخه تر لاسه کيږي.

معادل ډوز = دډوز ضريب (mSv/Bq)×دهواتنفس اندازه (m³/s) ×اکتيويتي (Bq/m³)

$$H\ (mSv\ s^{-1}) = \text{Dose faktor}\ (mSv\ Bq^{-1}) \times \text{Breathrate}\ (m^3\ s^{-1}) \times \text{Activity}\ (Bq\ m^{-3})$$

په پورتنی معادله کې دوړانګو معادل ډوزH په واحدد ملي سيورټ اوپه يوه ثانيه کې هغه وخت شميرلاې شو، چې دتنفس شوي ايزوتوپ راديو اکتيويتي په يومکعب متر هوا کې راته مالوم وي. دبلې خوا دنړيوال کمسيون ICRP دخپروني سره سم په يوه ثانيه کې يونورمال بالغ سړي په يوه ثانيه کې لږخه Breating rate = $6{,}03\times10^{-5} m^3/s$ هوا تنفس کوي . دډوز ضريب هغه فزيکي کميت دی چې ديوه بيکاريل اکتيويتي معادل انرژي ډوزپه واحد د ملي سيورټ راښيي. نوموړۍ کميت دهر يوه ايزوتوپ اود بدن هر يوه غړي لپاره ځانګړی قيمت لري اوپه نړيوالوخپرونوکې (BMI; 1986) خپور شوئ دی.

د لوېکېمي (Leukemia) یا دویني سرطان د منځ ته راتللواحتمال هغه وخت زیا ت اټکل کیږي کله چي د یورانیوم کوچني زرې دویني له لارې د لومف سیستم (Lymphsystem) او د پلنو هډوکو لکه پښتی ، د سرهډوکومازغوته چي هلته سپین او سره کرویات جوړیږي (Bone marrow) ورننوځي او جذب شي.



۸۱- شکل: کله چي دچاپیریال څخه په راديواکتیو موادو ککړ شوې هوا تنفس شي نوبیا وروسته دسږو حجرو په کروموزوموکي د یوکیمیاوي مرکب په بڼه جذب کیږي او هلته دالفا وړانګو په واسطه د ډي.این.اې. (DNA-Hellix) غبرګ تاوشوئ مزی یا نې هېلیکس پرې کیږي.

- په پورتني شکل کي ښئ خواته د سږي حجرویود ډي.این.اې. (DNA-Hellix) غبرګ تاوشوې مزې یا نې هېلیکس ښودل شوئ دئ چي دالفا وړانګوراديو اکتیومواد تنفس شوي دي.

- د ډي.این.اې. (DNA-Hellix) پورتنی برخه کي دواړه تارونه او لاندنی برخه کي یو تارد الفا وړانګودغبرګون په پایله کي پرې شوئ دئ.

دوینې سرطان (Leukemia) :

دسپینوکرویاتونا هر ډول ناروغی او بدلون ته، د وینې سرطان ویل کیږي. که څه هم دنومړی ناروغي اصلي علت لا تر اوسه څرګند نه دی، خودکارپوهانو په اند په ډیر احتمال سره دخطرفکټورونه (Risk factor) ایونایز کوونکې وړانګې (الفا، بېټا، ګاما)، وایرس، باکتریا، څیتوستاتیکا (Cytostatica) او کیمیاوي مواد تشکیلوي. دوینې سرطان کلینیکي نښې دادي چې دوینې جوړونکوسرچینوکې، د یوې خواد سپینوکرویاتوشمیرد اړتیا نه ډیر بیخي پورته ځي او دبلې خوادغه تولید شوي سپین کرویات، دپوخوالی پړاوته نه وي رسیدلي او له دې کبله خپله دنده نه شي تر سره کولای. د وینې جوړونکې سرچینې عبارت دی له:

- د بدن ټول پلنوهډوکوپه ما غزوکې لکه : (red bone marrow) ، لګن خاصره (Iliac Pelvis bone) ، دسینې په پوښتیوکې (Ribs) ، ککری (Skull) ، د سینې سرپوښتی یا عظم قص (Sternum) چې په ډیره کچه د وینې سره کرویات او همدارنګه سپین کرویات جوړیږي. په پایله کې دوینې کمښت، د ایمون سیستم (Imunsystem) کمزورتیا، درنګ سپینوالی او د انتانې ناروغي (Infection disease) منځ ته راځي.

په ۳۲- جدول کې دعام ولس لپاره دځینو رادیو اکتیو موادو کلنی لوړلېمیټ ښودل شوئ دی‌چې دنړیوال کمیسیون ICRP-61 په یوشپیتمه ګڼه کې خپورشوئ اودروغتیا په تړاو داند یښنې وړ نه دي.

- ☜ دتنفس له لاری کلنې لوړ لېمت: (Annual Limits of Inspiration=ALI)
- ☜ دخوراک له لارې کلنی لوړ لېمېټ: (Annual Limit of Ingestion=ALI)

نوکلید Nuclide	دتنفس لوړ کلنی لېمبټ په واحد د بیکارېل (Bq)	د خوراک لوړ کلنی لېمبټ په واحد د بیکارېل (Bq)
Sodium-22 سوډیم	1×10^7	7×10^6
Iodine-131 ایوډین	1×10^6	8×10^5
Plutonium-239 پلوتونیم	300	3×10^5
Uranium-238 یورانیوم	300	3×10^5
Caesium-137 سېزیم	2×10^6	1×10^6

۳۲- جدول: دعام ولس لپاره دتنفس کولواو خوراک دلارې د رادیو اکتیو موادوکلنی لوړلیمټ، چې دوړانګو نه دځان ساتنې نړیوال کمیسیون ICRP-61 له خوا یې سپارښتنه شوې ده.

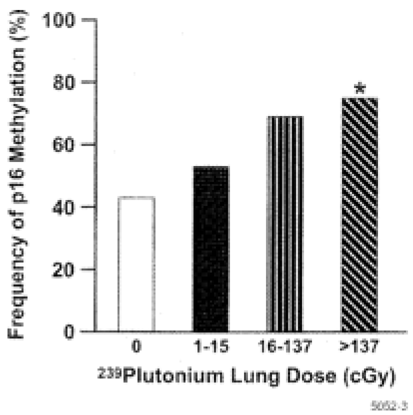
که د یو چا بدن ته راديواکتيو موادد تنفس او يا خوراک ښناک له لارى ننوځي، نو دګاما وړانګو زيان د الفا او بېټا وړانګو په پرتله نسبتا کم دی.داځکه چي دګاما وړانګي دبدن څخه د باندې راو تلاې شي اوداتومونو سره دومره ډېرغبرګون نه کوي.

که چيرته د يورانيوم په وسلو کي د هستوی بټۍ دسونګ فاضله او سوځيدل شوي مواد(Nuclear fuel)، دانرژی دلاس ته راوستلو څخه وروسته وکارول شی، نو دروغتيا په تړاو ډېر دا ندېښني وړد ي . دا ځکه چي په هستوي بټۍ کي ديورانيم دوه سوه اته ديرش څخه په مصنوعي توګه ديونيترن په جزب کولو سره دپلوتونيم راديو اکتيوايزوتوپ جوړيږي. دپلوتونيم راديو اکتيويتي ديورانيوم اکتيويتي په پرتله دوه سوه زره واره لوړه ده اوپلوتونيم تر ټولوډير سخت کيمياوي زهرجن عنصر دی.

دپلوتونيم الفا وړانګې P16 جين غير فعال کوی

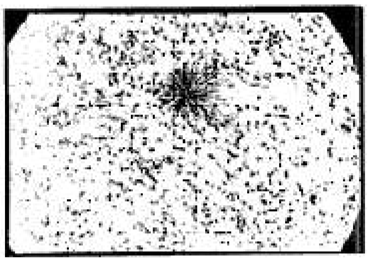
اوسنۍ څيړني په ګوته کوي (77) چي که د پلوتونيم Pu-239 راديواکتيو مواد تنفس شي نو د سږي سرطان منځ ته راځي (Lung adenocarcinoma). دا ځکه چي دنومړي عنصر څخه د الفا وړانګي خپريږي او د دي اين اې DNA يوه برخه پرې کوی اود موتيشن سبب(لامل) ګرځي (Deletion and point mutation). په ٢٠٠٤ م کال کي دغه څيړني د روسيې په سل ګونو مسلکي کارګرانوباندي تر سره شوې چي د يورال غرونو په سيمه کي د هستوي وسلو دجوړولو په دستګاه MAYAK کي د ١٩٤٨ م کال څخه تر ١٩٧٢ م کال پورې په کار بوخت وو. دری ديرش کاله وروسته دنومړو کارګرو څخه ګڼ شمير د سږي سرطان په ناروغۍ اخته شوه. کله چي دسرطان په ناروغۍ اخته مسلکي کارګرود سږو څخه د نسجونمونې د بيوپسي (Biopsy) په کړنلاره سره را وه ايستل شوې نودهيستولوژی پلټنو په ډاګه کړه چي د نهم کروموزوم په P16 جين کي، يو ځانګړی موتيشن تر سره شوئ وو. دبلې خوا دا جوته ده چي د P16 جين دتومور دمخنيوي په موخه، يو ډيراړين جين تشکيلوی (Tumor suppressor gene) او دوه ډوله پروتين جوړوی، لکه P16 اوP14ARF . نومړئ پروتين د يوې حجرې د ويشتوب کړنلاره ترڅارني او کنترول لاندې نيسي. نو که چيرته د P16 جين نيمګړئ شي نويوه حجره(ژونکه) کولای شي، چي په خپل سر بې شميره ډيربښت وومومي اوپه پايله کي د سرطان او يا نورو ناروغيو سبب(لامل) وګرځي. دسرطان په ناروغۍ اخته ټولو مسلکي کارګرو کي د P16 جين غير فعال شوئ وو، داځکه چي په نومړي جين کي د پلوتونيم الفا وړانګو په واسطه داسي بيو کيمياو تعامل تر سره شوئ وو، چي په پايله کي دپروتين ها يدروجن اتومونه د يوه ميتول ګروپ په نشليدلو سره دخپل مرکب څخه بيل شوئ وو. نومړې کيمياوي پروسه د ميتوليشن (Methylation) په نامه سره ياديږي.

په ٨١ الف شکل کي د P16 جين د ميتوليشن ډيربښت کړنلاره د پلوتونيم الفا وړانګو انرژي ډوز په تابع سره ښودل شوې ده. د څيړنو نتيجي په ډاګه کړه، چي هغه مسلکي کارګران چي د هستوی وسلو په دستګاه کي يي کا ر کړی وو د هغو کنترول کارګرانو په پرتله چي په يوه داسي ډول دستګاه کي يي کارنه کولو لږڅه څلور ځله ډير د دسرطان په ناروغۍ اخته دي.



۸۱ **الف شکل:** د نهم کروموزوم په p16 جین کې د میتولیشن (Methylation) بیوکیمیاوي تعامل دپلوتونیم الفا وړانګو انژی ډوز په تابع سره سم سیخ ډیربښت مومي. دغه څیړنه دروسیې یورال سیمې په هغو مسلکي کارګروتر سره شوې ده چې د هستوی وسلو په یوه دستګاه Mayak کې یې د ۱۹٤۸ څخه تر ۱۹۷۲ م کاله پورې په کار بوخت وو او د۱۹٦٦ څخه تر ۱۹۹۱ م کالونو په منځ کې یاني لږ څه ۱۸ کاله وروسته د سږي ادینوکارسینوم په ناروغی اخته شول. دغومسلکي کارګروته په منځنۍ توګه د ددوه پنځوس سانتي ګری څخه تریوسلودری دیرش سانتي ګرې وړانګي رسیدلي وې. د بیلګي په ډول دالفا وړانګوتر پینځه لس سانتي ګرې(1-15 cGy) پورې د میتولیشن کړنلاره لږ څه یونیم ځل واره د هغو کنترول کارګرو په پرتله چې وړانګي ورته نه وې رسیدلي (0 cGy) پورته ځي (77).

په ۸۲- شکل کې د یوه امریکایي ساینس پوه روبرت ډېل Robert Del Tredici دتجربوپایله ښودل شوې ده، چې په ځینو بیزوګانو او موږکانو باندې یې تر سره کړې دي. نوموړئ شکل دا په ډاګه کوي، چې دیوې بیزو په سږي کې دپلوتونیم دالفاو ړانګي یوه ذره د اته ځلوینت ساعتو په موده کې په زرګونو حجرې تخریب کړې دي چې په پایله کې دیوه تورستوري او یا تور داغ په څیر ما لوم کیږي.



۸۲- شکل: نوموړئ شکل دیوې بیزو(Monky) دسږي دنسجونوتخریب کچه راښیي چې پینځه سوه واره دیوه میکروسکوپ په مرسته غټ شوې او دالفا وړانګو د زیان په واسطه منځ ته راغلی دی.

(Robert Del Tredici, At Work in the Fields of the Bomb [1987], plate 39; photographed at Lawrence Radiation Laboratory, Berkeley, California, 9-20-82)

* **پوښتنه:** نن ورځ د جګړو په ډګر کې په پراخه کچه داسي وسلې کارول کیږي چې د یورانیوم U-238 څخه جوړې دي. که فرض کړوچې په یوه نوموړي پیښه کې د چاپیریال یوه سیمه په رادیو اکتیو یورانیوم ککړه شوې وي او اوسیدونکو ته دتنفس له لارې پنځوس بېکاریل 50 Bq اکتیویتي دسږوحجروته ورسیږي، نو په نسجونو کې دالفا وړانګي جذب شوې انرژي دګرې Gy په واحد څومره اټکل کیږي؟

* **حل:** ځرنګه چي د یورانیوم U-238 ځخه دخپرېدونکو الفا وړانګوانرژي لړ څه پینځه میګا الکترون ولټه قیمت لري (E = 5 MeV) اونوموړي ټوله انرژي د لړخه دیرشو مایکرومترو په واټن 30µm کي، چي د سرږي د یوي حجري د قطر سره برابره ده، دلاسه ورکوي نو دګري دتعریف څخه په ګټی اخیستلو سره لرو چي: یو ګرې مساوي ده په سړو کي جذب شوي انرژي E ضرب اکتیویتي A تقسیم په یو کیلو ګرام نسجونو .

$$D = \frac{E \times A}{M}$$

دنوموړي موخي لپاره په لومړي پړاو کي دسرږي یوي حجري کتله M = Mass د هغي کثافت ρ ضرب د حجم Volume څخه تر لاسه کوو. داځکه چي کثافت ρ مساوي دي له حاصل تقسیم دکتلي اوحجم (ρ = mass/volume) نوپخپله کتله مساوي ده له حاصل ضرب د حجم او کثاف یا په بل عبارت (M = ρ xV) .

ځرنګه چي د سرږي کثافت مساوي ده له صفرعشاریه دري ګرام پرسانتي مترمکعب $\rho = 0{,}3\ g/cm^3$ نو کله چي دحجري قطر 30µm په طاقت ددرى ونیسو نو د حجرې حجم لاس ته راځي $V = (30\mu m)^3$.

دتعریف سره سم د حجري کتله مساوي ده له :

کثافت ضرب حجم = کتله = **(ρ × V)= M**

$$(\rho \times V) = M = 0{,}3\ g/cm^3 \times (30\ \mu m)^3$$

$$0{,}3\ g/cm^3 \times (30\mu m) \times (30\mu m) \times (30\mu m) = 0{,}3\ g/cm^3 \times (30)^3 \times (10^{-4}\ cm)^3$$

$$0{,}3\ g/cm^3 \times (30)^3 \times (10^{-4}\ cm)^3 = 8100 g/cm^3 \times 10^{-12}\ cm^3 = 8{,}1\times10^{-9}\ g$$

پورتنی شمیرنه راښیي چي د سرږي یوی حجري کتله لړ څه اته نانو ګرام قیمت لري.

ځرنګه چي یو بېکارېل داسي تعریف شوئ، چي کنه په یوه ثانیه کي یوه هسته چوي، نو په دي اساس د یورانیوم یو بېکارېل اکتیویتي په دي مانا چي په یوه ثانیه کي دالفا یوه ذره چي انرژي یي پینځه میګا الکترون ولټه ده خپریري او دغه ټوله انرژي بیا په دیرشو مایکرومتره واټن نسجونو کي 30µm کي جذب کیري . پنځو س بېکارېل په دي ما نا چي په یوه ثانیه کي پنځوس هستي چوي او پنځوس الفا ذرې خپروي (A= 50 Bq). داسانتیا لپاره لومړی پینځه میګا الکترون ولټه انرژي دنړیوال واحدونوسیستم SI-Units په بنسټ دالکترون ولټه څخه په ژول اړوو.

$$1eV = 1{,}6 \times 10^{-19} Joule$$

$$5MeV = 5 \times 10^{6}\ eV = 5\times10^{6}\times1{,}6\times10^{-19}J = 8\times10^{-13}J$$

د سږي په ديرشومايکرومتر نسجونوکې جذب شوي انرژي D مساوي ده له:

$$D=\frac{A\times E}{m}=\frac{50Bq\times5MeV}{8{,}1\times10^{-9}g}=\frac{50\times s^{-1}\times8\times10^{-13}J}{8{,}1\times10^{-12}kg}=\frac{400\times10^{-13}J}{8{,}1\times10^{-12}kg}=0{,}5\times10^{-11}\times10^{12}Gy/s$$
$$D=5Gy/s$$

$$D = 5\ Gy/s$$

* **ځواب:** د سږي په يوه حجره(ژونکه) او يوه ثانيه کې پينځه ګرې او په يوه دقيقه کې درې سوه ګرې جذب کيږي. دمقايسې لپاره دیادولووړ ده چې که يوازې شل ګرې په يوه وار ټول بدن ته ورسيږي نو څو ساعته وروسته د مرګ سبب(لامل) ګرزي.

* **پوښتنه:** يو مسلکي کارګرديوه کال په موده کې لړڅه يونيم مليون بېکارېل $1{,}4\times10^{6}$ Bq راديو اکتيو سو ډيم Sodium-22 دخوراک او يوسلوشل بېکارېل 120 Bq پلوتونيم Plutonium -239 د چاپيريال څخه تنفس کړې دی. ددغه کارګر په بدن کې داغيزمن انرژي ډوزاندازه څومره ده.؟

* **حل:** څرنګه چې د يوه کارګرلپاره دخوراک له لارې دسوډيم راديواکتيو عنصرکلنۍ لوړلېميت $ALI=7\times10^{6}$ اود تنفس له لارې دپلوتونيم راديواکتيو عنصرکلنۍ لوړ لېمېټ درې سوه بېکارېل 300 Bq ټاکل شوئ دی نو لروچې:.

$$\frac{1{,}4\times10^{6}Bq}{7\times10^{6}Bq}+\frac{120Bq}{300Bq}=0{,}2+0{,}4=0{,}6$$

څرنګه چې ديوه کار ګر دټول بدن لپاره داغېزمن ډوز کلنۍ لوړلېمېټ دنړيوال کميسيون له خوا شل ملي سيورت 20 mSv ټاکل شوئ، نو هغه ډوزچې دراديواکتيو موادو دتنفس او خوراک له لارې مسلکي کارګر ته ور رسيږي، دنوموړي لېمېټ يوازې لاندنۍ برخه تشکيلوي.

* **ځواب:** دولس ملي سيورت : $0{,}6 \times 20\ mSv = 12\ mSv$

* **پوښتنه**: دځمکي لاندي په طبيعي ډول سره ځيني راديو اکتيو عنصرونه شته دي چي دطبيعي وړانګو يوه غټه سرچينه جوړوي. دغه راديو اکتيو عنصرونه لکه يورانيوم U-238، پوتاښيم K-40 او راديم Ra-226 دالفا، بيتا او ګاما وړانګي خپروي اودبشر لپاره دخطريوه طبيعي منبع شميرل کيږي. دروغتيا په تړاو تر ټولوخطرناک د رادون غاز Rn-222 دی، چي د راديم دتجزيي په پايله کي آزادکيږي او دالفا وړانګي خپروي. نوموړئ غازپه کورونوکي ددنه راټوليږي اوهمدارنګه په ازاده هوا کي او د ځښتلو اوبوکي هم پيدا کيږي. درادون غاز اکتيويتي په يو مترمکعب کي دځمکي پرمخ او هرهيواد کي توپير لری. دبېلګه په ډول په جرمني کي په منځنی توګه سره په يوه مترمکعب هواکي د رادون غاز اکتيويتي ځلوېښت بېکارېل ده ($A= 40\ Bq/m^3$). دوړانګو نه دځان ساتني نړيوال کميسيون ICRP درياضي موډلونوپه اساس يو ثابت اړوونکی ضريب f = 11 تر لاسه شوئ چي د يوه کال (a = Annual) په موده کي د يو بېکارل اکتيويتي او يو مترمکعب هواځخه يوولس مايکروسيورت انرژي ډوز خپريږي. څرنګه چي دالفا وړانګو کواليتي فکتور Q = 20 شل اټکل شوي دی، نو دځلوېښت بېکارېل اکتيويتي او ديوه کال په موده کي دتنفس دلاري د اوسپدونکو سړو ته په لاندي کچه انرژي D ډوزز سيږي.

$$D = A \times Q \times f = 40\frac{Bq}{m^3} \times 20 \times 11\frac{\mu Sv}{a \times Bq \times m^{-3}} = 8{,}8\ \frac{mSv}{a}$$

* **ځواب**: دجرمني هېواد په ځينو کورونو کي لږڅه نهه ملي سيورت انرژي ډوز په يوه کال کي خلکو ته د رادون غاز دتنفس څخه سږو ته رسيږي.

دويم: دپوستکي او تماس له لارې (Contamination)

که چيرته دبدن پوستکی د يورانيوم وسلوپه راديواکتيف ګرد ککړ شي اوياکومه ذره يي په پوستکي کي ښخه پاتي شي، نوکيدای شی چي د طبيعي وړانګو په پرتله لس ځله زياتي وړانګي په يوه ورځ کي پوستکی ته ورسيږي. په دغه ډول پيښه کي د پوستکي ناروغي احتمال ډيرزيات اټکل کيږي.

- ☜ ديورانيوم وسلو هغه سرګولی چي دځمکي پرمخ پرتي وي او کوچنيان ورسره لوبي کوي د پوستکي لپاره خورا زيات خطر لري. داځکه چي د يو ساعت څخه وروسته يي معادل ډوزه يوملي سيورت څخه تر دوه ملي سيورت پوري رسيږي.
- ☜ هغه سرګولی چي په ځمکه کي ښخي پرتي وي او چاودلي نه وي د هرچا لپاره تر ټولونه زيات دخطرسر چينه تشکيلوي او بايد په فني ډول د مينځه يووړلي شي.
- ☜ که چيرته د بدن پوستکی په داسي يوه راديو اکتيو عنصر ککړ (Contamination) شي، چي دالفا وړانګي خپروي، نو دالفا وړانګي نه شي کولای چي د بدن د پوستکي څخه تيري شي، خو د همغه پوستکي کوچنئ برخي ته تر څو ګري Gray پوري وړانګي رسيږي.
- ☜ ديورانيوم هغه سرګولي چي دځمکي پر مخ اويا د ځمکي لاندي ښخې پاتي شوې وي، هيڅ کله په لاس کي وه نه نيول شي.

☜ ديوې نورمال سرګولې چې چاودلې نه وي اوورسره تماس پيداشي نو په يوه ساعت کې دوه ملي سيورت انرژي (2 mSv per hour) د بدن پوستکي ته رسيږي. نوموړې قيمت دعام ولس ديوه کال لوړ ليميټ څخه دوه ځله لوړ دی .

* **پوښتنه :** د يوې هستوي ازمويني په پايله کې چاپيريال ته د ايوډين J-131 راديو اکتيو مواد هرې خواته شيندل کيږي. که چيرته د يوه اوسيدونکي د پوستکي يو سانتي مترمربع $1\ cm^2$ سطحه، دنوموړو موادو په يو مېګا بېکارېل اکتيويتي 1MBq ککړاوپه پوستکي کې ننوځي، اوکه په فني توګه دپوستکي څخه ليرې نه شي او دتل لپاره هلته پټ پاتې شي، نو دانرژي ډوز به يې داوږدې مودې لپاره څومره وي؟

د ايوډين راديواکتيو عنصر بېتاوړانګې خېروي چې فزيکي نيمايي وخت $T_{1/2}$ يې اته ورځې ياني يوسلو دوه نوي ساعته ($T_{1/2}$=192 h) اټکل شوئ دی.دنوموړي عنصر لپاره د اړوونکي ضريب h_a قيمت لړخه $h_a = 1,2\mu Sv\ cm^2 h^{-1} Bq^{-1}$ ټاکل شوئ دی .

* **حل:** کله چې دانرژي ډوز قدرت dD/dt انتګرال د وخت ديپل يا صفر نه تر لايتناهي پورې ونيسو، نو تر هغه مودې پورې چې نوموړئ عنصر راديو اکتيوخاصيت ولري، انرژي ډوز D يې دلاندني فرمول څخه تر لاسه کيږي (23) .

$$D=\int_0^\infty \dot{D}\,dt = 1,44\times T_{1/2}\times h_a\times\frac{A}{F} = 1,44\times192h\times1,2\frac{\mu\ Sv\ cm^2}{hBq}\times\frac{10^6\,Bq}{1cm^2} = 332\quad Sv$$

په پورتنی معادله کې h_a داکتيويتي A اوانرژي ډوزD تر منځ يو اړوونکی ضريب دی کله چې يو سانتي متر مربع سطحه $A= 1cm^2$ په يو بېکاريل Bq ککړه شوي وي.

* **ځواب:** د.پام وړ خبره خو داده چې په نوموړي بېلګه کې دايوډين راديو اکتيو عنصر بېتا وړانګې دتصور نه زيات ياني درې سوه دوه ديرش سيورت (332 Sv) انرژي ډوزد پوستکي په يو سانتي متر مربع کې خېروي.

دريم: د خوراک او څښاک له لارې (Ingestion)

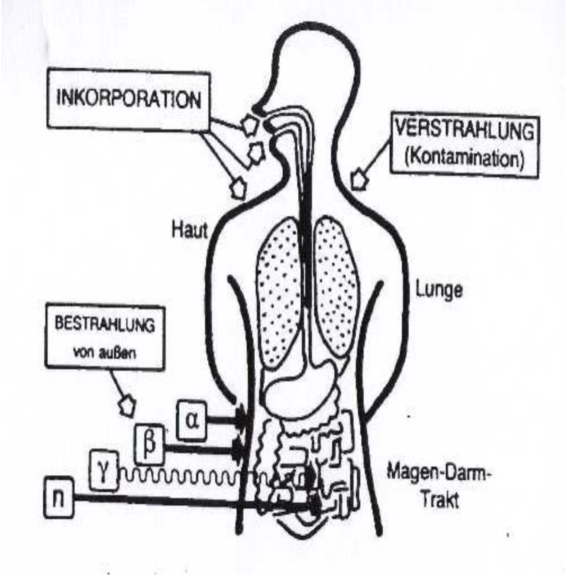
هغه راديواکتيف مواد چې دخوراک او يا څښاک له لارې بدن ته ننوځي، د نوي په سل نه زيات ٪۹۰ د نس له لارې بېرته وځي، نو له دې کبله يې د زيان کچه ټيټه اټکل کيږي.

دخوراک او څښاک له لارې دوړانګومعادل انرژي ډوز H په واحد دملي سيورت په ثانيه (mSv/s) دلاندنی معادلې څخه تر لاسه کيږي. په دغه معادله کې دخوراکي موادو اکتيويتي په واحد د بيکارېل پر کيلوګرام بايد مخکې اندازه شوي وي تر څو وکولای شو د معادل ډوزکچه مالومه کړو.

معادل ډوز = دډوز ضریب (mSv/Bq)× دخوراکي موادواکتیویتي(Bq/Kg)

$$H\ (mSv\ s^{-1}) = Dose\ factor\ (mSv\ Bq^{-1}) \times\ Activity\ of\ ingestion\ (Bq\ /Kg)$$

دپلو تونیم Pu^{239} رادیو اکتیو ایزوتوپ په لوږه کچه په هډوکو کې جذب کیږي او د انجیشن ډوز ضریب یې مساوي دی له: Dose factor = 2,2 10^{-4} mSv/Bq

دیوستکي ککړ کیدل		دتنفس له لارې
رادیواکتیومواد سږو ته ننوځي		دپوستکي له لارې
د معدې اوکلمو له لارې		بهرني وړانګې لکه دالفا ، بیتا ، ګاما اونیوترون وړانګې

۸۳- شکل: دچاپیریال څخه دیورانیوم وسلورادیواکتیو مواد دتنفس، خوراک اوپوستکي له لارې بدن ته ننوتلای شي. نوموړې رادیو اکتیف ګرد یا ایروزول (Aerosol) دالفا، بیتا او ګاما خطر لرونکي وړانګې خپروي.

کله چې دچاپېریال څخه دتنفس، دخوراک، څښاک اویا دپوستکي دلارې رادیواکتیو مواد دسږي بدن ته ورننوځي نود هغوی دبیوشیمي میتابالیزم سره سم د بدن په مختلفوغړو کې ویشل کیږي چې په ۸۳ شکل کې ښودل شوې دی. تجربو ښودلې ده چې یورادیو اکتیو عنصرده یوه نه رادیو اکتیو عنصر څخه د میتابالیزم په اړوند هیڅ توپیر نه لري. دبدن ځینې غړي شته چې ټاکلي عنصرونه په خپلو نسجونو کې دنوروعنصرونو په پرتله ډیر جذب کوي داځکه چې د خپلې دندې د سرته رسولولپاره هموغومره ورته اړتیا لري. د بېلګه په ډول ایودین J-129 او J-131 په تایراید کې، ستروتنسیم Sr-90 رادیم Ra-226 پلوتونیم Pu-239 په هډوکو کې اویورانیوم U-233 او رادون222 -Rn په سږو کې په خورا لوړه کچه

جذب کيږي. نوموړي راديو اکتيو عنصرونه د هغوی د بيا لوژيکي او فزيکي نيم عمر سره سم د ځوورځوځخه رانيولي ترډيرو کالونو پورې په بدن کې پاتې کيداې شي. نوموړي مواد په دغه ټوله موده کې راديو اکتيو وړانګې د بدن په نسجونوکې خپروي چې دسرطان ناروغی د منځ ته راتلو احتمال ور سره سم سيخ ترون لري. دا ځکه چې د سرطان ناروغی د منځ ته راتلو موده دشلو کالو څخه تر پنځوس کالوپورې وخت نيسي .

* **پوښتنه**: يو بزګرچې وزن يې لږ څه اويا کيلو ګرام 70 Kg دی د چاپيريال څخه دخوراک له لارې دبدن په هريوه کيلوګرام نسجونوکې د يورانيوم عنصرU-238 سل بېکارېل مخصوصه اکتيويتي (100Bq/kg) جذب کړی دی. يورانيوم چې يو راديو اکتيوعنصر دی د الفا هستوي وړانګې خپروي چې حرکي انرژي يې لږڅه پينځه ميګا الکترون ولټه ده (5 MeV). نوموړئ عنصر اويا په سل په هډو وکو او ديرش په سل په نسجونو کې جذب کيږي. نوموړئ عنصرد بزګرټول بدن اويوه کيلو ګرام ته دوړانګو څومره انرژي ډوز د يوه کال په موده کې رسوي؟

* **حل:** دانرژي ډوز قدرت د تعريف سره سم د بدن په يوه کيلوګرام نسجونواو يوه ثانيه کې جذب شوې انرژي مساوي ده له (dD/dt)چې واحد يې ګرې په ثانيه ده(Gy/s) .
په لومړي پړاو کې پينځه مېګا الکترون ولټه انرژي په واحد د جول Joule = J اړوو نو لرو چې.

$1eV= 1,6 \times 10^{-19}$ J او پينځه مېګا الکترون ولټه لپاره ليکوچې:

$5\ MeV= 5\times 10^{6}eV= 5\times10^{6}\times1,6x10^{-19}\ J = 8 \times 10^{-13}\ J$

سل بيکاريل اکتيويتي دا مانا لري چې په هره يوه ثانيه کې ديورانيوم سل هستی تجزيه کيږي او خپله ټوله انرژي ياني پينځه ميګا الکترون ولټه په يوه کيلوګرام نسجونوکې جذب کيږي. نوپه يوه کيلو ګرام نسجونوکې دانرژي ډوز قدرت مساوي دی له:

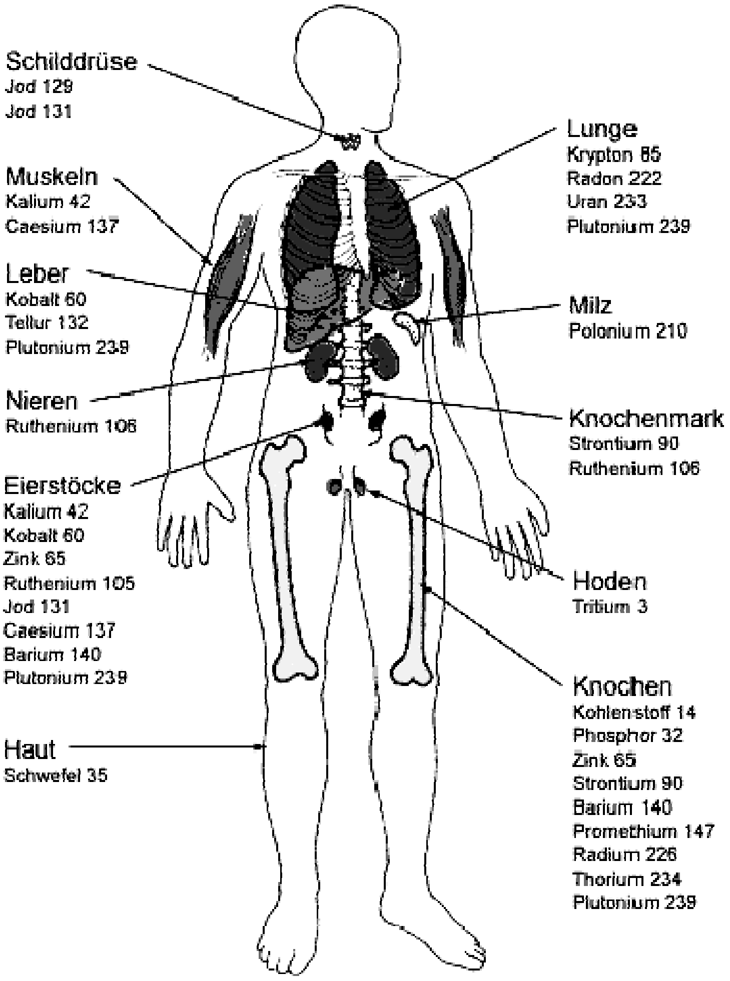
$$dD/dt = (100\ Bq/Kg) \times(8\times10^{-13}\ J) = 8\times10^{-11}J/Kg\ s = 8\times10^{-11}Gy/s$$

څرنګه چې يو ګرې ياني يو ژول جذب شوې انرژي په يوه کيلو ګرام ماده کې (1Gy = 1J/kg) ده اوپه يادولرو چې (انرژي ډوز = دډوزقدرت ضرب وخت) او دبلې خواومنو چې يوکال د لږڅه دوه ديرش مليونوثانيوسره مساوي دی (a = 3,2 x10^{7} s) نوپه يوه کال او يو کيلو ګرام نسجونوکې د انرژي ډوز کچه مساوي ده له:

$$D = 8\times10^{-11}\ Gy/s \times 3,2\times10^{7}\ s = 2,56 \times 10^{-3}\ Gy$$

$$D = 2,6\ mili\ Gray$$

* **ځواب:** دبزګر يو کيلو ګرام نسجونو ته په يوه کال کي لږ څه دوه نيم ملي ګرې (2,5 mGy) انرژي ډوز او ټول بدن ته يې يو سلو پينځه اويا ملی ګرې (175 mGy =2,5× 70) انرژي ډوز رسيږي. دغه انرژي ډوز د طبيعي وړانګوپه پرتله لږ څه پينځه اتا ځله لوړه ده.



۸٤- شکل: د بدن په غړو کي راديو اکتيو ايزوټوپونه يو شان نه بلکه په توپيرسره جذب کيږي. د بېلګه په ډول سټرونسيم Sr-90 اوپلوټونيم Pu-239 په هډوکو اوايوډين J-131 په تايرايد او يورانيوم دوه سوه درې ديرش U-233 ، کريپټون پينځه اتياKrypton-85 او رادون دوه سوه دوه ويښتRn-222 په سږو کي په لوړه کچه جذب کيږي.

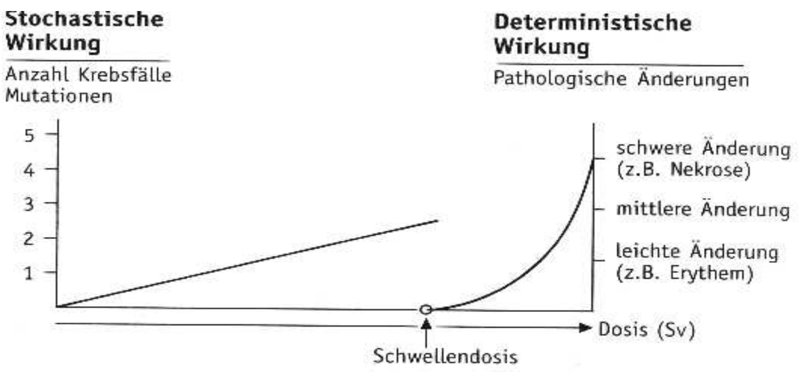
هغه راديو اکتيو مواد چي بدن ته ورننوځي دهغوې معادل انرژي ډوز د تجربو په اساس نه شي ټاکل کيداې بلکه يواځې د رياضي موډلونو په بنسټ تر لاسه کيداې شي. په دغه ډول موډلونو کي د راديو اکتيو موادو فزيکي خواص لکه دوړانګو انرژي، دوړانګو ډول، فزيکي نيمايي عمراوبيالوژيکي نيمايي عمرپه پا م کي نيول کيږي. د بدن په ننه کي دالفا او بېټا وړانګو خطر د ګاما وړانګو په پرتله ډير زيات دي داځکه چي الفا او بېټا وړانګي په ډير لږ واټن کي خپله ټوله انرژي په نسجونوکي دلاسه ورکوي او له دې کبله دهغوې ځايزانرژي ډوز هم ډير لوړ قيمت لري.

په داسي حال کي چي د ګاما وړانګي ديوي خوادنسجونو سره دالفا او بيتا وړانګو په پرتله دومره ډير غبرګون نه کوي، او دبلي خوا د بدن د ننه څخه بهرته هم راو تلاي شي. همدا لا مل دی چي يواځي د ګاماوړانګي دبدن څخه به هم په آسانی سره د يوه ديديکتور Detector په مرسته سره اندازه کيدای شي.

د وړانګو ډوزاواغيزې ترمنځ اړيکي (Dose-effect relation)

نومورې اړيکي دا په ګوته کوي چي که دوړانګو انرژي ډوزکچه مخ په زيا تيدو شي، نوپه پايله کي دټول بدن اويا د بدن په هريوه غړکي دوړانګو بيالوژيکي، کلينيکي اوفزيکي ناوړه اغيزې په څه ډول بدلون کوي. په ۸۵- شکل کي دوړانګواندازه په وا حد د سيورت اوغبرګون اړيکي د ستو خاستيک Stochastic effects او نه ستو خاستيک Determinestic effects اغيزو لپاره ښودل شوي دي.

دوړانګوتصادفي اغيزې Stochastic effects	دوړانګونه تصادفي اغيزې Non-stochastic effects



۸۵- شکل: په عمودي محور کي د پيداشوو سرطان ناروغيو شميراو په افقي محور کي د ايونايز کوونکو وړانګودانرژي ډوزدستوخاستيک (کيڼ اړخ منحني) او نه ستوخاستيک پاتولوژي اغيزې (ښې اړخ منحني) لپاره ښودل شوئ دی (7) .

- ☜ ۱- ستو خاستيک اغيزې لکه : موتيش او دسرطان ناروغی
- ☜ ۲- نه ستوخاستيک يا ټاکونکي ړومبی اغيزې لکه:

نېکروزې (Necrosis)، د پوستکي التهاب او سوررنګ اخيستل (Erythema)، داوښتانو تويېدل، قی کول (لوستل)، دويني په جوړښت کي بدلون اونور

د وړانګو ستوخاستیک یا تصادفي اغیزې (Stochastic effects)

نوموړې زیان دوړانګو یوه نابابره اوتصادفي (per chance) اغیزه ګڼل کیږي چې اټکل یې یوازې د احسائیو (شمیرنو) په بنسټ ولاړدی. دا په دې مانا چې څوک وړاند وینه نه شي کولای چې ګوندې دایونایزکوونکووړانګو په اساس به چا ته او کله زیان ورسیږي او یا به وه نه رسیږي. همدارنګه دنوموړې اغیزې د زرر یا ناروغی کچه دوړانګود انرژي ډوزاندازې تابع نه ده، خو دزیان پیښیدلواحتمال او فریکونسي یې دانرژي ډوز سره سم سیخ اړیکې لري. داپه دې مانا، چې دوړانګوستوخاستیک زیان یوه احتمالي او تصادفي پیښه ده. څرنګه چې د وړانګوهغه کچه چې نوموړې زیان منځ ته راولي هم څر ګند نه ده، نو له دې کبله د نوموړې اغیزې لپاره د ډوز لیمیت یا سرحد کچه هم نه شي ټاکل کیدای.

د بیلګه په ډول ددې احتمال شته دی چې په ډیره ټیټه کچه انرژي ډوز چې قیمت یې دصفر نه تر دوه سوه ملي سیورت پورې رسیږي (0-200 mSv)، هم کولای شي ، چې په راتلونکي وخت کې یوبیالوژیکي او پاتالوژیکي بدلون په نسجونو کې مېنځ ته راولي. د تیوری له مخې لکه د الفا وړانګو یوه ذره او یا یو فوتون هم کولای شي، چې په بدني حجرو Somatic cell او یا جنسي حجرو Genetic cell کې دومره بدلون یا موتیشن راولي، چې په پایله کې ډیر کاله وروسته په همغه نسل اویا په راتلونکو نسلونو کې دسرطان ناروغی سبب(لامل) وګرځي. خوتول کارپوهان په پوره باورسره ویلاي شي،چې دوړانګو ستوخاستیک اغیزې یوازې هغه وخت بې زرره ګڼل کیدای شي، چې دوړانګوانرژي ډوز صفر قیمت ولري، یاني یوچاته هیڅ وړانګې وه نه رسیږي. دوړانګوستوخاستیک زررجنې اغیزې لاندې خواص لري:

- په ډیره ټیټه کچه انرژي ډوز(0-200 mSv) یاني د صفر نه تردوه سوه ملي سیورت په لیمیت کې دوړانګو نوموړي زیان پیښیدلو احتمال ډیردی.
- دوړانګوانرژي ډوزلپاره کوم ټاکلی لیمټ یا سرحد نه لري خو په دې این ای کې موتیشن منځ ته راوستلای شي او له دې کبله د بدن نیمګړی حجرې او یا د جین نیمګړی حجرې جوړیږی. په پایله کې د سرطان ناروغي په اوسني نسل او یا په راتلونکي نسل کې منځ ته راتلای شي
- د زیان پیښیدل یې یوه ناڅاپه او په تصادفي توګه منځ ته راځي او له دې کبله یې وړاند وینه نه شي کېدلای.
- د زیان درجه یې دوړانګودانرژي ډوز تابع نه ده، خو دپیښیدلو احتمال او فریکونسي یې دانرژي ډوز سره سم سیخ اړیکې لري

* **بیلګه:** د بدن حجرو ستوخاستیک وروستی زررلکه دوینې سرطان (Leukaemie) چې دناروغی پیښیدلو لوړه کچه یې لږ څه اته کاله وروسته ده اود کانسر(cancer) نورې ناروغی لکه دسږي، د تایراید او دسینې سرطان اونور چې دپیښیدلو لوړه کچه یې لږ څه شل نه تر دیرش کاله وروسته منځ ته راځي.

* **بیلګه:** د جنېتیک ستوخاستیک وروستی زرر چې دموتیشن په پایله کې ارثي ناروغې لکه دمعیوبو ماشومانو زیږیدل اویا نورې ناروغی منځ ته راځي.

دوړانکوستوخاستیک اغیزې (Stochastic effects)	دوړانکونه ستوخاستیک اغیزې (Non-stochastic effects)
دسرطان ناروغی لا مل کرځي	د بدن نسجونو او غړو ته زیان رسیږي
د پرمختګ او غتیدلو کرنلاره یې یوه ټاکلی اوږده موده لري (Latent time) او ډیرکالونه وخت نیسي ترڅوڅرګندل شي	په ډیره کمه موده کې لګه ورځې یا اونی څخه وروسته منځ ته راځي
دپیښیدلواحتمال یې دانرژي ډوز سره سم سیخ ډیریږي	دناروغی سختوالي او زیان کچه د انرژي ډوز سره سم سیخ زیاتیږي
دوړانکوانرژي ډوز لپاره کوم لیمیت نه لري. دا په دې مانا چې په ډیره ټیټه کچه وړانګې هم کولای شي چې بدن ته زیان ورسوي.	د وړانکو انرژي ډوز یو ټاکلی لیمیت لري. د وړانکو زیان هغه وخت را منځ ته کیږي چې دنوموړي لیمیت څخه واوړي
دپیښیدلواحتمال یې د صفر اودوه سوه ملي سیورت انرژي ډوز کې اټکل کیږي	هغه وخت منځ ته راځي چې دوړانکو انرژي ډوزیو ټاکلی برید لکه یوسیورت څخه واوړي
دوړانکو انرژي ډوز قیمت راټیټول یوازې دزرریا تخریب احتمال امکانات کموي	دوړانکو انرژي ډوز لیمیت د یوه ټاکلي قیمت څخه را ټیټول د نه ستوخاستیک زرر مخ نیوي کوي

٣٣- جدول: دوړانکو ستو خاستیک (Stochastic) او نه ستو خاستیک یا ډیټر مینیستیک (Deterministic) زیان توپیر ښودل شوئ دی.

دوړانکو ستوخاستیک ناوړه زرر په لاندې ډول بیان کولای شو:

- دحجرې دي این اې DNA ته زیان رسیږي خو حجره(ژونکه) خپله دنده په ښپړ توګه سر ته رسولای شي.
- د لږ څه دوه سوه پنځوس ملي سیورت نه په ښکته اندازه دوز کې منځ ته راځي (250 mSv).
- دویني سرطان او دبدن د غړوسرطان سبب(لامل) کرځي
- د انرژي ډوز لیمیټ یې څرګند نه دی . دا په دې مانا چې په ډیره ټیټه کچه وړانګې او یا یوه نیمګړې حجره(ژونکه) هم د سرطان ناروغي سبب(لامل) کیدای شي
- هغه چاته چې وړانګې رسیدلې وي دهغوی څخه په احسا ئیوي توګه ځینې کسان ناروغ کیږي

تجربو ښودلې ده چې د بدن يوه غړي په کتله کې جذب شوې راديواکتيو يتې (Activity =A) او د معادل انرژي دوز D تر منځ لاندنی اړيکی اعتبار لري

$$D = F \times A \times \frac{T_{eff}}{T_{1/2}}.$$

په پورتنی معادله کې د F توري ته دوز فکتوروېل کيږي چې واحد يې يو مايکرو کيوري په يو کيلو ګرام (µCi/kg) نسجونوکي ټاکل شوی دی. په نوموړي معا دله کی T_{eff} اغيزمن نيمايي وخت او $T_{1/2}$ فزيکي نيمايي وخت دی چې په خپل وارسره په ورځو d = day او کالونو y = year سره ښودل کيږي.
د يو لړ مهمو راديو اکتيو موادولپاره د نړيوال کميسيون (ICPRU-60) په خپرونه کې ددوز فکتور قيمتونه خپور شوي دي.

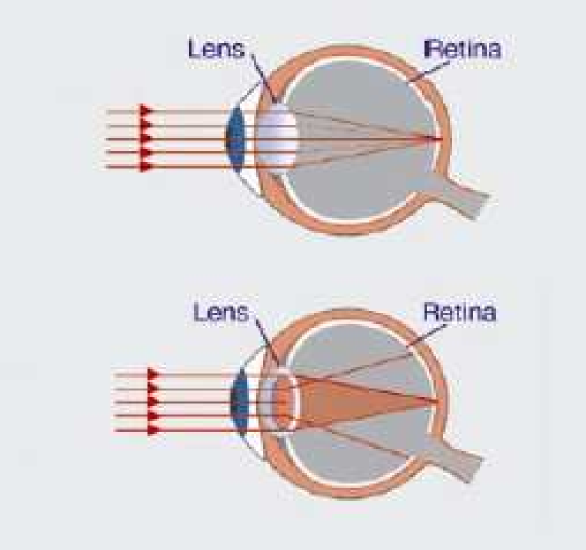
دوړانګونه ستوخاستيک اغيزې (Non-stochastic effects)

دوړانګو نه ستوخاستيک او يا په بل عبارت سره دوړانګو ټاکونکې Deterministic effects ناوړه اغيزې يوه احسائيوي پيښه نه ده، بلکه هغه وخت منځ ته راځي چې د انرژي دوزقيمت ديوه ټاکلي ليميټ يا سرحد څخه واوړي، نو بيا ددې پړاوڅخه وروسته د پاتولوژي اغيزو په پايله کې د ناروغی د سختوالي کچه د انرژي دوز سره سم سيخ پورته ځي. دبېلګه په ډول ديوستکي لپاره دغه کچه لړ څه شپږ ګری (6Gy) څرګنده شوې ده. دنوموړې اغيزې بېلګه عبارت دي له:

۱-ديوستکي سوروالی (Erythem)

۲- دسترګو دليد کمښت (Cataract).

په ۸٦- شکل کې د وړانګو ناوړه اغيزې د سترګو په کسي (Lens) باندي ښودل شوې دي.



۸٦- شکل: په پا سني شکل کې د يوې روغې سترګې کسی (Lense) د رڼا وړانګې داسې راغونډوي چې د سترګې په شبکه پوستکي (Retina) په يوه ټکي باندې فوکس شي. په لاندني شکل کې د کاتارکټ په ناروغی (Cataract) اخته شوې سترګه شودل شوې ده چې ديوې خوا درڼا وړانګې په سم ډول نه

شي را غونډولای او دبلي خوا ځيني وړانګي ګرد سره نه تيروي او هلته جذب کيږي (27). دسترګو کسي لپاره کلنی انرژي ډوزلوړ ليميټ يو سلوپينځوس ملي سيورټه(150 mSv = 0,15 Sv) ټاکل شوئ دی. که چيرته د نوموړي بريد څخه دوړانګوانرژي ډوز کچه واوړي نو د سترګوکاتاراکټ ناروغی ا حتمال ډير دی.
که چيرته په يوه وار د بدن لس سانتي مترمربع پوستکی ته تر شپږ ګري څخه پورته نه بلکه ښکته انرژي ډوز ورسيږي نو کومه کلينيکي ناوړه اغيزه نه ځرګنديږي. خو کله چي د انرژي ډوز کچه شپږ ګري سره مساوي او يا پورته شوه نو دپوستکي رنګ په لوموړي پړاوکي سور ګرځي (Erythem) او که دنوموړي قيمت څخه ډير واوړي نو وروسته پوستکئ سوځي اوپه پياوړ يا نېکروز(Necrosis) باندې بدليږي. دوړانګو نه ستوخاستيک ناوړه اغيزې په لاندې ډول لنډولای شو:

- کله چي دانرژي ډوز په لږ وخت کي ديوه ټاکلي کچي څخه پورته شي د بېلګه په ډول لکه دوه سوه پنځوس ملي سيورټ (250 mSv) نودړانګو ناروغي منځ ته راځي
- دناروغی سختوالي درجه د انرژي ډوزسره سم سيخ پورته ځي
- يوه تصادفي پيښه نه ده بلکه مخ ترمخه يي دزررکچه اټکل کولای شو. د بېلګه په ډول که سلو تنوته يو سيورټ وړانګي ورسيږي نو پنځه تنه د سرطان په ناروغی مره کيږي(5% per Sv) او په سلوکي ديوه تن 1% per Sv جنسي حجروو سخت ته تاوان رسيږي.

لنــــډيــز(Summary)

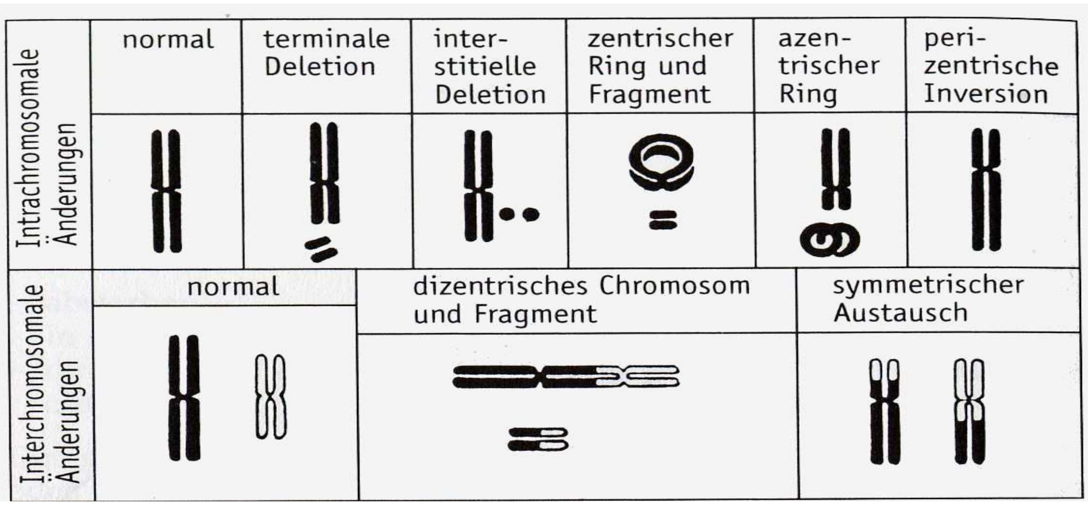
☜ په يوه حجره(ژونکه) کي دوړانګو ناوړه بيا لوژيکي اغيزې په لاندې ډول دي

- ❋ په کروموزومو کي د موتيشن منځ ته راوستل (chromosomal aberration)
- ❋ د سرطان ناروغی را پاړول (Induction)
- ❋ په بدني حجرو کي د موتيشن راپاړول (induction of somatic mutation)
- ❋ د معيوبو ماشومانوکيدل
- ❋ دحجرې ځان وژني راپاړول (induction of cell killing)
- ❋ د بدن دفاع سيستم (Immune system) کمزورى کول
- ❋ دوړانګو ناروغيو منځ ته راوستل
- ❋ نا ځاپي اغيزې د لږڅه دوه سوه پنخوس ملي سيورټ (<250 mSv) نه ښکته پيښيږي
- ❋ غير نا ځاپي اغيزې ياني نه ستوخاستيک اغيزي لکه دوړانګوناروغی په پوره يا ور سره هغه وخت منځ ته راځي کله چي د وړانګو کچه ددوه سوه پنځوس ملي سيورټ نه پورته (>250 mSv) شي.

موتيـشـن (Mutation)

ترتيولو ناوړه اغيزه چې راتلونکي نسل ته يې هم دخطراحتمال شته دی هغه وخت پيښيږي کله چې ديورانيوم ايونايزکوونکي وړانګي د بدن په حجرو ولګيږي اودهغوی په هسته کې د کروموزومو په جوړښت او شمير کې بدلون را ولي. داسی ډول بدلون ته موتيشن ويل کيږي. په ۸۷- شکل کې دکروموزومو داسي هراړ خيز بدلون ښودل شوي دی.

ديوه عادي کروموزوم شکل	لاندنۍ برخه يې پرې ده	کرده حلقه او يوه ټوټه	دمرکز نه وتلي حلقه	دمرکزنه وتلی سرچپه کروموزوم
دوه نورمال کروموزوم		دوه مرکزه کروموزوم او يوه پرې شوي برخه		ددوو کروموزومو تر منځ متناظر بدلون



۸۷- **شکل:** د موتيشن (Mutation) هر اړخيز ډولونه : د شکل پاسنی برخه ديوه کروموزوم په څنډ و او د شکل لاندنۍ برخه ددوو کروموزومو په ننه کی بدلون رانبيي (7) .

سوماتيک اوجنېتيک موتيشن (Somatic and genetic Mutation)

دايونايزکونکو وړانګوزيان په دوه ډوله ويشل کيږي چې يويې د سوماتيک زيان يا بدني زيان اوبل يې د جنېتيک زيان په نامه سره ياديږي.

الف - سوماتيک موتيشن: هغه ډول زيان ته وايي، چې دوړانګوناوړه اغيزې يې ژر او يا ورسته په هغه چا کې ليدل کيږي، چې وړانګې يې د بدن حجرو (Somatic cell) ته رسيدلي وي. په داسې حال کې چې دهغه راتلونکي نسل د کوم خطرسره نه مخامخ کيږي. سوماتيکي زيان په دوه ډوله دی.

۱ ـ سوماتیک ژر ورانی:

هغه زیان ته ویل کیږي چي ناوړه اغیزې یي ژراو سمدلاسه لیدل کیږي. دبېلګه په ډول ددوسوومليسیورت نه تر دری سوو ملي سیورته پورې (200-300 mSv) ایونایز کوونکي وړانګي دويني په جوړښت کي سمد لاسه بدلون راولي. څومره چي د معادل ډوزاندازه زیاته وي، په همغه کچه ورانی او زیان هم زیا ت وي. بشر ته دنوموړي ورانی کچه د بدن په رڼا شوي برخه او دیو چا په عمر پورې اړه لري . په ځوانانو او کوچنیانو کي دوړانګو سوماتیک ورانی د لویانو په پرتله ډیردی. دوړانګو ژرورانی دادي :

لکه استفراق، نس ناستی (اسهال)، سرګرزیدل او د وینې سپینو کرویاتو لکه د لمفوځوتو (Lymphocytes) شمیر را شکته کیدل اوداسي نور.

په ۸۸- شکل کي دوړانګو ژر ناوړه اغیزې د سپینوکروياتو موتیشن په کړنلاره سره ثابت کولای شو.د نوموړو حجروپه کروموزوموکي دیوه مرکزپه ځای دوه مرکزونه (Dicentric chromosom) لیدل کیږي چي درڼا میکروسکوپ په مرسته سره په اسانی سره ازمویل کیدای شي.

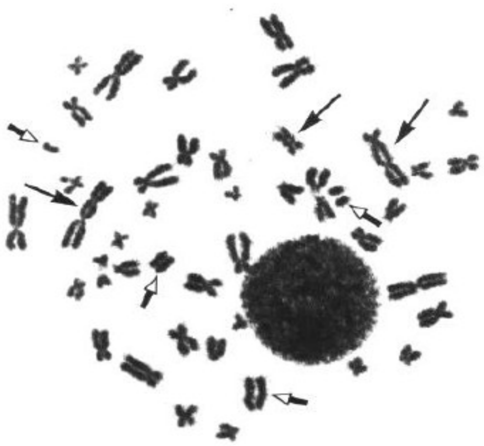
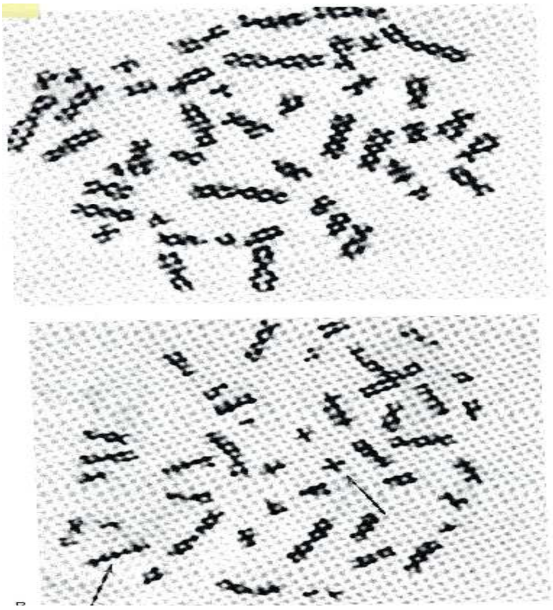


Fig. 10: Dicentric chromosomal aberrations (full arrows) and acentric fragments in the metaphase of a lymphocyte (empty arrows), 52 h after irradiation in the G_0-phase with 3 Gy X-ray

۸۸- شکل: کله چي د میتا فاز Phase G0 په پړاو کي سپینو کروياتو ته دري ګرې اکسریز 3 Gy ورکړل شي نود لومفوسیت (Lymphocyte) په کروموزو مو کي ددوه مرکزونو موتیشن Dicentric chromosomal aberration منځ ته راځي (تور ویکتورونه) او ځيني کروموزومونه بیا په توټوبدلیږي acentric fragments (سپین ویکتورونه) (22).



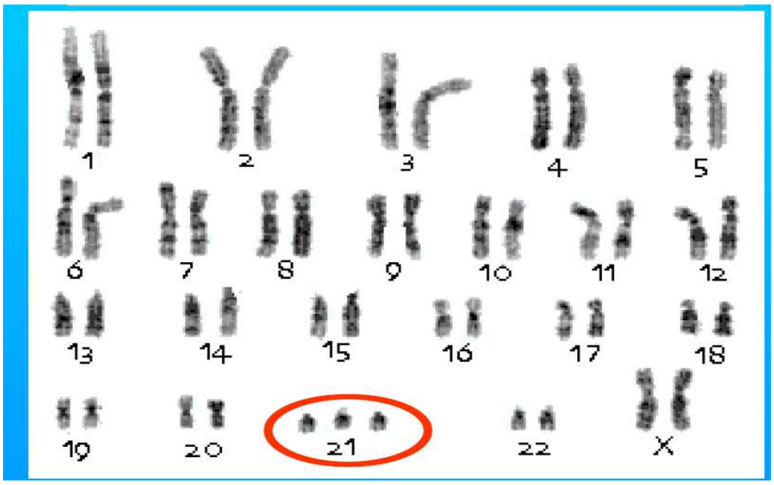
۸۹- شکل: په پاس عکس کې دنورمال کروموزومو د مېټا فاز Metaphse جوړښت ښودل شوې چې هيڅ ډول موتيشن پکې نه ليدل کيږي. په لاندني عکس کې همدغو کروموزوموته داکسريزلړخه دوه ګرې انرژي ورکړشوې ده او پيژندل کيږي چې په يوه کروموزوم کې دوه پلازميني موتيشن (Dicentric Mutation) پيداشوئ اود يوه بل کروموزوم څخه يوه برخه پرې شوې ده (Deletation). نوموړي موتيشن په اوږدوتور وېکتورونو باندې ښودل شويدي(22) .

۲ـ سوماتيک وروستی ورانی: هغه زيان ته ويل کيږي چې ناوړه اغيزې يې ځوکاله وروسته ليدل کيږي. سوماتيکي ورانی دډيرې مودې يا ني کالونو څخه وروسته هم منځ ته را تلاى شي. د بېلګه په ډول داندامو شنډوالی، د سترګو نور ور کيدل، دپوستکي سور کيدل، د اوښتانو بايلل، دسږي فيبروز (fibrosis) په نسجونو کې د سوربو منځ ته راتلل، دنسجونو پرسيدل ,(Ulcerattion)اوداسې نورپه غيرسرطاني سوماتيکي زيان کې شميرل کيږي.

ب - جنېتيک يا ارثي موتيشن:

هغه ډول زيان ته وايي چې دوړانګوناوړه اغيزې دبدن جنسي حجرو ته رسيږي او له دې کبله دنوموړي موتيشن زيان هغه چاته چې وړانګې وررسيدلي وې دهغه په راتلونکو نسلو کې هم ليدل کږي. دايونايزکوونکووړانګو نوموړي موتيشن ناوړه اغيزې ډير داندينني وړدي. داځکه چې ديوې ټولني لپاره دخطريوه لويه سر چينه ګرزيدلاې شي. ارثي سوماتيک موتېشن دوړانګو ستوخاستيک ناوړه اغيزو څخه شميرل کيږي. دوړانګو ستو خاستيک او نه ستوخاستيک موتيشن چې د هر چا د ژوند په اوږدو کې منځ ته راتلاى شي تر ډيره موده پورې پټ پاتې وي اوپه تصادفي ډول ديوه روغ سړي په عادې کنترول کولوکي رابرسيره اووپيژندل شي.

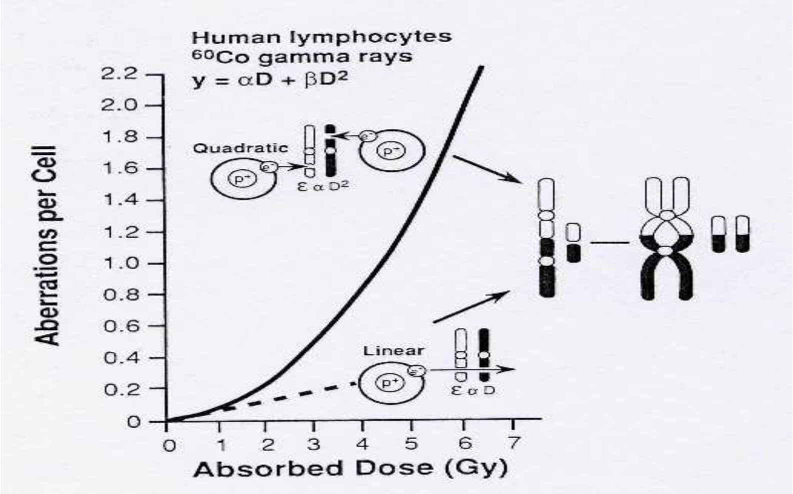
په ۹۰ شکل کې دوړانګوجنتيک موتېشن ښودل شوې دی، چې د يوويشتم کروموزوم ترې زومی (Trisomie 21) ناروغي سبب(لامل) ګرزيدلی دی. په دغه ډول موتيشن کې، د بدن په ټولو حجروکې يوويشتم کروموزوم ديوې جوړې په ځاى درى واره پيداکيږي.



۹۰- شکل: په پورتني شکل کې دوه ویشت جوړه کروموزومونه د هغوې د غټوالي سره سم په پرلپسي عددونو (شمیره) لیکل شوي دي. دایونایزکوونکو وړانګوجنېټیک موټیشن ددې سبب(لامل) ګرځي چې دبدن په حجروکې یوویشتم کروموزوم ددوو کروموزوموپه ځای درې ځله منځ ته راځي. دغه ډول ناروغي د تریزومي (Trisomie 21) په نامه سره یادیږي(27).

تجربو وښودله چې په کرموزومو کې د موټیشن شمیر، دوړانګو انرژي ډوز سره تړاولري. د بېلګه په ډول ددې این اېDNA غبرګ هیلکس دواړومزو پرې کیدل د وړانګو ډوز سره سم سیخ او دنوموړي هیلیکس یوه مزي پرې کیدل د انرژي ډوز دمربع سره متنا سب دی.

په ۹۱- شکل کې د انرژي ډوز او په یوه حجره(ژونکه) کې د موټیشن شمیر ښودل شوی دی(23).

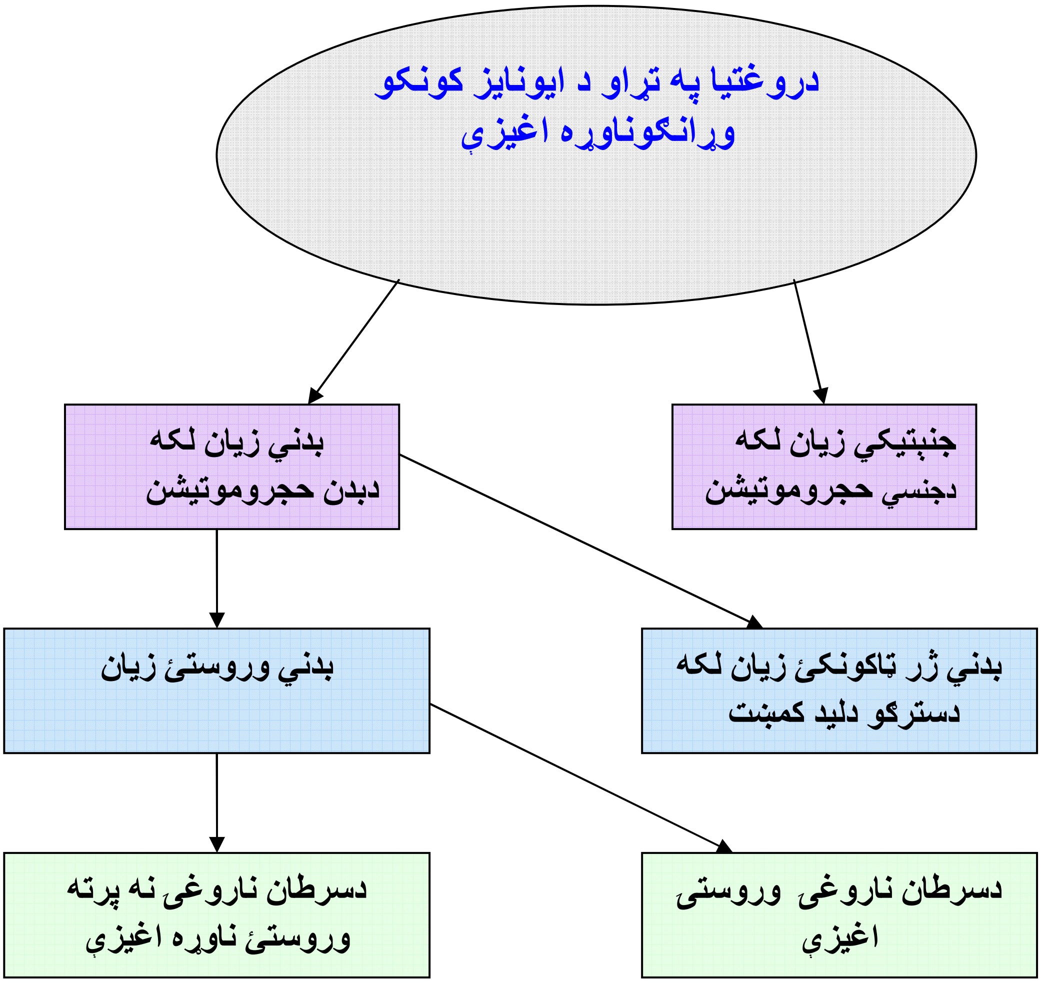


۹۱- شکل: دانسان دویني په لومفوسیت (Lymphocytes) کې دکوبالټ شپیته Co-60 ګاما وړانګوغبرګون ښودل شوی دی. نوموړې وړانګې د کروموزومو په د ي این اې کې موټیشن منځ ته راولي. د ګراف په افقي محور کې دانرژي ډوزپه واحد دګرې Gy او عمودي محور کې د موټیشن شمیر شودل شوئ دی (26) .

ډبل انرژي ډوز (Dobbling dosis)

نوموړي هغه اندازه ډوزته وايي چې په همغه کچه او شمير سره موتېشن منځ ته راولي لکه څومره چې په طبيعي او ناڅاپه (spontaneous) توګه سره منځ ته راځي. دانسان لپاره دموتيشن ډبل ډوزقيمت صفرعشاريه شپږ ګری (0,6 Gy) ټاکل شوئ دی. دنوموړې اړېکي دواحد اندازې ته **دموتيشن ډ بل ډوز** وايي چې د هر ژوند سوري لپاره ځانګړی قيمت لري.

د انسان لپاره د موتيشن ډبل انرژي ډوز(0,6 Gy) ددې سبب(لامل) ګرځيدلای شي چې ناوړه اغيزه يې په راتلونکو نسلونوکي هم منځ ته راشي. د بېلګه په ډول سل ملي سيورت معادل انرژي ډوز په يو مليون نوو پيداشوو ماشومانو کي شپږ په لس زروکي جنېتيکي زيان ليدل کيږي (28) .



په لومړي پړاوکي دځينو مخصوصو انزايمو په مرسته سره، کيدای شي چي د نوموړو حجرو دغه نيمګړتيا بيرته د منځه لاړه شي. که چيرته دغه حجرې دايونايزکو نکو وړانګود اغيزې بر سيره دنورو زهرجنو کيمياوي موادولکه:

- بنځول (Benzol)، دواګانو(Cytostatica)، دلمرماورای بنفش وړانګې، میکروبونو، سګرټ څکولو، وایرسونو(Viruses) تر اغیزې لاندې راشي، نو کیدای شي چې د نوموړو ګنو فکټورونود حاصل ضرب په پایله کې دومره زررمنې شي، چې دبیا جوړیدلو احتمال یې ډیر کم وي. نو په یوه داسې حالت کې د کروموزومو په د ننه کې، دیونا ځرګنده کود نمبرپه فعال کیدوسره دغه ناروغه اویا نیمګړې حجره(ژونکه) دځان مرګې لاره ټاکې او په بیالوژیکې ډول ځان وژنه (Apoptosis) تر سره کوي.
- که چیرته د بدن یوه نیمګړې حجره(ژونکه) د ټاکلو انزایمو په مرسته سره یا داچې بیرته پوره جوړه نه شي او نیمګړې پاتې شي، اود ځان مرګې لاره هم غوره نه کړي، اود ددفاع سیستم له خوا د یوې بیکاره حجرې په صفت وه نه پیژندل شي، نو په پایله کې دسرطان په حجره(ژونکه) بدلیږي.
- دیوې سرطان حجرې او د یوې روغې عادي حجرې ترمنځ توپیر دادی، چې دسرطان ناروغه حجره(ژونکه) په خپل سراو بې شمیره پرلپسې ویشل (Mitosis) کیږي، چې په پایله کې یې حجم دومره غټ کیږي، چې دشاوخواپه اعصابواو رګونوباندی فشارراولي.

په داسې حال کې چې یوه روغه رمټه حجره(ژونکه) وروسته له تقریبا دیرشو ویشونو څخه دریږي او اضافه نه ویشل کیږي خو دسرطان ناروغی یوه حجره بې شمیره ډیریږي. تجربوښودلې ده، چې دسرطان حجره(ژونکه) په لوړه کچه تیزابي مواد تولیدوي چې په پایله کې زیات ازاد کیمیاوي رادیکال منځ ته راځي. بل داچې د میکروسکوپ په مرسته سره دسرطان حجرې د کروموزومونیمګړتیا او موتیشن، لکه د دوه پلازمینې کروموزومود شمیرزیاتوالی او یا د کروموزومو دیوې برخې کمښت په ډیرښکاره ډول تشخیص (پیژندل) کیدای شي. دسرطان ناروغیپه پرمخ تللي پړاو کې دیوې خواناروغ ته درد پیداکیږي او دبلې خوا دشاوخواګړي خپله دنده په سمه توګه سرته نه شي رسولای(6) .

ډي اين اې (DNA=Deoxyribonucleicacic) او دوړانګو غبرګون

دانسان د بدن په هره یوه حجره(ژونکه) کې ښیر ځلوینت کروموزومونه (chromosoms) پراته دي چې په هغوی کې د جنیټیک ټول مواد او ارثي مالومات خوندي پروت دی. دکروموزومونو ټولو یوه مهمه بر خه د **ډي اين اې.** (DNA=Deoxyribonucleicacic) مالیکول جوړوي، چې د ډې اکسي ریبونوکلیوټیډ Deoxyribonucleotide تاوشوي غبرګ مزې (Double helix) څخه جوړدی او په ۹۲ شکل کې ښودل شوئ دی. دنوموړې غبرګ تاوشوې مزې نوکلیوتید دډېوبرخو یانې دنایتروجن باز (base)، دشکریابورې اوفوسفات ګروپ څخه جوړدی. دنایتروجن باز عبارت دي له:

- ادینین (A=Adenin) یا ګوانین (G=Guanin) یاسیتوزین (C,=Cytosine) یا تیومین (T=Thymine) اویا اوراسیل (U= Uracil). د **ډي. اين. ا.** غبرګ تاو شوی تار بازې لکه ادینین، ګوانین، سیتوزین، تیومین او اوراسیل دهایدروجن مرکباتو په مرسته دیوه بل سره تړل شوې دي.

- د انسان **دي اين اې**(DNA) دوه متره اوږده او دوه نانومتره (دیوه متریوملیاردمه برخه) پنډ دي. په ۲۰۰۱ م کال کې دانسان جنيتيک کود راوسپنيده، ياني رابرسيره شواو څرګنده شوه چي لږڅه ديرش ذره (30 000) جين لري.

- د ايونايزکونکو وړانګو غبرګون دبدن حجرو سره هغه وخت ډير ناوړه پايله لري، کله چې دکروموزوموپه دي اين اې. (DNA) باندي ولګيږي. دا ځکه چې ديوې حجرې دژوند ټول جنتيک مالومات په دي اين اې. ماليکول کې خوندي ساتل شوي دي.

په ۹۲ شکل کې د دي اين اې. په بازو او دبورې په ماليکول باندې دهستوي اوالکترومقناطيسي وړانګوهر اړخيزې ناوړه اغيزې ښودل شوي دي .

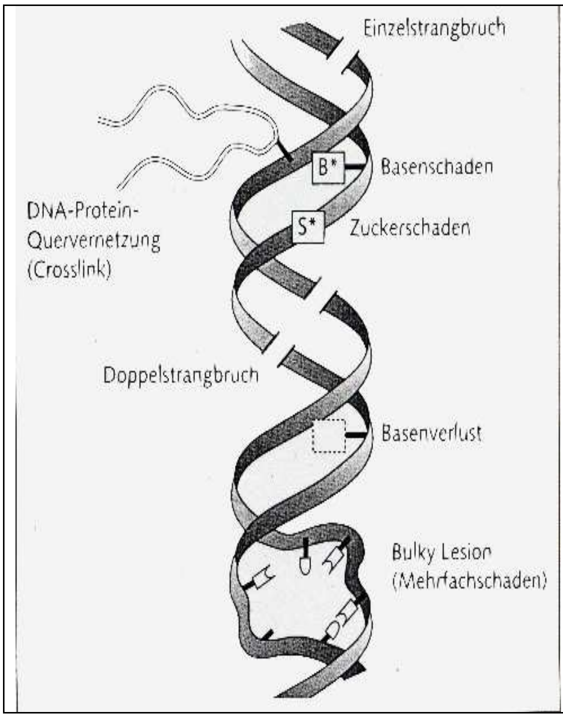
لومړی: د ډي اين اې د يوه تاوشوي تار پرى کيدلوشميردوړانګو ډوزمربع سره متناسب دى.

دويم: دډي اين اې دواړو تاوشوو تارونو پرى کيدلوشمير دوړانګوډوزسره سم سيخ متناسب دى.

دريم: هغه کيمياوي اړيکي چې هر ډول پروتين او دډي اين اې. ماليکول غبرګ تارونه ديوه بل سره تړي، دمنځه وړل کيږي.

که چيرته دبدن يوې حجرې دي اين اې. ته دايونايزکوونکو وړانګويو ګرې ډوز1Gy ورسيږي، نوپه پايله کې لاندنۍ بدلون په يوه حجره کې منځ ته راځي:

* د زرو څخه تر دوه زرو (1000- 2000) بازومرکباتوکي بدلون
* دپينځه سوو څخه تر زروپورې (500 – 1000) ديوه تاوشوي مزي يا هيلکس پرې کيدل تر سره کيږي. (Single strand break)
* د لږڅه پنځوسو (50) غبرګ تاوشوو مزو يا هيلکس پرې کيدل (Double strand break)



د ډي این اې. دیوه مزي پرې کول

د ډي این اې. بازوته زیان رسول

د ډي این اې. بورې یا شکر ته زیان رسول

دډي این اې. تاوشوي غبرګ تارونه پرې کول

د ډي این اې. اې بازو بایلل

د ډي این اې. غبرګ تاو شوو تارونو ته
هر اړخیز زیان رسول

۹۲ـ شکل: په ډي این اې. (DNA) باندي د ایونایزکوونکو وړانګو هر اړخیزه ناوړه اغیزې.
۱ - دپروتین مرکباتو دمنځه وړل ۲ - دبازو(Base) ازادول اونیمګړي کول، دغبرګ تاوشوي اویا د یوه تار یاني هیلکس helix پرې کول اونور (9)

نن ورځ په نړیواله کچه د ساینس پوهانوله خوا دوه دوله موډلونه وړاندې شوي دي چي په ډي این اې. (DNA) باندي د ایونایزکوونکو وړانګو هر اړخیزې ناوړه اغیزې په ګوته کوي. په ۹۳ شکل کي دواړه موډلونه ښودل شوي دي.

- **لومړی موډل:** کله چي یوه ایونایز کوونکي ذره په ډي این اې. (DNA) باندې ولګیږي، نود تیریدلو په ترځ کي، یوه برخه انرژي د لاسه و رکوي، چي په پایله کي دډي این اې. (DNA) دواړه غبرګ تاو شوي مزي په یوه وار سره سمد لاسه پرې کوي (Double strand breaks) . په نوموړي موډل کي د غبرګ پرې شوو ډي این اې.(DNA) شمیر N د وړانګو انرژي ډوز(αD) سره سم سیخ متنا سب دی.

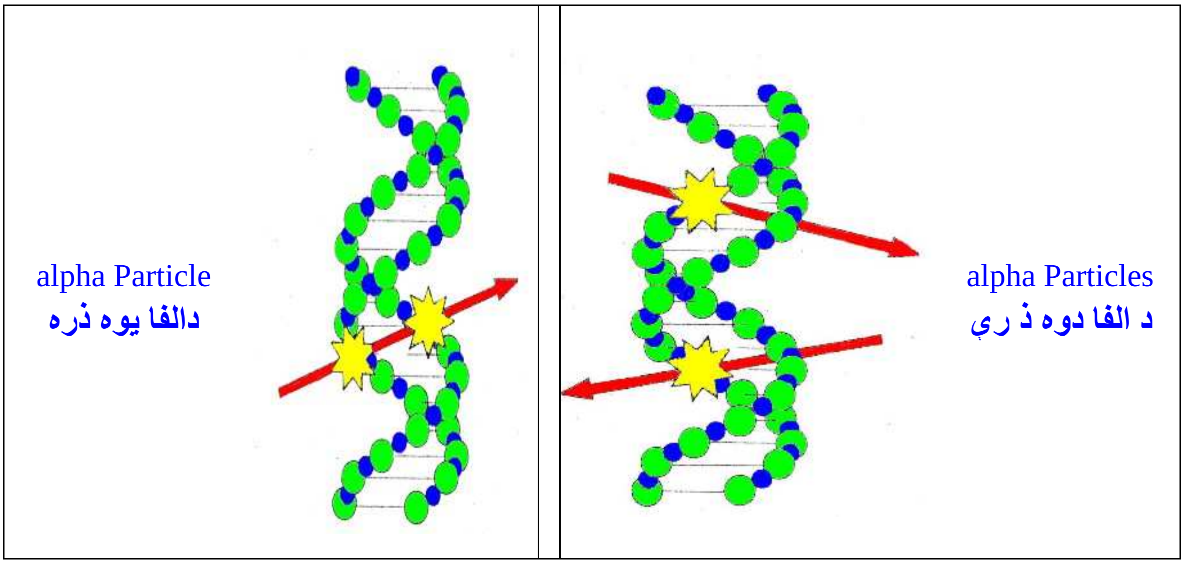
- **دویم موډل :** کله چي دوه ایونایز کوونکي ذرې چي د یوه او بل سره کوم تړاو نه لري، او په خانګړي ډول سره په ډي این اې. (DNA) باندې ولګیږي، نو کیدای شي چي په هر یوه هیلیکس (Helix) دومره انرژي انتقال کړي، چي په پایله کي غبرګ تاو شوي مزي پرې شي. په دغه موډل کي د غبرګ پرې شوو ډي این اې.(DNA) شمیر N د وړانګو انرژي ډوز د مربع (βD^2) سره سم سیخ متنا سب دی .

په يوه حجره(ژونکه) کې د غبرګ پرې شوو ډي اين اې.(DNA) منځنۍ شمير N ،چې د وړانګوانرژي ډوز D د غبرګون په پايله کې منځ ته راځي، د لاندنې معادلې څخه تر لاسه کولای شو.

$$N = \alpha D + \beta D^2$$

په پورتنۍ معادله کې دالفا α اوبيتا β توري د وړانګو په واسطه د حجرې په چاپيريال کې د کيمياوي راديکالو اوهلته د جذب شوې انرژي په ځرنګوالي اوويشتوب پورې تړاولري.

تجربوښودلې ده چې که ايونايزکوونکې وړانګې دبدن روغې حجرې د ډي اين اې.(DNA) په ماليکولو باندې ولګيږي اودهغه دواړه غبرګ تاوشوي مزي (Double helix) پرې کړي نو په ډير احتمال سره د سرطان حجرې د منځ ته راتلوسبب(لامل) کيدای شي.



۹۳- شکل: په ښي اړخ کې د الفا دوه ذرې او په کيڼ اړخ کې دالفا يوه ذره دکروموزوموپه ډي اين اې. (DNA) باندې لګيږي اودهغه غبرګ مزي (Double- Strand break) پرې کوي(73).

دالفا وړانګو ناوړه اغيزې دادي چې د ډي اين اې. غبرګ تاوشوي مزي پرې کوي، او له دې کبله يا داچې همغه حجره(ژونکه) دمنځه ځي، او يا داچې ژوندۍ پاتې کيږي او خپل ويشتوب ته پايښت ورکوي، خو نيمګړتيا يې د موټيشن په ځيرنا سمه پاتې کيږي. که څه هم نوموړې حجرې دځينو مخصوصو انزايمو Enzyme له خوا په زياته کچه بيرته جوړيږي خو بيا هم هغه ځينې کم شمير، چې بيرته نا سمې پاتې کيږي په ډير احتمال سره په اوږده موده کې دسرطان په حجرو بدليږي.

د بېلګه په توګه د ځلورو ساعتونوپه موده کې د ډي اين اې. ددوه زرو پرې شوو هېلکس يوه مزي څخه يې، اوه نوي په سلوکې۹۷٪ بيرته جوړيږي. اوسنيو ځيرنو په ډاګه کړې ده چې داسې نيمګړې يا په بل عبارت موټيشن شوې حجرې چې دسرطان ناروغې ورنه پيداکيږي يوعلت دادی چې نوموړې

حجرې دويشتوب هغه نورمال اود پيدايښت په ترڅ کې ټاکل شوی جنېټيک کود پروګرام هيروي، او په خپل سرويشتوب ياني ميتوز پروسې ته دوام ورکوي. په عادي توګه په نورمال حجروکې دويشتوب يا دميتوز پروسه د همغه غړي دکارکولو او اړتيا سره سم د يوه ټاکلي پروګرام او کنټرول لاندې سرته رسيږي. دبلې خوا دبدن ددفاع سيستم هره يوه نيمګړې حجره(ژونکه) ددښمن په بڼه پيژندلای شي نو له دې کبله يې د ټاکلوحجرو لکه ماکرو فاګ (Macrophages) په مرسته سره له منځه وړي. که چيرته د کروموزومويو تار دوړانګو په تشعشع يا ځليدو سره پرې شي نو په بدن کې ځيني ميکانيزم لکه بيرته جوړونکي انزايم اوټاکلي پروټين شته دي، چې د دي اين اې. ديوه مزي ځخه مالومات کاپي کړي اوپه پرې شوي مزي يې ونښلوي، او د يوه داسې جنټيک ټکنالوژي په مرسته سره نوموړې نيمګړتيا بيرته له منځه يوسي. ځوکله چې د کروموزومونو دواړه مزي په هر سبب(لامل) که هم وي، يو ځل پرې شول، نو دبيرته پوره جوړيدلو احتمال يې ډير کم دی، او کيدای شي چې وروسته له ډيرو کالونو ځخه دغه حجره(ژونکه) دسرطان په حجره(ژونکه) بدله شي. که فرض کړو چې دغه زرريي د موتيشن په بڼه سره د بدن جنسي حجروته ور سيږي، نو دراتلونکي نسل د ماشومانو د بدن په هره يوه حجره(ژونکه) کی دغه نيمګړتيا منځ ته راتلای شي. دا په دی مانا چې که يو چاته هستوی وړانګې په ډيره ټيټه کچه هم رسيدلی وي، د بېلګه په ډول د ځو ملي سيورټ په شاوخوا کې، خو بيا يې هم دد ي احتمال شته دی چې اولادونه يې معيوب او ناروغه نړۍ ته راشي. دبېلګه په ډول دسترګونشتوالی،تريزومي يوويشت، په کپرۍ کې داوبوزياتوالی، داندامونونشتوالی اود وينې سرطان او نوری ناروغی. ځيرنو وښودله چې د دي اين اې. ديو تار پرې کيدلوشميردمعادل انرژي اندازې په مربع او د غبرګ مزي پرې کيدل دمعادل انرژي اندازې سره سم سيخ تړاو لري.

د بدن په يوه رڼا شوې حجره(ژونکه) کې ديوګرې(1 Gy) زيان شميراوډولونه	
دهرې يوې حجرې په د ي ان اې (DNA) کې لړ ځه پينځه ذره هر اړخيز زيانونه منځ ته راځي.	5000 damages
دد ي اين اې (DNA) ځلورزريوه مزي پرې کيدل	4000 single strand breaks
دد ي اين اې (DNA) پينځه سوه بازو لکه ګوانين، ادېنين ... ته زيان رسيدل	500 base damages
دد ي اين اې (DNA) ځلوينټوغبرګو مزيو پرې کيدل	40 Double strand break)
د يو مليون حجرو د منځه تلل	10^6 cell annihilation
دد ي ان اې (DNA) په يوسلوپنځوس پروټينو کې بدلون	150 proteins damage

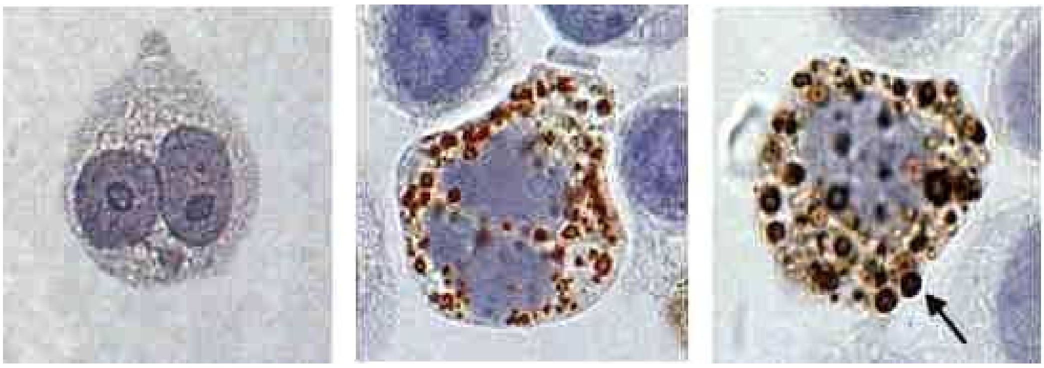
۳٤- جدول: په يوه حجره(ژونکه) کې د وړانګو يوګرې (1Gy) دزيان شميراو ډولونه ښودل شوي دي(7).

د حجرې پروګرام شوې ځان وژنه (Apoptosis)

دحجرې په ډي این اې. (DNA) کې ځیني پروګرام شوي جنېټیک کوډ میکانیزم شته دي، چې دهغي په اساس یوه حجره(ژونکه) کولای شي خپل ځان پخپله مړکړي. دغې کړنلارې ته، ځان مرګې یا اپوپوتوز (Apoptosis) وایي، چې په ۹٤ شکل کې ښودل شوې ده. نوموړې کړنلاره دحجرې له خوا دخطر د ژغورلواو د نور زیان دمخ نیولوپه موخه یوه احتیاطي لاره ده، ترڅووکولای شي یوازې دروغو(سالمو) حجروپه کارکولوسره یو غړی خپله دنده په سمه توګه سرته ورسوي.

- یوه حجره(ژونکه) دخپل ځان وژني (Apoptosis) په هکله هغه وخت پریکړه کوي کله چې دغه حجره(ژونکه) دایونایزکونکووړانګو دزرړپه پایله کې بیرته نه شي جوړیدلاې او نیمګړې پاتې شي.

- یوه حجره(ژونکه) خپله دنده که علت یې هر څه هم وي په صحیح او سمه توګه سر ته نه شي تر سره کولای. د بېلګه په توګه کله چې یوه حجره(ژونکه) ډیرعمر ولري او زړه شوې وي او کار نه شي کولاې، نوپه داسې یو حالت کې یوپروګرام شوې ځان وژنه تر سره کوي.



۹٤ـ شکل: دیوې حجرې دځان وژني (Apoptosis) درې پړاونه اود تجزیې کړنلاره شودل شوې ده.

که چیرته دایونایزکوونکو وړانګو دزرړپه پایله کې، دبېلګه په ډول دسپینوکرویاتواو یا د بدن یوه بل غړي ډیر شمیر حجرې دځان وژني په اساس دمینځه لاړې شي، او پرځاې یې نورې نوې حجرې را پیدا نه شي، نویوې خوا دبدن هغه غړی خپله دنده په سم او بشپړه تو ګه سرته نه شي رسولاې، او دبلې خوا د سړي ددفاع سیستم کمزوری کیږي اوپه پایله کې ددې امکانات هم زیات کیږي چې سړې په هر راز ناروغیو اخته شي.

اپوپتوزیوناني لغت (ویي) دی او اپو apo په مانا د لیرې کیدل او پتوزیس ptosis غورځیدل مانا ورکوي. لکه چې دمني په موسم کې دونوڅخه پاڼې راغورځي، په همدې مفهوم اپوپتوزمانا ورکوي.

د ډي اين اې. (DNA) نيمګړو برخو بيرته جوړول

په ۹۵ شکل کې ښودل شوې ده چې څرنګه د يوه ټاکلي انزايم (DNA-Polymerase) په مر سته سره د کروموزومو ډي.اين.اې. DNA غبرګ پرې شوې هليکس (Double strand break) او د بازو نيمګړتيا (Base damage) بيرته جوړيږي.

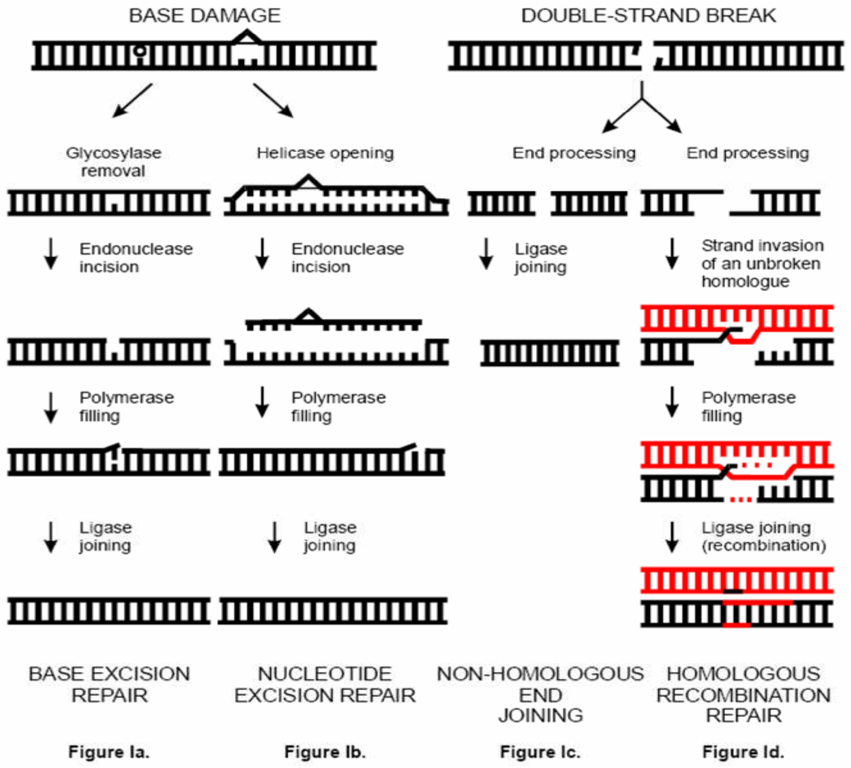


Figure I.
Mechanisms of DNA repair (simplified).

Figure Ia: Base damage is excised by a specific glycosylase: the DNA backbone is cut and the gap filled by a polymerase. The resulting gap is refilled.

Figure Ib: Bulky base damage is removed along with an oligonucleotide (of about 30 bases in human cells). Resynthesis takes place using the opposite strand as a template.

Figure Ic: A double-strand break is rejoined end-to-end.

Figure Id: A double-strand break is repaired with the help of a homologous undamaged molecule (shown in red). Strand invasion allows resynthesis on complementary sequence, followed by a resolution of the strands and rejoining.

۹۵- شکل: الف-1a: د ډي.اين.اى. DNA بازو (Base damage) زيان منه برخه د يوه ټاکلي انزايم ګلوکوسيلازې (Glycosylase) په مرسته سره را ايستل کيږي. د ډي.اين.اې. DNA څخه ته راوتلي برخه پرې کيږي او تښه شوې برخه يې په پولي ميرازې انزايم (Polymerase) بشپړ ډک کيږي.

ب- 1b: دبازو Base زيانمنه او راوتلې اضافه کتله د اوليګونوکليوتيدو (Oligonucleotide) په ګډون په ټول اوږدوالي کې ليرې کيږي. د ډي اين اې DNA دمخامخ تاوشوي مزي يا نې سټراند Strand يو نوې ترکيب کاپي کول تر سره کيږي.

ج- 1c: د یوه غبرګ مزي دواړه پرې شوې برخې بیرته داسې سره تړل کیږي چې دیوه اخرنۍ څوکه د بلې اخرنې څوکې سره خوله په خوله یوځای شي.

د- 1d: د یوه غبرګ مزي دواړه پرې شوې برخې دیوه نه زیان من شوي او هومولوګ یاني ورته مالیکول په مرسته سره بیرته جوړیږي.

په نطفه (Embryo) کې دوړانګوناوړه اغیزې

په ماشومانو کې دوړانګو ناوړه اغیزې د لویانو(بالغو) په پرتله لږ څه دوه برابره زیاتې اټکل کیږي. دا ځکه چې په ماشومانو کې دحجرووېشتو ب (Mitosis) کړنلاره لا هم پایښت لري. دوړانګو زیان په تیره بیا هغو ماشومانو ته، چې دمور په نس کې وي، نور هم زیات دی، چې په لومړي وخت کې ورته دامبریو (Embryo) نطفه او بیا وروسته د فیتوس (Fetus) په نامه یادیږي. یو ماشوم چې لا د مور په نس کې وي دوړانګوناوړه اغیزې په دې پورې هم اړه لري، چې کوچنې د څوورځودې او هغه ته په کومه کچه انرژي ډوز رسیدلې ده. په دې اړوند درې پړاونه د یادولو وړدي.

☜ بلاستوګینېزیس (Blastogenesis) :

نومړی هغه وخت ته ویل کیږي، چې ماشوم د مور په نطفه (جنین) کې د زایګوت (Zygote) په څیر ستریږي او د **نهوورځو(9d -0)** عمر ولري . څرنګه چې په دې موده کې دوړانګو خطرد امبریو لپاره خورازیات دی نویا داچې ماشوم ژوندې پاتې کیږي، او یا مړ کیږي. دا په دې مانا چې دوړانګوپه واسطه د امبریو حجرې دومره زیانمنې شوې دي، چې ماشوم ترې مړ کیږي او یا داچې دومره ډیر زرروزته نه دې رسیدلې او ماشوم ژوندې پاتې کیږي او یو نورمال هلک ورځخه پیدا کیږي.

نومړي قانون ته د شتون اویا نه شتون قانون ویل کیږي. هغه تجربې چې په موږکانو تر سره شوې دي، په ډاګه کوي، چې لږ څه پنځوس ملي سیورت (0,05 Sv) وړانګې هم د مړینې سبب(لامل) ګرزیدلای شي. که په دې لسو ورځو کې امبریو ته د سل ملي سیورت (100 mSv) نه پورته وړانګې ورسیږي، نو په پایله کې نطفه خپل ژوند دلاسه ورکوي.

☜ اورګانوګېنېزیس (Organogenesis) :

نومړۍ هغه وخت دی چې د لسمې ورځې څخه پیل کیږي او تر دوه څلوېښتمې ورځې پورې**(42-10)** رسیږي. په دغه موده کې د امبریوحجرې په توپیر لرونکو نسجونو بدلیږي چې په پایله کې ورځخه غړي منځ ته راځي. په نومړي وخت کې دوړانګو خطر د امبریو لپاره دومره زیات نه دې، چې ګڼه ومړي، خود بدن غړي یې نیمګړي پاتې کیدای شي.

☜ فیتوګېنېزیس (Fetogenesis) :

نومړې هغه وخت دې چې د درې څلویښتمې ورځې څخه د فیتوس تر زیږیدنې ورځې پورې رسیږي. دوړانګوناوړه اغیزې د غړونیمګړتیا سبب(لامل) کیدای شي. لکه د ماغزو کوچنیتوب، سکېلیت نیمګړتیا، دسترګوکوچنیوالی (Microphthalmus) اونور.

بلاستوګينېزيس (Blastogenesis)	اورګانوګېنېزيس (Organogenesis)	فېتوګېنېزيس (Fetogenesis)

۹٦- شکل: په نوموړي شکل کې دماشوم د ستريدلو درې پړاونه ښودل شوي دي، چې دوړانګو په مقابل کې په توپير سره حساسيت ښيي. په ۳۵ جدول کې د يوه ماشوم لپاره د وړانګود خطرکچه اټکل شوې ده، کله چې ماشوم لا د مور په نس کې وي. د پيداينت څخه تردرې خلوينت ورځو پورې ورته امبريو(Embryo) يا نطفه اوپاتې موده يا نې تر زيږيدلو پورې د فيتوس (Fetus) په نامه ياديږي

دوړانګو تيراتوګېن اغيزې (Teratogene effects)

دوړانګوتيراتوګين اغيزې هغو ناوړوکلينيکي اغيزوته ويل کيږي چې دمورپه نس کې، ياني لا نه زيږيدلي ماشوم ته رسيږي. نوموړې اغيزې عبارت دي له:

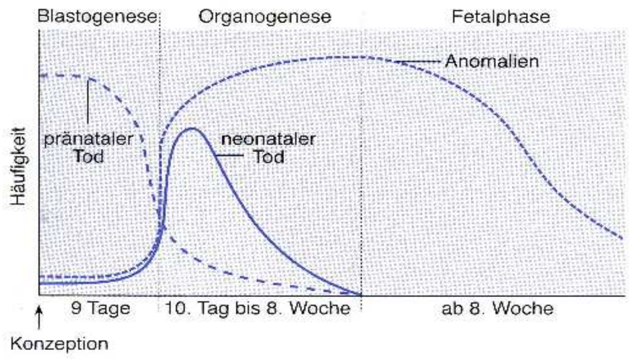
* دماشوم مړينه د زيږيدلوترمخه (Prenatal) اويا دزيږيدلوڅخه ورسته (Neonatal)
* دبدن غړونيمګړتيا (Malformation) خوپه تيره بيا د عصبي سيستم زړرمن کيدل
* دماشوم دستريدلو پروسه دنورمال ماشوم په پرتله په ټپه دريږي اويا ډيره ورووپرمخ ځي، خوپه غړو کې نيمګړتيا منځ ته نه راځي.
* ماشوم نورمال غټ کيږي اوکومه نيمګړتيا نه لري.

دمور په نس کې د يوه ماشوم (Emryo) جنسي حجرې د بالغوکسانو په پرتله دوړانګوپه مقابل کې لس ځله ډيرحساسيت ښيي. دوړانګو نه د ساتنې نړيوال سازمان (ICRP) تولودوه ځانوميندوته، ددي سپارښتنه کوي، چې داکسريزعکس اخيستلوپه موخه، په پام کې ولري، تر څود حاملګی ياني (دوه ځانه) کيدولوپه لومړيو لسوورځوکې (Menstration cycle)، دهغوی رحم (Uterus) ته په هيڅ کچه نوموړي وړانګې وه نه رسيږي. نوموړئ قانون دلسوورځوقاونون په نامه سره نامتو شوئ دی

دماشوم دغتیدلو موده	کلینیکي عیب لرونکي ډولونه	د ډوزپورتنی لیمېټ	دخطرضریب
تر لسو ورځوپورې	مړینه	100 mSv سل ملي سیورت	0,1%/mSv
دلسوورځو څخه تر اتو اونیو پورې	دسکېلیت کوچنیوالی Hydrocephalus هایدروسیفالوس Microcephaly دسرکوچنیوالي Microphthalmus کوچني سترګې Anophthalmus دسترګو نشتوالی	100 mSv سل ملي سیورت	0,05%/mSv
داتو څخه تر پینځه لسو اونیو پورې	لنډ اندامونه اولنډ سکېلیت شنډ کیدل، دجسم توازن بایلل او دنوروغړو نیمګړتیا	300 mSv درې سوه ملي سیورت	0,04%/mSv
	درې په سل دذکاوت تناسب ټکو کمښت Intelligence quotient = IQ	لیمېټ نه لر ي	3% IQ/mSv
د شپاړسو څخه تر پینځه ویشتو اونیو بورې	دغابنونو، سترګو، دبنځینه تیواو دعصبي سیستم عیبناکه کیدل	300 mSV درې سوه ملي سیورت	0,01 %
	یو په سل دذکاوت تناسب کمښت Intelligence quotient = IQ	لیمېټ نه لري	1% IQ/mSv

۳۵- جدول: په نطفه (Embryo) کې دوړانګوناوړه اغیزې ښودل شوې دي.

په ۹٦-الف شکل کې دوړانګو ناوړه اغیزې د ماشوم د پیداینټ ورځې څخه د زیږیدلوتر ورځې پورې ښودل شوې دي. دغه ناوړه اغیزې په دې پورې اړه لري، چې د مور په نس کې ماشوم ته د حاملګی یاني میندوارۍ کې په کومه موده او په څومره کچه وړانګې رسیدلي دي. د بیلګې په ډول که چیرته دپیداینټ په لومړیونهو ورځو (Blastogenese) کې ماشوم ته یواځې څو ملي سیورته وړانګې ورسیږي نودغه دمړیني سبب(لامل) ګرځي. کله چې ماشوم ته د لسوورځوڅخه تر شپیتوورځوپه موده کې تر پنځوس ملي سیورته څخه پورته وړانګې ورسیږي نویا داچې ماشوم دزیږیدلوڅخه وروسته مر کیږي (Neonatal) اویا دهغه په غړوکې نیمګړتیا منځ ته راځي.



۹٦- الف شکل: په ماشوم باندي دوړانګو ناوړه اغيزي کثرت، لکه د ماشوم مړينه او يا دماشوم دغړو نيمګړتيا دپيدايښت د ورځي څخه دماشوم تر زيږيدلوورځي پورې ښودل شوي دي(7).

پايله اولنديز

- يوه حجره په ميتوزاو G2-Phase پړاوکي دايونايزکوونکو وړانګو په مقابل کي ډيرحساسيت لري.
- يوه حجره د G1-Phase په پړاوکي دايونايزکوونکو وړانګو په مقابل کي کم حساسيت لري
- يوه حجره د S-Phase په پړاوکي دايونايزکوونکو وړانګو په مقابل کې ترټولو لږ حساسيت لري دا په دې مانا چې مقاومت يې زيات دی.
- دنسجونوپه رڼا کيدوسره په لومړي پړا وکی او په ګڼ شميرحجروکی دډی این ای DNA يو تار Single strand break پرې کيږي خو د مخا مخ ورته دويم تارڅخه دکاپی کولوپه کړنلا ره سره ډيرژربيرته جوړيږی
- که د حجروپه رڼا کيدوسره د ډی این ای DNA دواړه غبرګ تا رونه پرې شي نوپه پايله کی يا داچی دغه حجره مري، اويا داچې په کروموزوموکی موتيشن منځ ته راځی اووروسته له لږ څه پينځه نه تر ديرشو کالو پورې ډير احتمال شته چې د سرطا ن په حجره واوري. داځکه چې دنورمال حجرې په پرتله بې شميره اوبې کنټروله ډيربښت مومي
- په کروموزومو کې دموتيشن شمير دوړانګو دانژی دوز سره دخطيز مربع يوه تابع تشکيلوي
- دويني په لمفوسيت Lymphocytes کې ددوه مرکزونو موتيشن Dicentrics mutation شميراټکل هغه بيالوژيکي تکلاره ده، چې ټول بدن ته دوررسيدلووړانګوانرژي دوزتر لاسه کيدای شي. په نومورې کړنلاره کې سرې کولای شي چې تر پينځه ويشت سانتي ګری ټيټه 25 cGy کچه وړانګو اغيزې وپيژندل شي اواندازه شي.
- ځرنګه چې په رڼا شووو دي داين ای DNA کی د بې ځايه شوموتيشن ناسمي ډيرثابت شکل لري، اوحجرو ته دومره زيان نه رسوي چې Translocation abberrations مړې شي، نو له دې کبله تر ډيرو کالونو وروسته هم ددغې بيالوژيکي تکلارې په مرسته سره بدن ته دوړانګوانرژی دوز ټاکل کيدای شي.

پوښتني (Questions):

۱۱-۱ په راديوبيولوژي کې LD_{50} يوداسي لنډيزدی چې دوړانګوانرژي ډوزهغه اندازه رابنيي چې:

الف: تولي رڼا شوې حجرې مړې کوي - **ب:** نيمايي رڼا شوې حجرې مړې کوي

ج: نيمايي رڼا شوې حجرې په پينځو سو ورځو کې مړې کوي

د: پينځوسمه برخه رڼا شوې حجرې مړې کوي

۱۱-۲ ديوې حجرې ويشتوب په کړنلاره کې (Cell cycle) لکه G0; G1;S;G2; Mitosis کوم يو پړاودوړانګو پمقابل کې تر ټولونوروډير حساسيت څرګندوی؟

۱۱-۳ د بدن کوم يو ه غړی حجرې لکه (دهډوکوماغزوحجرې، لومفايد نسجونوحجرې، داعصابو حجرې، ډيوستکي حجرې، سپرما تيد حجرې) دوړانګو پمقابل کې ترټولو ډيرحساسيت ښيي؟

۱۱-٤ که چيرته د يوچاټول بدن په يو ګرې 1Gy وړانګو رڼا شي نوددې خطرڅومره دې چې د هډوکوپه ماغزوکې به د سرطان ناروغي راپارول شي اودوړانګو دغه ناوړه اغيزه څه نوميږي؟

الف: ستوخاستيک يا نې تصادفي پيښه - **ب:** نه ستوخاستيک پيښه

ج: ترافيکي پيښه - **د:** هستوي پيښه

۱۱-٥ د سترګو د کاټاراکت ناروغي هغه مهال منځ ته راځي چيرته چې دوړانګو انرژي ډوز کچه د لاندې ليميټ څخه پورته شي .

الف: شپږ سيورت - **ب:** لس سيورت - **ج:** پينځلس سيورت - **د:** يو سلوپينځوس ملی سيورت

۱۱-٦ د عام ولس لپاره کلني لوړانرژي ډوزليميټ د نړيوال کمسيون ICRP له خوا څومره ټاکل شوئ دی ؟

الف: يو ملي سيورت - **ب:** لس ملي سيورت - **ج:** سل مي سيورت - **د:** يو سيورت

۱۱-۷ که يوه ځانګړې حجره(ژونکه) په يو ګرې رڼا شي نوڅه ډول زيانونه او په څومره شميرد دې اين اې DNA دواړه تارونه او يو تار پرې کولای شي؟

۱۱-۸ دوړانګوتصادفي Stochastic ناوړه اغيزې کومې دي؟

۱۱-۹ دوړانګو ټاکونکې Deterministic ناوړه اغيزې کومې دي؟

۱۱-۱۰ که يوماشوم دمور په نس کې وي اود سل ملي سيورته څخه پورته وړانګې ورته ورسيږي نو کوم ډول ناروغی اويا معيوب غړي منځ ته راتلای شي

دوولسم ځپرکی

دوړانګو ناروغی سپندروم
(Radiation sickness syndrome)

دوړانګو ناروغي ټولو هغو ناروغيوته ويل کيږي، چې د ايونايزکوونکو وړانګو په واسطه هغوخلکو ته، چې وړانګي وررسيدلي وي پيدا کيږي. د بېلګه په ډول کله چې د يوچا ټول بدن ته ددوه ګرې نه پورته وړانګي ورسيږي، نو لومړي نښې (علامې) يي لکه خواه بديدل، قی کول، نس ناسته، کمزورتيا او نور پيل کيږي.

دوړانګود زيان په تړاوتاريخي پيښوته لنډه کتنه:

- کله چې په ۱۸۹۵ م کال کې داکسريز (X-Rays) رابر سيره (کشف) شوې نويو کال وروسته دنومړو وړانګو زيان دروغتيا په تړاوځرګند شو. په ۱۸۹٦ م کال کې درونتګن د ستګاه د پلورلوپه موخه د بريښنا يو امريکايي انجينر اليو تامسن Elihu Thomson خپله دنده پيل کړه، چې په همدې اړوند د نوموړي انجينرلاس د اکسريز X-ray injury د رڼا کولوپه اساس ټپي او وسوځيده.

- په ۱۸۹٦ م کال کې کله چې د بريښنا په ځانګه کې يو وتلي امريکا يي مخترع انجينرتوماس الوا اډيسن (Thomas Alva Edison) د فلوريسنس اکسريزځراغ fluorescent X-ray lamp په جوړولو او څيړنو بوخت وو، نو دهغه د فابريکې ډير کارکوونکي ناروغ شول. د بېلګه په ډول د اډيسن يو مرستيال کلارينس ډالي Clarence Dally د اکسريز ناوړه اغيزو ځخه دومره زررمن شو، چې د سراوښتان يي دلاسه ورکړه ،اودلا سونو پوستکی يي دومره ټپي شوه، چې د اولسر ناروغی (ulcer)له کبله ژورسوري او پياوار(Necrose) پکي منځ ته راغی. په ۱۹۰٤ م کال کې د اډيسن نوموړئ مرستيال د سرطان په ناروغی مر شو.

- په ۹۷ شکل کې د ايونايزکوونکو وړانګوناوړه اغيزي ښودل شوي دي، چې د يوه مسلکي کارګرچپ لاس ته دايريديم Iridium-192 راديو اکتيو ايزوتوپ سره دڅو دقيقو تماس په پايله، او د شلو ورځو ځخه وروسته ليدل کيږي. دلاس اورغوی برخه (Palm) لړ څه لس ځايه تناکي لري اوسوررنګه سو ځيدلی دی(Erythema).

۹۷- شکل: دراديواکتيو ايزوتوپ ايريديم Iridium-192 وړانگو د يوه مسلکي کارگر لاس ورغوی (Palm) سوځولی او تـناکي (Blister) يې منځ ته راوړې دي(40) .

تجربو وښودله چې که د بشپـړ گرې 6 Gy په اندازه وړانگي په يووارسره د ځان په پوستکي ولگيږي، نو زرر يې دومره زيات دې، چې ديوې ورځې څخه وروسته يې کلينيکي نښې ځرگنديږي، او دپوستکي رنگ سورکرځي. څلوروځې وروسته دپوستکي دډرميس (Dermis) په پټ کې رگونه دومره زيان مومي چې هلته دميتوزکړنلاره په ټپه دريږي اوپه دې اساس دپوستکي پاسنئ برخه په نوو حجرونه عوض کيږي (Reproduction). بر سيره پردې دوينو جريان دالتهاب له کبله هلته گړند ئ کيږي او په پايله کې هلته ډيره وينه راغونديږي، چې د پوستکي رنگ سور گرځوي. دغه ډول پيښه د ايروتم (Erythem) په نوم يادېږي.

د بدن په پوستکی باندې د وړانگو کلينيکي زيان لکه د پوستکي سورکيدل، سوځيدل، پرسيدل، شين رنگه نونيول (Pus) اوالتهاب، يوه ډيره اړينه او پخوانۍ بيالوژيکي ډوزيمتري کړ نلاره تشکيلوي چې تر نن ورځ پورې دنومورو وړانگود خطروړاند وينه اوناروغيو پيژندلوپه اړوند د نورو تگلارو، لکه کيمياوي ډوزيمتري او فزيکي ډوزيمتري په څنگ کې ورڅخه گټه پورته کيږي.

په ۳٦ جدول کې د بدن يوې برخې، لکه د يوه لاس هراړ خيز کلينيکي زيان پرمختگ د وخت په تابع سره ښودل شوئ دی، کله چې لاس ته په يوه وار سره د ديرش گرې (30 Gy) څخه پورته اکسريزوړانگې ور سيږي.

دوړانګو کلینیکي زیان پر مختګ	وخت
د لاس پوستکي التهاب اوسور کیدل	د ځلیر ویشتو ساعتونو څخه وروسته
دپوستکي پړسوب او دنسجونو تر منځ اوبو غونډیدل	څو ورځې وروسته
التهاب او نو نیول (Pus)	دوه اونی وروسته
دپوستکي پر سوب نورهم غټیږي او بیا دپوستکي لومړی پېڅ له منځه ځي	درې اونی وروسته
دپو ستکي یو بل لاندني پېڅ زیان پیل کیږي	لس اونی وروسته
د پو ستکي ټول اپیتیل Epithel پرسیږي او د سرطان په ناروغی اوړي	ځلیرویښت اونی وروسته
دلاس پرې کول Amputation	ددولسو میاشتو نه وروسته

په **۳٦- جدول** : د بدن یوې برخي لکه د یوه لاس کلینیکي زیان پرمختګ د وخت په تابع سره ښودل شوئ دی ،کله چي په یوه وار سره لږ څه دیرش ګرې 30 Gy اکسریزورته ورسیږي (23)

دوړانګو ناروغي هغه وخت نړی ته په ربښتیا سره په ثبوت ورسیدله، کله چي په ۱۹٤٥ م کال کي دجاپان هیروشیما (Hiroschima) او ناګازاکي(Nagasaki) شارونوباندي داتوم دوه بمونه واچول شول، او بیا وروسته په زرګونوخلک دوړانګو دناوړه اغیزو له کبله ناروغ او ځیني مړه شول. په ۱۹٤٥ م کال داګست میاشت په شپږمه نیټه، لومړئ اتوم بم، چي دچاودني انرژي یې لږ څه پینځه لس کیلو ټنه ټي این ټي (15kt TNT) دهیروشیما او دوهم اتوم بم په نهم داګست ۱۹٤٥ م کال، چي دچاودني انرژي یې لږ څه یوویښت کیلو ټنه ټي این ټي (21 kt TNT) وه دناګازاکي په ښار باندي وغورځیدل.

تر ۱۹۹۰ م کال پورې د هیروشیما درې سوه پنځوس زرو او سیدونکوڅخه، یو سلوشل ذره او سیدونکي مړه شوه. دهغوې څخه لږ څه اته زره او سیدونکي د سرطان ناروغی له کبله خپل ژوند دلاسه ورکړ(8) . نوموړې هستوي چاودنه دځمکي دپاسه په اتموسفیرکي تر سره شوه اوچاپیریال یې په رادیو اکتیوموادو،لکه سیزسم Cs-137، شټرونسیم Sr-90 ، څیرکونیم Zr-95، اوتریسیم Tritium ککړکړ. یو داسي رادیو اکتیوکرد یا رادیواکتیو اوریځ، چي رادیو اکتیوموادولري، د فال اوټ Fall out په نامه سره یادیږي. تر نن ورځ پورې لږ څه ځلور سوه شل دځمکي دپاسه اویوزږدځمکي لاندې هستوي ازمویني تر سره شوي دي. د۱۹٤٥ کال څخه راپدې خو تر نن ورځ پورې دنړی هریوه وګړي ته دنوموړوازموینوپه پایله کې، ځلور ملي سیورټ وړانګې رسیدلي دي. داسي اټکل کیږي، چي د ټیټې کچي وړانګوناوړه اغیزو له کبله، کوم چي دهستوي ازموینو،هستوي بټی او هستوي وسلو د استعمال سره تړاو لري د سرطان ناروغیشمیرپه ټوله نړی کې لږ څه لس په سلوکي ډیرشوئ دی. همدا سبب وه چي د ۱۹۸۰ م کال څخه راپدې خوا، دنړی هغوهیوادونو،چي هستوي قدرت لري، په دې پریکړه وکړه، چي نور به دځمکي دپاسه هستوي ازمویني نه تر سره کوي.

۹۸- شکل: په ۱۹٤٥ م کال د اګست میاشتي په شپږمه نیټه دنړي په تاریخ کې لومړی اتوم بم د چاودني په تر خ کې بنود ل شوئ دی، چې د جاپان هیروشیما (Hiroshima) په ښار باندي د امریکا واکمنو له خوا واچول شو، او دکوچني هلک (Little Boy) نوم په ایښی وه. دنومړي اتوم بم څخه یو رادیو اکتیو ګرد دځمکي اتموسفیرته پورته شو اورادیو اکتیوتوتي یې بیا بیرته دځمکې پرمخ راولویدې، (fallout) چې په پایله کې دنړدې ټول چاپیریال په رادیو اکتیوموادوککړشو(29) .

داتوم بم دچاودني ټوله انرژي چاپیریال ته په لاندنیوفزیکي تګلارو سره خپره شوه:

- لومړئ: پنځوس په سلو کې دفشارڅپو (Blast 50 %)
- دویم: پینځه دیرش په سلوکې دتودوخي په څیر (Heat 35%)
- دریم: پینځه لس په سلو کې درادیو اکتیو موادو اودایونایزکوونکو وړانګو لکه ګاما، الفا، بېټا اونیوټرون ذرو په څیر (Radiation 15%)
- دلومړي اتوم بم د چاودني انرژي پینځه لس ذره ټنه ټي ان ټي (15 kt TNT) او ددویم اتوم بم دچاودني انرژي لږڅه دوه ویشت ټنه ټي ان ټي (22 kt TNT) اټکل کیږي. یو ټن یاني یو زرکیلوګرام ټي ان ټي د لږ څه څلورکیګا ژول سره یو شان دی . نودلومړي اتوم بم انرژي د یو ګرام کتلي څخه تر لاسه شوه
- دپلازمیني منځنی برخې (Isocenter) څخه په پینځه سوه متره واټن کې پینځه دیرش ګرې ګاما وړانګې (35 Gy) اوشپږګرې نیوټرون وړانګې (6 Gy) اندازه شوې دي. د پلازمیني څخه دوه کیلومتره لیرې شاوخوا او سیدونکوته لږ څه سل ملي ګرې (0,1Gy) وړانګې ورسیدلې.

راديواکتيوککړتيا (Radioactive contamination)

راديواکتيوککړتيا هغه وخت منځ ته راځي کله چې راديواکتيومواد، دهستوي بټۍ چاودنې په پېښه کې ، داتوم بم چاودنې ، دطبي آلاتوچاودنې اوهستوي ازموينوپه پايله کې چاپيريال ته خپورشي. نوموړي موادبيا د خلکو په بدن اوياد‌چاپيريال په يوه شي، لکه خوراکي شيان، نباتات،حيوانات، ځمکه،تعميرونه، اوبه، هوا اونوروته ورننوځي او يا وربانديې نښلي. هغه ځوک چې دبدن سطحه اويا کالي يې، په راديو اکتيوموادوککړوي، کولای شي چې نورخلک او شيان هم دتماس له لارې ککړکړي. که دچا بدن ته دننه راديو اکتيوموادورننوتلي وي، نو پخپله دغه سړی ديوې راديو اکتيوسرچينې په ډول ورانګې خپروي، اونوروخلکوته زيان رسوي.

دراديواکتيوککړتيا ليرې کول (Radioactive decontamination)

که چيرته دچاپيريال شيان لکه هوا، اوبه، ځمکه، نباتات، ځنګلونه، خوراکي شيان اويا هغه ځوک چې بدن او ياکالي يې په راديواکتيوموادوککړشوي وي، نودنوموړوموادو،پاکولو،کمولو اويا بيخي ليرې کوولوکړنلارې ته ديکونتامينيشن ويل کيږي. دهوا او اوبوککړتيا د ټاکلوفيلترونواودغازماسکوMask په مرسته سره کمولای او يا يې مخنيوی کولای شو. څرنګه چې ورانګې په سترګونه ليدل کيږي، او نه يې بوی ځي، اونه په لاس حس کيږي، نوپه هغه سيمه کې چې يوه هستوي ازموينه ترسره شوي وي، خلک دورانګو دخطرڅخه بې خبره پاتې کيږي، اوراديواکتيوموادنه شي پيژندلای. دراديواکتيوککړتيا دمخنيوي اويا د پاکولولپاره لاندنۍ کړنلاره ترسره شي.

- **لومړی:** دککړشوې سيمې څخه سمدلاسه ووځه اوپه يوه نږدې تعميرکې ځان خوندي کړه
- **دويم:** دځان څخه ککړ شوي کالي وباسه اوپه يوه پلاستيکي کڅوړه کې يې پټ کړه اوبيا يې دځان څخه په ليرې واټن کې کښيږده تر څو تاته ورانګې در وه نه رسيږي.
- **دريم:** دبدن هغه برخې چې په راديو اکتيوموادوککړې وي، د تمنواوبواوصابون په مرسته سره ومينځل شي اوډيرپام وشي چې دبدن پاتې اوپاکې برخې ککړې نه شي.
- **څلورم:** که چيرته راديو اکتيو مواد تنفس شوي وي اويا دخوراک اوڅښاک دلارې بدن ته ورننوتلي وي نود ټاکلوطبي آلاتولکه ټول بدن کونټر(Total body counter) په مرسته سره بايد اندازه شي.
- **پينځم:** دراديواکتيوموادوليرې کولوکړنلاره تر هغه وخته پورې پرمخ ولاړه شي تر څو د بدن په يوه سانتي مترمربع سطحه کې دککړتيا کچه دلس بيکاريل $10\ Bq/cm^2$ څخه راټيټه شي.

دګاونډ يوهيوادونوهستوي ازمويني

دهستوي ازموينو لړۍ د ۱۹٤٥ م کال څخه راپدې خوا تر نن ورځې پورې دنړۍ ځينو هيوادونولکه امريکا،روسيه، انګلستان، فرانسه اوچين له خوا همداسې روانه ده. دنوموړوپينځوهيوادوپه څنګ کې، دوه نور هيوادونه هم دهستوي ځواکونوپه ډول ډګر ته راووتل. دبيلګې په ډول دافغانستان دوه ګاونډيو هيوادونوياني هندوستان او پاکستان پرلپسې هستوي ازمويني او سيالی ديادولووړ دي.

دهندوستان هستوي ازمويني:

په ۱۹۷٤ م کال دمای میاشتي په اتلسمه نیټه هندوستان خپله لومړۍ امپلوزیون ډوله (Implosion design) پلوټونیم هستوي ازموينه دبودادزیړیدني په ورځ ترسره شوه. دهند واکدارانو د غه ازموينه د ديوي پلمي په توګه، دسولي په موخه او د خندا کوونکي بودا „Smilling Buddah" په نامه سره وونوموله. دنومړي هستوي چاودني قدرت لږ څه پينځه لس کيلوټن ټي اين ټي 15 kilotons TNT اټکل کيږي او د راجستان ولايت په يوه دښته اودځمکي لاندې په يوه سل کيلو متره ژورڅاه (Shaft) کې تر سره شوه. دغه سورۍ دريګ په مرسته تر خوله پورې ډک شو او بيا دسمټو (Cement) په اچولوسره کلک بندشو(91).

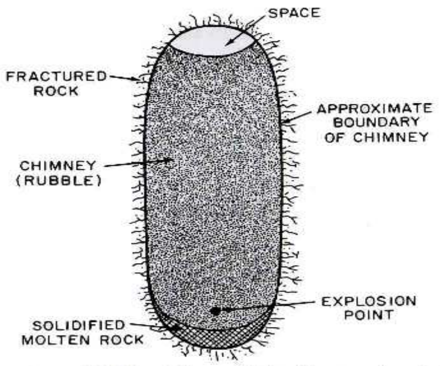
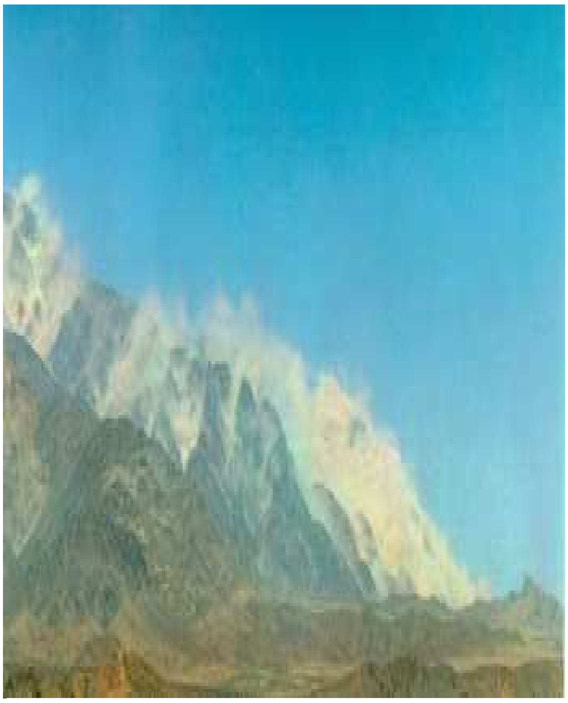


Figure 2.103. The rubble chimney formed after collapse of the cavity in a deep underground nuclear detonation.

په ۱۹۷٤ م کال کې دهندوستان لومړنی هستوي ازموينه دراجستان په سيمه اودځمکي لاندي تر سره شوه چي دځمکي مخ ته يي هم راديو اکتيو موادراووتل اويو غټ خوکيلومتره سورۍ منځ ته راغی.

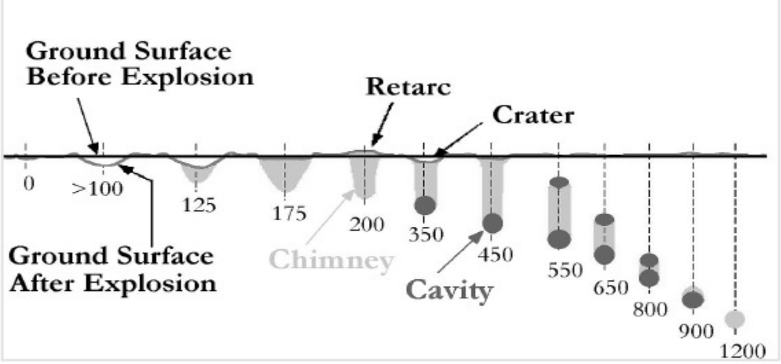


په ۱۹۹۸ م کال کې دپاکستان لومړنی هستوي ازموينه دبلوچستان چاغای په سیمه د رازغرهRas koh په ننه يوه سورنګ کې ترسره شوه چي راديو اکتيو ګرد يي په پورتني شکل کې په سپين رنګ سره ليدل کيږي.

دپاکستان هستوي ازمويني:

په ۱۹۹۸ م کال دمای میاشتي په اته ويشتمه نيټه، پاکستان په دې بريالی شو چي پرلپسي پينځه هستوي ازمويني دبلوچستان چاغای ولايت (Chagai) دکمباران غره (Koh kambaran) د ننه په يوه ايل بنه L-shaped او يو کيلو متر اوږده سورنګ (تونل) کې تر سره کړي. نوموړي سيمه دافغانستان دپولې څخه لرڅه پنځوس کيلو متره ليرې پرته ده. څرنګه چي نوموړي هستوي ازمويني ، دلږ څه پينځه

ریښتر سکیل (5 Richter scale) په کچه دځمکې زلزلې زیګنالونه (seismic signal) تولید کړه، نو په شاوخوا هیوادونو کې هم د زایزمو ګراف په مرسته سره اندازه شوه. د زلزلودغه زیګنالونه په ډاګه کوي، چې دهستوي چاودنوتوله قوه لږ څه څلوېښت کیلوټنه ټي این ټي (40 Kilotons TNT) اټکل کیږي. ریښتر سکیل یوځانګړی عدد(شمیره) دی چې دځمکې زلزلې څخه ازاده شوې انرژي کچه راښیي. دځمکې لاندې هستوي ازموینه کې د څوملي ثانیوپه ترڅ کې په لوړه درجه تودوخې اولوړه کچه فشار منځ ته راځي، چې په پایله کې دچاودنې په نږدې شاوخواکې ټول شیان لکه ډبرې، شګه او خاورې ویلې کیږي او په غازاوړي. د چاودنې په شاوخوا کې مواد، د زوروري شوک څپې (Shock wave) په قوه سره، هرې خواته شیندل کیږي، او یوغټ ګرد سوری منځ ته راځي. دڅوساعتونوڅخه وروسته دځاه په لاندنی برخه کې (Cavity Chimney) یوه هنداره ډوله ځلیدونکې ویلې شوې لاوا Lava راټولیږي. دشوک څپې دومره قوه لري، چې دځاه په لاندې برخه کې په لوړه کچه تولیدشوی تودوخې او فشار، دځاه پورته خواته لږدوي، او له دې کبله دچاودنې په اخیر پړاو کې، دځاه سر برخې ته یانې د ځمکې مخ ته هم ډیرراډیو اکتیومواد راشیندل کیږي. په پایله کې دځمکې پر مخ، یوغټ سوری منځ ته راځي، چې د کراټرCrater په نامه سره یادیږي. دنوموړي سوري غټوالی، د هستوي چاودنې په قوه، او دځاه په ژوروالي پورې اړه لري.د بیلګې په ډول که چیرته پنځوس کیلو ټنه (50 kilotonn) زورورړه چاودنه په یوه اوه سوه متره ژور ځاه کې تر سره شي نو د ځمکې پرمخ به یوسوري یانې کراټر منځ ته راولې چې قطریې لږ څه دوه سوه متره غټوالی لري دځمکې لاندې هستوي ازموینې په ترڅ کې نیوترونه او ګاما وړانګې خپریږي، چې هستوي تعاملونه ترسره کوي، او په پایله کې لږڅه دری سوه رادیواکتیو ایزوټوپونه په مصنوعي توګه منځ ته راځي، او دالفا، بیټا او ګاما وړانګې خپروي. د بیلګې په ډول لکه پلوتونیم Pu239، کرپټونKr85، ایودینI^{128}، کسینون Xe-136، نیپټونیم Np^{239} شټرونسیم Sr-90، سیزیمCs-130، څیرکونیمZr-95، باریمBa-140، مولیبدین Mo-99، تیلورTe-134 اونور(91). هغه رادیو نوکلید، چې دویلې کیدلو ټکی یې دلږڅه یوولس سوه درجې سانتي ګراد (1130 °C) څخه ښکته وي لکه ایودین، سیزیم او د کرېپتون او کسینون غاز دکیندل شوي ځاه دبیخ څخه پورته خواته خوځیږي، او بیا دځمکې مخ او هواته راوځي. هغه تولید شوي راډیو نوکلید، چې د غاز شکل نه لري، لکه څیرکونیم ، نیپتونیم او پلوتونیم د لاوا سره Lava ګډیږي او بیا دځمکې لاندې اوبوته لاره پیدا کوي. نو هغه څوک چې دیوې هستوي ازموینې ته ورنږدې ژوندکوي، داوبو او د تنفس له لارې نوموړې رادیواکتیو مواد بدن ته رانیولای شي.

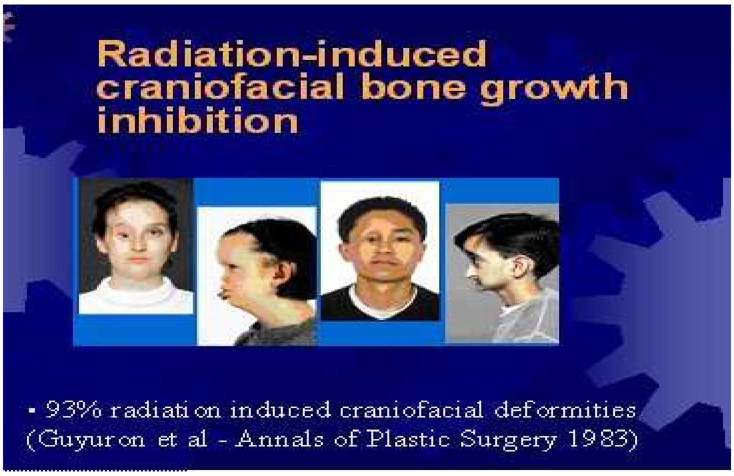


- شکل: دځمکې لاندې هستوي چاودنه کې ددې اړتیا لیدل کیږي، چې چاودیدونکي مواد ډیر ژورپه یوه ځاه کې کینبودل شي، او بیا د ځاه تشه برخه په فني توګه ډکه او خوله یې وتړل شي. په نوموړي شکل کې دیوه کیلو ټن (1 Kiloton) زوروري چاودنې اغیزې لکه د ځمکې پر مخ د یوه سوري یانې کراټرCrater منځ ته راتلل، دځاه ژوروالي په واحد د فیټ (feet) ښودل شوي ده. دبیلګې په ډول دیو کیلو ټن لسمه برخه (0,1 Kiloton) زورورچاودیدونکي موادهم باید چې لږڅه په دوه سوه دیرش فیټ

ژورڅاه کې ځای په ځای کړو ترڅودځمکې مخ ته (Ground surface) راديو اکتيو مواد ازاد نه شي او دځمکې لاندې خوندي پاتې شي.

همدارنګه د سولې په لاره کې هم د اتوم انرژي څخه دګټې اخيستلو په موخه ، بشر د ايونايزکوونکو وړانګو دخطر څخه ځان نه شي ژغورلاى. دبېلګه په ډول کله چې په ٢٦ داپريل ١٩٨٦ م کال په چرنوبيل کې د هستوي بټى د چاودلوپېښه وشوه، نو په پايله کې په زرګونو خلک دوړانګو په ناروغى اخته شول. دبيلګې په ډول په ٩٨ شکل کې ديوه معيوب ماشوم دهايدروسيفالوس ناروغي ښودل شوې ده.

٩٨-الف شکل: په پورتني شکل کې د بيلګې په ډول ديوه ماشوم عيب لرونکى غړى لکه داوبو سر هايدرو سيفالوس Hydrocephalus او د ستون فقرات مېنېنګيوم (Meninigeom) بڼه دوله پړسوب (Benigner tumor) ښودل شوئ دی(89).



٩٨- ب شکل: د جاپان خلکوپه راتلونکې نسل کې داتوم بم دوړانګوروستى جينيتيک ناوړه اغيزې لکه دسرکپړى هډوکو او مخ معيوب ډولونه ښودل شوي دى.

په ٣٧ جدول کې دروغتيا په تراودلوړې او ټيټې کچې اغيزمن ډوزکلينيکي اغيزې اوناروغى بيان شوې دي. کله چې ايونايزکوونکې وړانګې په بدن ولګيږي، نوپه لومړيو پېڅو نه تر پينځه لسو دقيقو په موده کې، لومړنى اغيزې لکه لوستل (استفراق)، خواه بديدل، دبدن حجروڅخه داوبو ضايع کيدل، خولې کيدل او نورپيل کيږي. په نوموړي جدول کې دوړانګو ناروغى کلينيکى اغيزې دانرژي ډوز داندازې سره سم ښودل شوې دي کله چې ټول بدن ته په يوه وارسره ورسيږي.

دوړانګوناروغی کلینیکي سېمپټومونه یا نښاني	دوړانګواغیزمن ډوزاندازه
دژوندپه اوږدوکي ددې احتمال شته دی چې وروستی پیښې لکه سرطان او جنیټیک اوسوماتیک موټیشن منځ ته را شي. دموټیشن بیالوژیکي اغیزي په لومړي وخت کي ثبوت کېدای شي	دصفرنه تردوه سوه ملي سیورته پورې (0-200 mSv)
کلینیکي سېمپټومونه سمدلاسه نه شي پېژندل کېدای خو په کروموزومو کي د موټیشن بیالوژیکي اغیزي ثبوت کېدای شي. د وینې په جوړښت کي بدلون لکه د لیمفوڅوتو اونیوټروفیل کمښت اودوروستی ناوړه پېښو احتمال پورته ځي	ددوه سوه ملي سیورت نه تر پینځه سوه ملي سیورت پورې (200-500 mSv)
ددوې نه تر درې اونی وروسته دوینې په جوړښت کي بدلون، لږ څه دپوستکي سوروالئ، خواګرزېدنه، لوستل (استفراق) ، په وینه کي دسپینوکرویاتوشمیرکمښت، ستوماني، کمزورتیا	د نیم سیورت څخه تر یوه سیورت پورې (0,5-1 Sv)
په وینه کي د سپینو او هم سروکرویاتو شمیر په لوړه کچه کمښت مومي اودبیرته روغوالي کړنلاره یې ډېر وخت نیسي دهډوکو په مازغوکي ناوړه اغیزې، لوستل (استفراق) ، خواګرزیدنه، په زیاته کچه دځان کمزورتیا اوپه سلو کي شل مړینه، دسترګو دلید کمښت (Cataract) ، دسروکرویاتوکمښت anemia ، دویني سرطان، دکوچنیانو د هډوکوپه تیه ستریدل اودسرکوپړی کوچنیوالی Microcephaly	دیوسیورت نه تر دوه سیورت پورې (1-2 Sv)
ددریونه تر پینځه ورځي وروسته دویني په جوړښت کي زیات بدلون، لوستل (استفراق) ، خوا بدي، نس ناسته (احسال)، دستونی درد، درنګ سپینوالی، دوزن بایلل، دروغتیا په تراو زیاته کمزورتیا، دساري ناروغیو زیاتوالئ، دیرش نه تر پنځوس په سلو کي مړینه	ددوه نه تر څلور سیورت پورې (2-4 Sv)
د اوښتانو تویدل ،د اشتها کمښت ،په پوستکی کي سره رنګه خالونه منځ ته راځي داځکه چې ترپوستکي لاندي رګونه چوي اووینه د باندي راوځي، تبه لرل، د ستوني التهاب، لوستل ، خوا بدي، نس ناسته (احسال)، دویني په جوړښت کي زیات بدلون، د هاضمي سیستم خرابوالی، دساري ناروغیو زیاتوالئ، دویني استفراق ، د پنځوس نه زیات په سلو کي مړینه	دڅلورونه تر شپږسیورت پورې (4-6 Sv)
پاس یادشوي سیمپټومونه نور هم پیاوړي کیږی او د دیرشو ورځو څخه وروسته سل په سل کي مړینه.	د شپږ نه تر اته سیورت پورې (6-8 Sv)

۳۸ جدول: دوړانګو کلینیکي نښې یاني سیمپټومونه (Clinical symptoms) د انرژي ډوزپه تابع سره ښودل شوي دي کله چې په یوه وار او دکم وخت لپا ره د یوچاتول بدن ته تر اته سیورت پورې وړانګي ورسیږي.

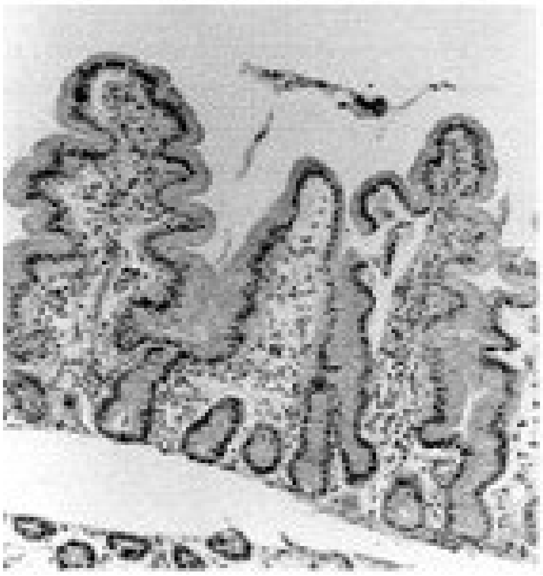
- که چیرته دیوچا ټول بدن او په یووار سره دوړانګو په ځلورنیم ګرې (4,5 Gy) رڼا شي، نو پا یله یې داسي اټکل کیږي، چې د سلو څخه پنځوس په سل کې 50% رڼا شوي کسان به ،ددیرشو ورځو 30 days په موده کې مړه شي. نوموړئ مطلب د یوه ریاضي لنډ فرمول په مرسته داسي لیکل کیږي **(Letal dosis = LD50/30)**
- هغه حرارتي انرژي چې یو کیلو ګرام اوبو ته ورکړه شي، تر څو د تودوخي درجه یې د سانتي ګراد یوې درجې 1° C په اندازه سره پورته بوزي د $4,2\times10^{3}$J/kg سره مساوي ده، نو کله چې ځلورنیم ګرې وړانګې په نسجونوباندي ولګیږي ، د تودوخي درجه یې یوازې یو په زرمه برخه پورته ځي ($4,5Gy/4,2\times10^{3}J/Kg) \sim 0,001\ ^{\circ}C$) . نوموړې بېلګه په ګوته کوي چې په یوه ماده کې د وړانګو په واسطه د تودوخي پورته وړل او د هغې په بنسټ دوړانګو ناوړه اغیزې ټاکل، کومه غوره او اغیزمنه فزیکي کړلارې نه شي کیدلای.

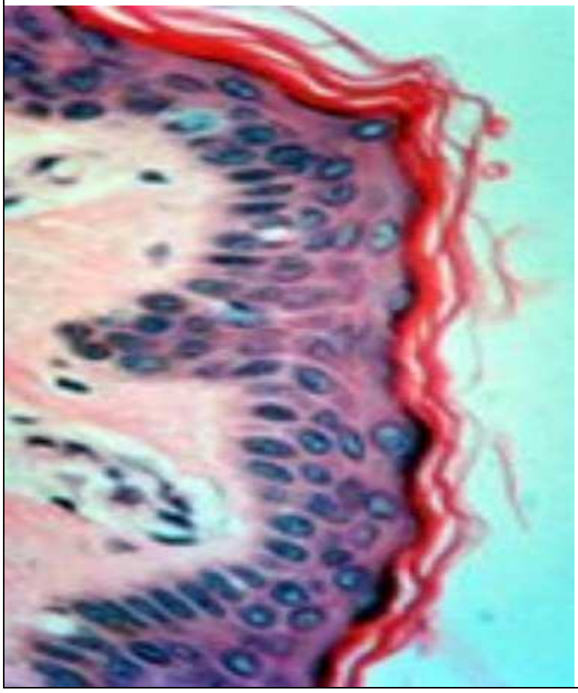
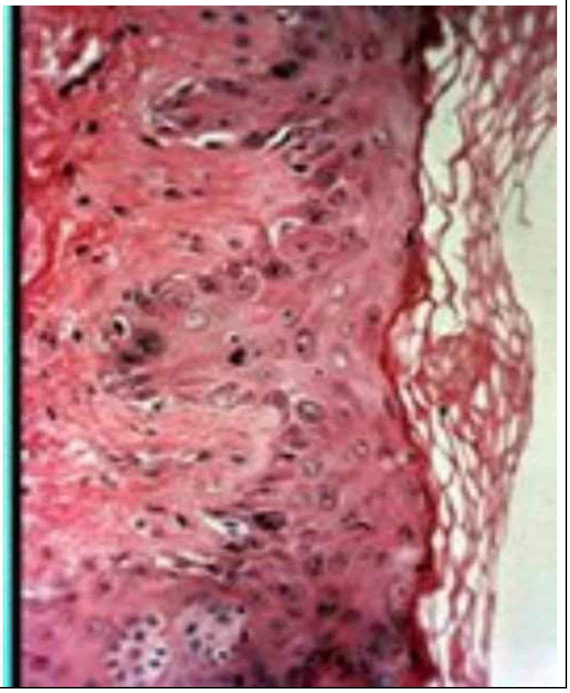
په رڼا شوو نسجونوکي هیستولوژیکي بدلون

کله چې د بدن غړي په ایونایزکوونکووړانګو رڼا شي، نو د هغوی په نسجونوکي بیخي ژور هیستوپاتولوژیک (Histopathologic) او مورفولوژیک (Morphologic) بدلون منځ ته راځي. د بیلګي په ډول لکه:

- دنسجونو وراستوالی، مړاویتوب او پیاوارکیدل لکه نیکروسیس (Necrosis)
- دویني رګونه (Vessels) ارت کیږي (Dilatation) اوپه حجروکي دومره زیان منځ ته راځي چې خپله دنده نه شي تر سره کولای.
- درګونودیوالونه پرسیږي اواوبه ځانته رانیسي (Edema) او په پایله کي دګاونډیو اوځرمه حجرو تر منځ اړیکي شلیږي.
- دحجرو هستې (Cell nuclei) د نورمال حالت نه غټیږي اوغشا یاني میمبران (Membran) یې پرې کیږی.

۹۸- ج شکل: کېن اړخ ته نورمال او ښي اړخ ته رڼا شوې حجرې بنودل شوې دي(IAEA)

	دنرى كولمه jejunum د بيوپسي Biopsy يوه هيستولوژي بڼه ښودل شوې ده چې وړانګې ورته نه دي رسيدلي. په دغ شكل كې دنومړي غړي يوه روغه پرې شوې برخه ښودل شوې ده
	دنرى كولمه jejunum د بيوپسي Biopsy د پورتنى شكل هيستولوژي بڼه ددرملنې په موخه د لړخه لس كرى رڼا كولو څخه وروسته ښودل شوې ده او ښكاره بدلون پكې ليدل كيږي. د بېلګه په ډول د كريپټ Crypt ډيرې ځانګې تر منځ چاک ياني وت ډک شوي او هلته ځانګړي ويلوس Villus منځ ته راغلي دي.

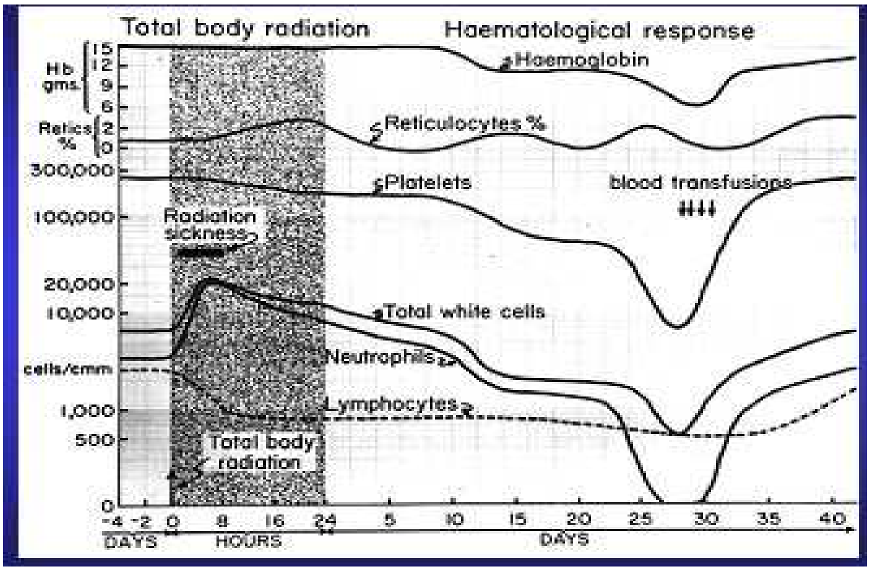
Normal Cell نه رڼا شوې عادي حجرې	Irradiated Cells رڼا شوې حجرې
	

۹۹- شکل: د پورتني شکل په بنې اړخ کې د ایونایزکوونکووړانګوپه واسطه رڼا شوې او کیڼ اړخ کې نه رڼا شوې نورمال یاني عادي حجرو هیستولوژي بڼه ښودل شوې ده(40) .

دویني په جوړښت کې کلینیکي بدلون

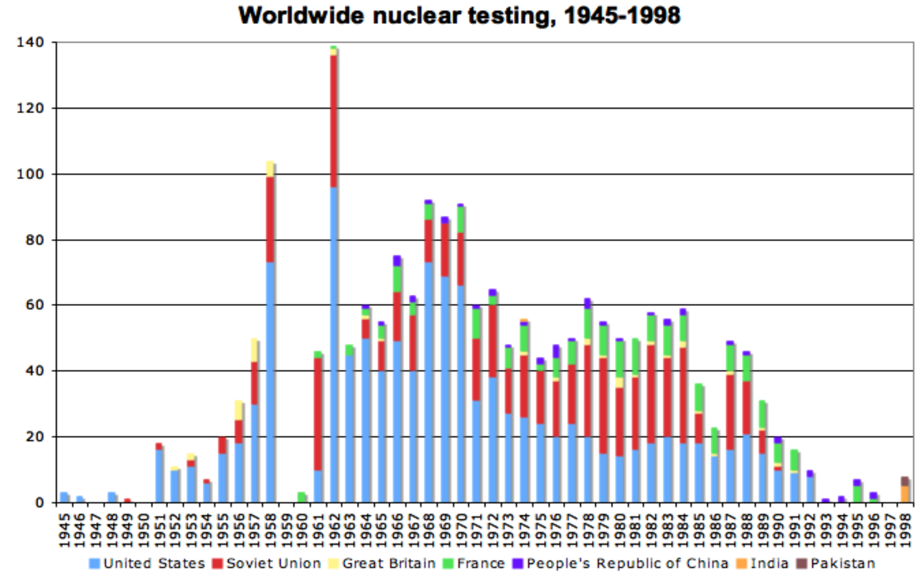
د بدن دویني په جوړښت کې لاندنی کلینیکي بدلون لیدل کیږی، کله چې دری ګرې (3 Gray) وړانګې ورته ورسیږي

- ترلږ څه شلو وروځوپورې کومه کلینیکي ناروغي نه ښکاري
- دشلوورځوڅخه وروسته دویني کمښت منځ ته راځي اودویني ترانسفوزیون (Blood Transfusion) ته اړتیا ده.
- د لږڅه دیرشو ورځو څخه وروسته دبدن دفاع سیستم په فعا لیت پیل کوي او زیار باسي چې د ویني نیمګړتیا بیرته پوره کړي
- د هیموګلوبین کمښت
- د ریتیکیلو سیتوشمیرلږڅه ثابت پاتي کیږی
- دنیوتروفیل(Neutrophils) کرویاتو شمیرسمدلاسه د شپږو زروڅخه تر شل زرو پورې پورته ځي او بیا د اتو ساعتو څخه وروسته په کمښت پیل کوي او ددیرشو ورځو څخه صفرته رسیږي
- لومفو سیت (Lymphocytes) سمدلا سه دپینځو زروڅخه تر یو زر پورې کمښت مومي اود اتو ساعتو څخه وروسته بیا ثابت پاتي کیږي



۱۰۰- شکل: دبدن دويني په جوړښت کې کلينيکي پورتنۍ بدلو ن ليدل کيږی کله چي درى ګرې (3Gray) وړانګې ورته ورسيږي. په عمودي محور کې د وينې په يوه مکعب ملي مترحجم کې د سرو کرویاتو اوسپينوکرویاتوشمير او په افقي محور کي وخت په واحد دورځو(DAYS) اوساعتونو (HOURS) پر ليکه شويدى (40).

۱۰۱- شکل: دوړانګو سيندروم (Radiationsyndrom) د بدن په پوستکي کې يو ژور سورى او پرهار منځ ته راوستى دى (40)



۱۰۱- الف شکل: د۱۹٤٥ څخه تر ۱۹۹۸ م کال پورې دنړۍ ځینو هیوادونوهستوي ازموینوشمیر د کالونوپه تابع سره ښودل شوی دي. ډیرمسلکي کارپوهان په دې نظردي چې د سرطان ډیرې ناروغۍ د هستوي ازموینو سره تړاولري (91)

پوښتنې (Questions):

۱۲-۱ په کلینیکي تړاو LD50/30 لنډیزڅه مانا لري؟

۱۲-۲ په کوم کال کې دروغتیا په تړاو دوړانګوناوړه لومړنۍ اغیزې وپیژندل شوې اودسرطان ناروغي د منځ ته راتلوسبب وګرځیدې؟

۱۲-۳ دوړانګو سیندروم څه ته وایي؟

۱۲-٤ کله چې دیوچا بدن په وړانګو رڼا شي نو په وینه کې کوم بدلون منځ ته راځي؟

۱۲-٥ په کومه کچه وړانګې دمرګ سبب ګرځي؟

۱۲- ٦ په رڼا شوو نسجونوکې کوم هیستو لوژي بدلون منځ ته راځي؟

۱۲ – ۷ هایدرو سیفا لوس او مینینګیوم څه ډول تومور ته ویل کیږي؟

۱۲- ۸ په کومه کچه وړانګې چې د لاس پوستکي ته په یوه وار ورسیږي نو د التهاب او سوررنګ Erythem سبب(لامل) ګرځي ؟

۱۲-۹ په کوم کال کې دلومړي ځل لپاره دوړانګو ناوړه اغیزې لکه سرطان ناروغي وپیژندل شوه؟

اوومه برخه

دیارلسم څپرکی

دوړانګو نه ساتنه

(Radiation Protection)

سریزه

کله چي په ۱۸۹۵ م کال کی د کونراد رونتګن (Roentgen) له خوا داکسریز (X-Rays) چي مانا يي ناخرګنده وړانګي او په ۱۸۹٦ م کال کي طبيعي راديو اکتيويتي د بيکاريل (Becquerel) له خوا کشف شوې، نوساينس پوهانو ډير زردا مالومات تر لاسه کړ،چي ګنه ايونايزکوونکي وړانګي نه يوازې داچي دناروغيودپيژندلو او درملني په موخه ګټورې اغيزې لري، خوکه چيرې دنوموړو وړانګو سره په پاملرنه اوغورسره سم چلن وه نه شي، نود ګټي په ځای د بدن نسجونو ته ډيرزيان هم رسولای شي. په دی اړوند ډيرې ناوړه پيښي هم ترسره شوي دي، لکه دچرنوبيل هستوي بټی چاودنه، دهستوي وسلوپه ازموينه کي چاپريال ته ازادشوي راديونکليد، داتوم بم د کارولوپه پايله کي د چاپيريال ککړتيا اونورديادولووړدي.

په دي اړوند يوه ژوندی تاريخي بېلګه د يادولو وړده. په ۱۹۳۲ م کال کي د ماري کيوري لورچي نوم يي ايرينې ژوليت کيوري (Irene Joliot Curie) وه په لابراتوارکي د خپلي مور سره يوځای تجربي تر سره کولي. په دي تر ځ کي ايرينې ژوليت کيوري د بي پروايی له کبله يوبوتل وچاوديده، چي په هغه کي د پولونيم Polonium 210 نمونه خوندي شوې وه. دکيوري لور د پو لونيم راديو اکتيو غازتنفس کړو. په ۱۹۵٦ م کال کي ايرينې ژوليت کيوري د وينې سرطان (Leukemia) د ناروغی له کبله مړه شوه. نوموړې پيښې په ډاګه کړه چي د پولونيم راديو اکتيو عنصردسرطان ناروغي راپاروي. دغه پيښه دوړانګو ستوخاستيک ياني احساپوي اغيزې يو وتلي بېلګه کيدای شي.

دوړانګو نه ساتنه او ژغورنه دا ما نالري چي داسي لاري چاري او کړنلاري ولټول شي تر څو انسانان، ټول ژوند سوري، څاروي، اود چاپيريال ټول ژوندي او نه ژوندي شيان دايونايزکوونکووړانګودبې ځايه زيان او خطرڅخه په امن کی وساتل شي کوم چي د طبيعي او مصنوعي راديو اکتيو سرچينو څخه خپريږي.

دوړانګو نه ساتنه دژوند په ډيرو برخو لکه درمل پوهنه (طبابت)، راديوبيالوژي، راديوکيمي، هستوي وسلو اوهستوي دستګاووپه جوړولوکي ډير مهم رول لوبوي. په دې هکله په هر هيوادکي ځانګړي ملي قوانين ديوي خوااوپه نړيواله کچه بيا نورقوانين اوکونوېنسيون دبلي خوا ټاکل شوي دي، چي دهغوي عملي کول دهرهيواد مهمه دنده ګڼل کيږي. دبېلګه په ډول:

☜ دنړيوال اتومي انرژۍ دمنشور (Atomic Energy Act 1958) په لومړي څپرکي کي ليکل شوي دي: دنوموړي سازمان غړي هيوادونه مجبور او مکلف دي چي داتومي انرژۍ څخه په پوځي برخه کې نه بلکه يوازې دسوله ايز نيت په موخه دژوندانه په مهمو برخو لکه طب،کرهنه، دبريښنا توليد اوصنعت کې، چي نورې نړۍ او چاپيريال ته زيان وه نه رسيږي، ديرمخ تللی ټکنالوژي په مرسته سره ګټه پورته کړي. هرهيواد چي د اتومي انرژي څخه ناوړه پوځي ګټه پورته کول غواړي ، د نړيوال بنديزونوسره به مخا مخ کيږي.

د وړانګو څخه د ځان ساتني کړنلاره د ټولو مسلکي کسانو لپاره چي په هستوي بټۍ، هستوي وسلو، هستوي فزيک، راديوفزيک، راديولوژي، راديوتيراپي، راديوبيولوژي او درمل پوهنه کې کار کوي خورا مهم رول لوبوي.

د وړانګو د خطر څخه دځان ساتنې په موخه، په نړيواله کچه منل شوي نامتوځيرونکي پوهنيز ټولنې منځ ته راغلي، چي هغوی دخپلواوړدې مودې اپيډيمولوژي څيړنو (Epidemiological research) او تجربوپه پايله کې، د وړانګو ستوخاستک اونه ستوخاستيک ناوړه اغيزوپه رڼا کی دانرژي دوز لوړه کچه د مسلکي کارکوونکواودعام ولس لپاره ټاکي، او دهغي سره سم د يو لړغوره تګلارو او کړنلارو سپارښتنه کوي. د بېلګه په ډول:

* په ۱۹۲۸ م کال کې دهغه وخت راديولوژي او راديم ټولني له خوا دوړانګو نه دساتنې نړيوال کمسيون ICRP (International commission on radiological protection) منځ ته راغی.

* په ۱۹۵۵ م کال کې دملګرو ملتوداتومي وړانګواغيزوعلمي ټولنه چي دنوم لنډيزيې په (UNSCEAR) سره ليکل کيږي جوړه شوه. United Nation Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

* دنړيوال اتومي انرژۍ د منشور په دريمه ماده کې (د ساتنی بنسټيز ستاندارد (BSS) تر نامه لاندې Basic safety standards درادیواکتيو موادو سره دچلن هر اړخيزې کړنلارې او تګلارې بيان شوې دي.

دوړانګو دخطر څخه د ځان ژغورلونامتو کړنلارې

په ورځني ژوند کې ضرور ده چې هرڅوک دایونایزکوونکو وړانګود خطر څخه د ځان ژغورلو په موخه لاندني نامتو کړنلارې او تګلارې په پام کې ونیسي.

لومړی- دواټن په پام کې نیول(Distance)

تر خپله وسه باید زیار وه ایستل شي چې دراديو اکتيو سرچينې څخه لیرې واټن ونیول شي. داځکه چې دوړانګو انرژي D دواټن r د مربع سره سم معکوسا کمښت مومي.

* **پوښتنه**: دیوې رادیو اکتيو سرچينې د انرژي دوز قدرت D_1 په یه یومتر واټن $r_1 = 1m$ او یوه ساعت کې $D_1 = 500\ mSv/h$ ده. په درې متر واټن $r_2 = 3\ m$ کې ددغې سرچینې قدرت څومره کمښت مومي ؟

* **حل**: د واټن او دوز قدرت تر منځ لاندې اړیکي شته دي.

$$D_1 \times r_1^2 = D_2 \times r_2^2$$

$$D_2 = \frac{r_1^2 \times D_1}{r_2^2} = \frac{1m^2 \times 500\ mS/h}{(3m)^2} = 55,6\, mSv/h$$

* **ځواب**: په درې متر واټن کې د سرچینې قدرت د پنځو سوو ملي سیورت څخه لږڅه شپږ پنځوس ملي سیورت په ساعت کې کمښت مومي

* **پوښتنه**:دیوې راديو اکتيو سرچینې څخه وړا نګې خپریږي او شدت یې (I_1 = 500 mSv/h) په یو ه ساعت اوشپږوسانتي مترو کې پينځه سوه ملي سیورته دی. دنومورې سرچینې شدت I_2 په پینځوس سانتي مترو کې څومره دی؟

* **حل**: که لومړی واټن په d_1 او دویم واټن په d_2 سره وښیو نولرو چې:

$$I_2 = \frac{I_1}{\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2} = \frac{500}{\left(\frac{50}{6}\right)^2} = \frac{500}{(833)^2} = 72mSv/h$$

* **ځواب**: دراديواکتیو سرچینې شدت په پینځوس سانتي متر واټن کې دوه اويا ملي سيورت ته را لویږي.

دويم - دوخت په پام کې نيول: (time)

ځرنګه چې دوړانګو انرژي اندازه D دوړانګودخپريدلو وخت t سره سم سيخ متناسب ده، نو په هغه چاپيريال کې چې راديو اکتيو وړانګې دهوا او يا دځمکې پر مخ ديوې منبع څخه خپريږي، بايد هيڅ ځوک تم نه شي او يا په دومره کچه هلته پاتې شي خومره چې ورته اړتيا ليدل کيږي. په اخرني حالت کې بايد مخصوص کالي واغوستل شي او د تنفس کولولپاره هم ځانګړې ماسکونوmasks او فلترونو څخه کار واخيستل شي.

دوړانګو انرژي ډ وز = وخت × ډوز قدرت
Dose = Dose Rate × Time
$Sv = (Sv/h) \times h$
وخت = انرژي ډوز ÷ دډوز قدرت
دډوز قدرت = انرژي ډوز÷ وخت

ددې لپاره چې دوړانګو خطر دبدن لپاره کم شي نو په راديو اکتيو چاپريال کې ديره لږ موده څومره چې ورته اړتياوي پاتې شي.

* **پوښتنه**: ديوې سيمې چاپيريال په راديو اکتيوکوبالټ موادو ککړشوی دی، چې قدرت يې په يوه ساعت اويوه مترکې لس ملي سيورت (10 mSv/h) قيمت لري. دڅومره وخت لپاره يو مسلکي کارګر دنوموړې سرچينې په يوه متر واټن کې پاتې کېدلای شي، ترڅو هغه ته دوړانګوټاکل شوی کلنی لوړ ليميت څخه ډيرانرژي ډوزوه نه رسيږي؟.

* **حل**: ځرنګه چې ديوه مسلکي کارګر لپاره په ۳۹- جدول کې ديوه کال لپاره لوړانرژي ډوز ليميت شل ملي سيورت(20 mSv) ټاکل شوئ دی نو د پا تې کيدلو وخت t مساوي ده له : کلنی لوړانرژي ډوز ليميت تقسيم په ډوز قدرت

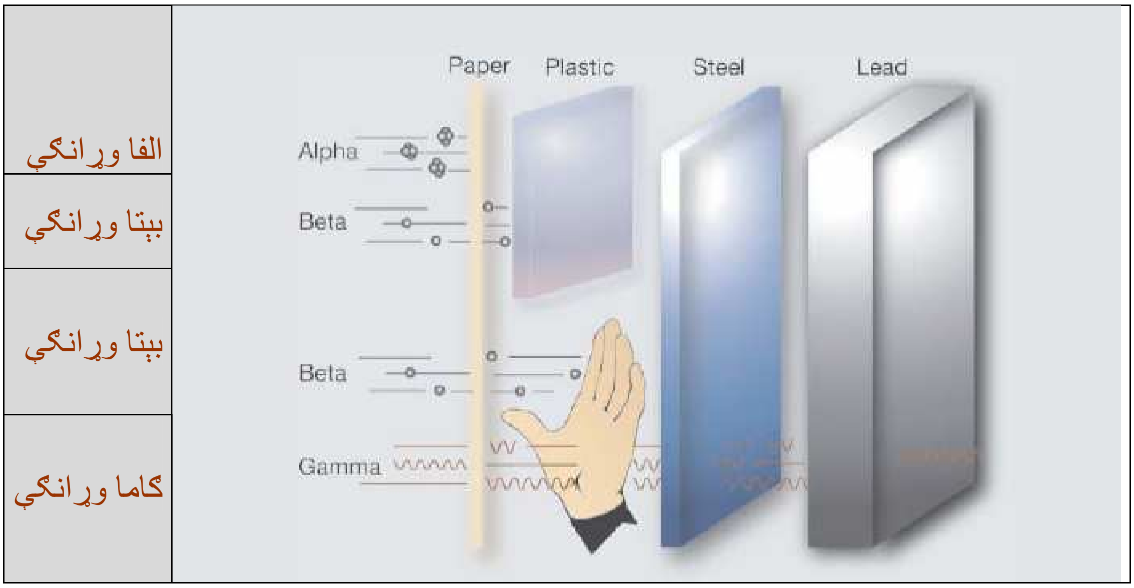
$$t = \frac{20 \quad mSv}{10 \;\; mSV \quad / \; h} = 2 \; h$$

ځواب:مسلکي کارګر بايد ددووساعتونوڅخه ډيرپه راديو اکتيوموادوککړه سيمه کې پاتې نه شي.

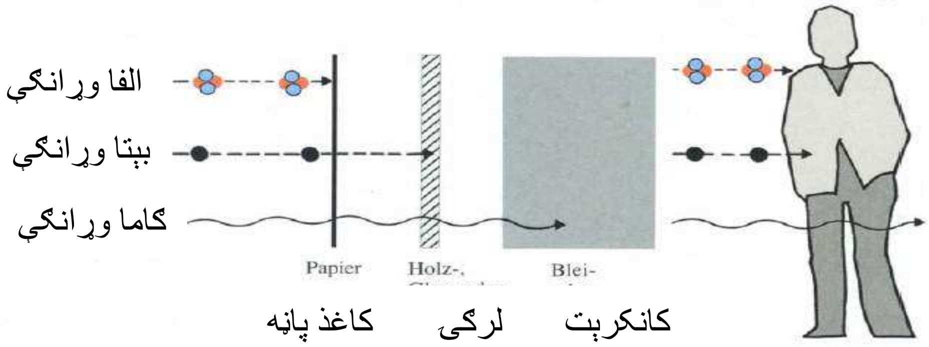
دريم - ځرنګه چې دګاماوړانګو يوې سرچينې د انرژي ډوزقدرت D د يوې مادې دپنډالي d په تابع سره اکسپوننسيال Exponential کمښت مومي، نو ضرور ده چې تل هڅه وښي تر ځو خپل ځان ديوه جسم تر شا پټ او خوندي وساتل شي.

$$D = D_0 \times e^{-\mu d}$$

په پورتنی معادله کې D_0 د ګاما سرچینې دډوز قدرت دی کله چې د یوه سرې او سرچینې تر منځ کومه ماده موجوده نه وي او میو μ په ماد ه کې دوړانګو د کمزورتیا فکتور دی.



۱۰۳ـ شکل: د الفا وړانګې د کاغذ یوې پاڼې او دبیتا وړانګې د سرې دلاس څخه هم نه شي تیریدلای. په داسې حال کې چې د ګاما وړانګې په یوه ماده کې د اکسپونینسیال تابع په ډول کمښت مومي او د لاس ، کنکریت او نوروشیانو څخه هم تیریږي(27).



۱۰۴ـ شکل: کې ښودل شوې ده چې د یوې مادې لکه کاغذ، لرګی او کنکریت په مرسته سره سرې کولای شي دایونایزکوونکو وړانګو څخه ځان وژغوري. د بېلګه په ډول موږ کولای شو چې دالفا وړانګې د کاغذ یوې پاڼې، بیتا وړانګې دیوه لرګي اود ګاماوړانګې د کنکریټ په مرسته سره مخنیوئ وکړو. همدارنګه دالفا وړانګې دبدن پوستکي څخه نه شي تیریدلای خو دبیتا وړانګې دبدن په ننه کې بیخي جذب کیږي اودګاما وړانګې دنوروړانګو په پرتله بیا نو دبدن څخه هم تیریدلای شي.

څلورم - تر خپله وسه پورې هڅه وشي چې هر ډول خوراکي او يا دڅښلوشيان چې په راديو اکتيو مواد ککړ شوي وی، بدن ته لاره پيدا نه کړي او مخ نيوی يې و شي.

پينځم - په يوه راديو اکتيو چاپيريال کې خوړل، څښل، سګرټ څکول اودراديو اکتيو موادو سره تماس لکه په لاس کې نيول ټول منع دي.

شپږم – هغه مسلکي اونه مسلکي کارکوونکي چې په راديو اکتيوچاپيريال کې په کار بوخت وي لږ څه يوواړيه يوه کال کې دوړانګوخته دځان ساتنې په هکله نوې مالومات او زده کړه ورکړه شي. همدارنګه داسې لارې چارې او سربښتې ونيول شي، چې يوکارګر ته دنړيوال سازمان (ICRP) له خوا دوړانګو کلنی منل شوې کچې څخه، زياتې وړانګې وه نه رسيږي. دنومړې موخې لپاره دوړانګو اندازه کولوفزيکي آلې وکارول شي.

اووم– د الارا پرنسيپ (As low as reasonably achievable = ALARA)

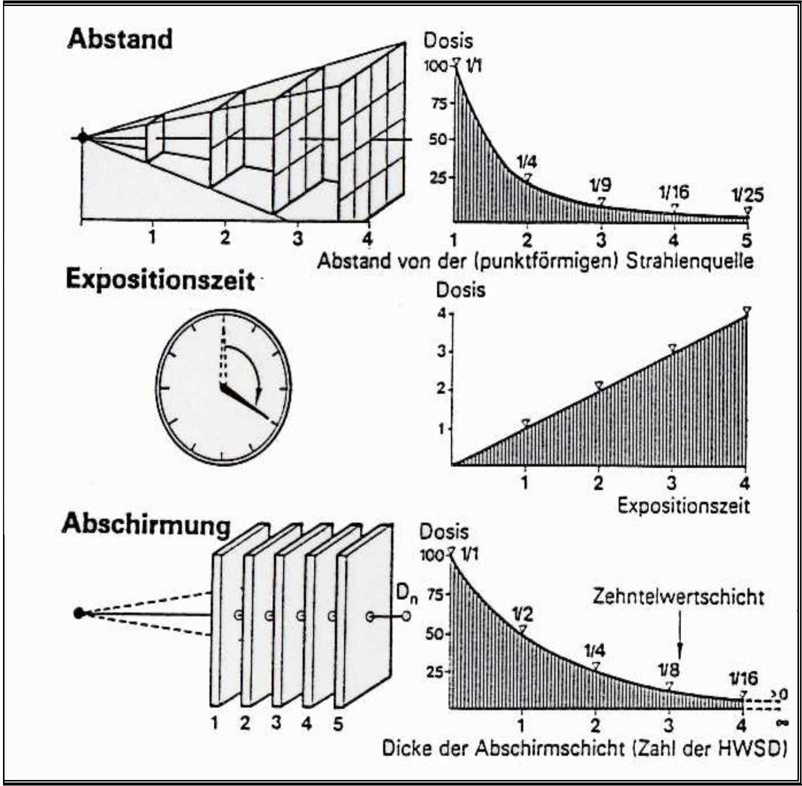
په اوسني وخت کې ګڼ شمير پيژندل شوي بيورياضي موډلونه دا مني، چې ايونايزکوونکي وړانګې که هر څومره په ټيټه کچه او اندازه هم وي خوبيا هم د سرطان ناروغي دراپارولو او منځ ته را تلو د خطرسرچينه کيد لای شي. داځکه چې لا تر او سه ددې سپينوی نه دی شوئ چې په ډيره ټيټه کچه وړانګې د بيلګې په ډول لکه د يو ملي سيورت څخه تردوه سوه ملي سيورته پورې بې خطره دي. دا په دې ما نا چې ددې احتمال هم شته دی چې که دالفا وړانګو يوه ذره په يوه حجره(ژونکه) ولګيږي او موتيشن منځ ته راولي، نو په پايله کې د سرطان ناروغي منځ ته راوستلای شي. نړيوال هغه مسلکي پوهان چې د نومړې تګ لارې په هکله سره په يوه خوله دي دغه ډول تيوري ته **د سم سيخ اونه ليميټ لرونکې تيوري ويل** کيږي. له دې کبله نړيوال ټول نامتو پيژندل شوي کميسيونونه لکه دوړانګو نه دځان ساتلو نړيوال کميسيون (ICRP)، داتومي انرژۍ نړيوال سازمان (IAEA)، اودروغتيا نړيوال کميسيون (WHO) دنړې ټولو هيوادونوته په ټينګه سره دا سپارښتنه کوي، چې د هر اړخيزو سربښتو او تجربو په مرسته سره تر خپله وسه پورې هڅه و شي، چې دوړانګواندازه دومره ټيټه وساتل شي څومره چې ديوې خوا ورته اړتيا ليدل کيږي او دبلې خوا امکان ولري. دوړانګو نه دځان ساتنې نړيوال کميسيون (ICRP) نومړې سپارښتنه **دالارا پرنسيپ** (As low as reasonably achievable = ALARA) په نامه سره کارولې ده . څرنګه چې نن ورځ د الارا پرينسيپ دهر هيواد په ملي قانون کې رسمي ځای نيولی دی، نو له دې کبله يې پلي کول د هر هيواد لپاره يوه قانوني دنده ګڼل کيږي.

> د الارا پرنسيپ په بنسټ دافغانستان دولتي چارواکو يوه ملي او نړيواله دنده ګڼل کيږي چې سمدلاسه داسې لارې چارې ولټوي، چې نور د هيواد چاپيريال د يورانيم په راديو اکتيو موادو، بيالوژيکي موادو، کيمياوي موادوککړ نه شي. دنومړو موادو د اندازه کولوپه موخه دچاپيريال ساتلو(Environment protection) يوځانګړی پروګرام اوپروژه پرانيستل شي

اووم: تولي هغه سيمي چې په راديو اكتيو موادو ککړشوي وي، د راديواكتيوسرچيني دخطرپيژندلو نښه په پام کي ونيول شي چي په ۱۰۵ شکل کي ښودل شوې ده.

۱۰۵- شکل: درادیو اکتیو سرچيني د خطرپيژندلوټاکلي علامه په ټولو هغو ځایونوکي باید په کاروا چول شي چي هلته چاپيريال په راديو اكتيو موادوککړشوئ وي.

په ۱۰٦ شکل کي دوړانګو نه دځان ساتني په موخه درى نامتو کړنلارې لکه واټن (Distance)، درڼا کيدلوموده (Irradiation time)، اودسرچيني په شاوخواکې د يوه ديوال (Shielding) جوړول ښودل شوي دي.



دوړانګو انرژي دوز دواټن په مربع سره معکوسا کمښت مومي. $D \sim 1/r^2$
دوړانګو انرژي دوز د خپريدلو وخت سره سم سيخ متناسب ده. $D \sim t$
دګاماوړانګودوز D د يوې مادې دپنډالي d په تابع سره اکسپوننسيال Exponential کمښت مومي $D = D_0 \times e^{-\mu d}$

۱۰٦- شکل: دايونايزکوونکو وړانګو دخطر څخه دځان ساتلو درىنامتو قانونونه ياکړنلارې ښودل شوې دي.

☜ **پايله:** په راديواکتيوککړشوي سيمه کې د تم کيدلو وخت داړتيا نه ډيروه نه ټاکل شي، په ليرې واټن کې درېدل اود يوه شي په شټ کې ځان خوندي ساتل او نوردوړانګوزيان کموي.

په ۳۹ جدول کې دعام ولس او همدارنګه دهغوکسانولپاره چې دخپل مسلک په اساس درادیو اکتيو موادو سره کارکوي اووړانګې ورته رسيږي; ديوه کا ل په موده کې تر ټولو لوړ اغيزمن انرژي ډوز H_{eff} سرحد يا ليمټ اندازه دنړيوال کميسيونو لخه (UNSCEAR) او ICRP له خوا ټاکل شوې دي چې دنړۍ هر هيواد دنده داده چې دغه سپارښتنه په پام کې و نيسي او په ورځني ژوند کې يې پلې کړي.

دعام ولس لپاره	دمسلکي کارګرولپاره	دبد ن غړي نوم
1 mSv يو ملي سيورت	20 mSv شل ملي سيورت	ټول بد ن ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې
15 mSv پينځه لس ملي سيورت	150 mSv يوسلوپنځوس ملي سيورت	سترګوته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې
50 mSv پنځوس ملي سيورت	500 mSv پينځه سوه ملي سيورت	پوستکی ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې
1 mSv يو ملي سيورت	1 mSv يو ملي سيورت	دمور په نس يا ني رحم (زيلانځ) کې ماشوم ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې دنهومياشتو په موده کې
5 mSv پينځه ملي سيورت	50 mSv پنځوس ملي سيورت	دهډوکوسره ماغزه، جنسي غدې
50 mSv پينځوس ملي سيورت	500 mSv پينځه سوه ملي سيورت	لاسونه، پښې او پوستکی
30 mSv ديرش ملي سيورت	300 mSv درې سوه ملي سيورت	دهډوکو پوستکی او تايرايد
13 mSv ديارلس ملي سيوت		په دريو مياشتو کې دحاملداروياني دوه ځانوښځود خيټې برخې ته دانرژي ډوزلوړ ليميټ وړانګې

۳۹- جدول: د عام ولس او مسلکي کارګرولپاره د وړانګو لوړه **کلنی** اغيزمن انرژي ډوز اندازه چې دنړيوال کمسيون ICRP له خوا يي سپارښتنه شوې ده (17).

هغه ښځې چې خپلوماشومانو ته شدې ورکوي، اجازه نه لري چې په يوه داسې سيمه يا ځای کې تم شي يا کار وکړي، چې هلته د خوراک، څښاک او تنفس له لارې راديو اکتيو موادشتون وي او بدن ته ورننوځي.

✍ دمور په نس يا ني رحم کې ماشوم ته دانرژي ډوز لوړ ليميټ وړانګې دنهومياشتو په موده کې ديو ملي سيورت څخه وانه وړي.

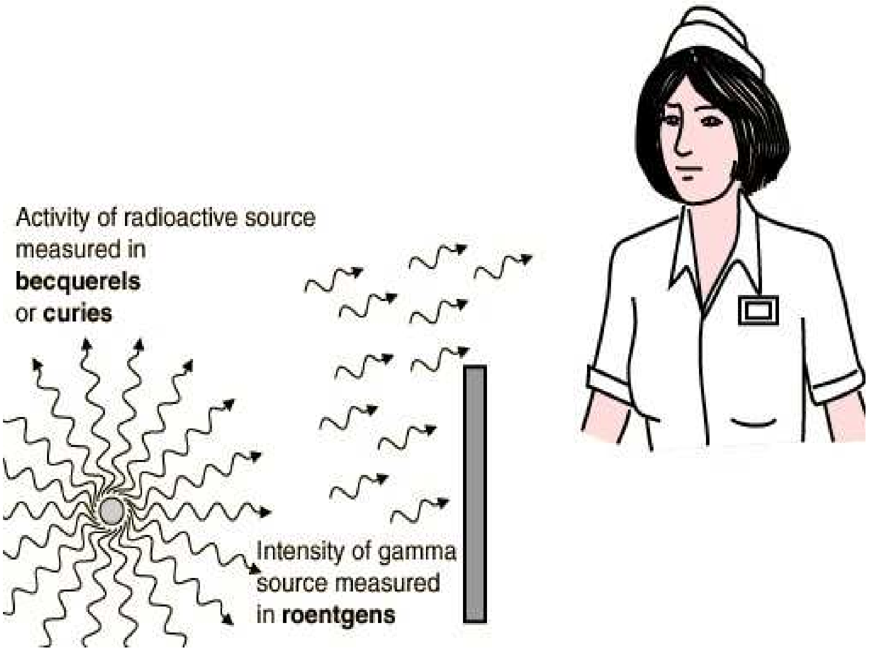
* **پوښتنه**: په راديولوژي کې د اکسريزښخه دساتنې په موخه ديوه فلزي ديوال ښخه کاراخيستل کيږي چې نيما يي ارزښت پنډوالی يې HVL = 5 mm پينځه ملي متره او ټول پنډوالی يې دوه اينچه (2 inches = 25,4 cm) دی. که چيرته دديوال په مخ باندې په يوه ساعت کې دوړانګوشدت سل رونتګن 100 R ولګيږي نوددیوال په شا اړخ کې دوړانګوشدت په واحدد رونتګن په يوه ساعت کې مالوم کړی؟

* **حل:**

$$I = I_0 e^{-\frac{0,693\ x}{HVL}} = 100\ e^{-\frac{0,693\,(2\,inches)\,(25,4\,mm\,/\,inch)}{5\,mm}}$$

$$I = 100e^{-7,04} = 100(0,000876) = 0,088R/h = 88mR/h$$

* **ځواب:** اته اتيا ملي رونتګن وړانګې اويا په بل عبارت يوازې نهه په سلو کې دديوال ښخه تيريږي.



۱۰٦-الف شکل: طبي کارپوهان ديوه فلزي ديوال په مرسته سره خپل ځان د راديواکتيو سرچينې لکه په راديو اکتيو موادود چاپيريال ککړتيا او يا لکه د اکسريزماشين ښخه ځان ژغورلای شي. بر سيره په دې ضرور ده چې د وړانګواندازه کولوپه موخه د يوه رونتګن فيلم X ray film badge ښخه کارو اخيستل شي چې د بدن په پورتنی برخه کې تومبل شوئ وي (88)

دوړانګوښخه دځان ساتنې سیمې (Radiation Protection areas)

دوړانګوښخه دځان سا تنې نړیوال کمېسیون (ICRP) دهغومسلکي کارکوونکولپاره چې په یوه رادیو اکتیوچاپیریال او رادیو اکتیوموادو سره په کارونوبوخت وي اووړانګې ورته رسیږي، درې ډوله سیمې ټاکلي دي. نوموړئ سازمان په دې اړوند ټولومسلکي کارکوونکوته سپارښتنه کوي چې په دغوسیموکې دانرژي ټاکل شوئ لوړ لیمیټ په پام کې ونیسي. دوړانګوښخه دځان ساتنې سیمې په ټاکلونښو اود رادیو اکتیو سرچینې په سمبول لکه جوت کښل شوې وي او په ۱۰۶ ب شکل کې ښودل شوې دي.

لومړی: دبندیزسیمه (Closed area)

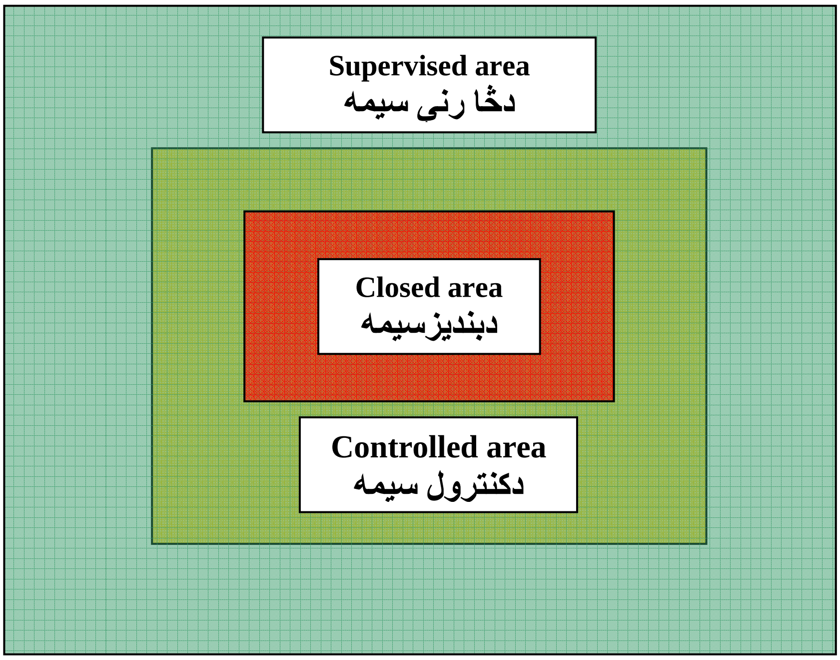
دبندیز سیمه یا ترلې سیمه هغې سیمې ته ویل کیږي چې هیڅ یوه مسلکي کارکوونکي ته اجازه نه شته چې هلته کاروکړي. داځکه چې په نوموړې سیمه کې دیوې رادیواکتیوسرچینې انرژي ډوزپه یوه ساعت کې، له درې ملي سیورت ښخه پورته وي (Dose rate > 3 mSv/h) او له دې کبله دبندیزسیمې په نامه سره یادیږي.

دویم: دکنترول سیمه (Controlled area)

دکنترول سیمه هغې سیمې ته وایي چې هلته دیوې رادیو اکتیوسرچینې انرژي ډوز په یوه کال کې دشپږ ملي سیورت ښخه لوړقیمت ولري (Dose rate > 6 mSv) . هغه ښوک چې په نوموړې سیمه کې کارکوي بایدچې دټاکلوآلو لکه دفیلم ډوزیمتر په مرسته سره هغوی ته د وررسیدلو وړانګوکچه اندازه شي. برسیره پر دې دغه ډله مسلکي کسان باید چې هرکال په خپل ځان یوه طبي پلټنه تر سره کړي تر ښودوړانګودزیان کچه او یا په بدن کې درادیو اکتیو موادو شته والی مخکې ترمخه مالوم شي.

دریم: دڅارنې سیمه (Supervised area)

دڅارنې سیمه دوړانګوهغه سیمه ده چې هلته مسلکي کارکوونکوته په یوه کال کې دیوه ملي سیورت (Dose rate > 1 mSv) ښخه دیرې وړانګې رسیږي.



۱۰۶ ب شکل : په یوه چاپیریال کې دوړانګو ښخه دځان ساتنې سیمې ښودل شوې دي.

پوښتني (Questions)

۱۳-۱ څلور نامتوکړنلارې په ګوته کړی چي دوړانګو دخطر څخه دځان ژغورني په تړاوخورا اړین دي؟

۱۳-۲ دعام ولس لپاره د وړانګوانرژي دوز کلني لوړلیمیټ(حد) دنړیوال سازمان ICRP له خوا څومره ټاکل شوئ دی؟

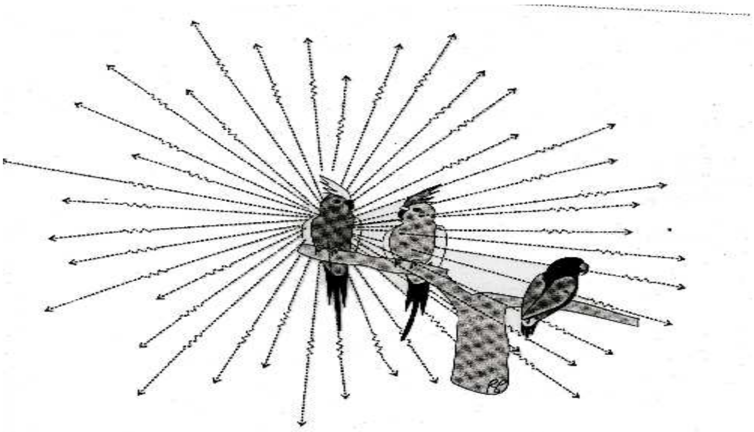
۱۳-۳ دوړانګو د شدت کمښت د یوی مادې نیماي پندوالی HVL شمیر n په تابع سره دلاندني فرمول له مخي تر لاسه کیږي. $(1/2)^n$ دنوموړي مادې څومره شمیرنیمایي پندوالی په کاری د تر څو دوړانګوشدت د لومړنی شدت په پرتله یو په شپاړسمه 1/16 برخه را ټیټ کړي؟

۱۳-٤ یو ماشوم ته چي دموریه نس کي وي دوړانګو لوړ انرژي لیمېټ څومره دی؟

الف: لس ملي سیورت، ب: یو ملي سیورت، ج: سل ملي سیورت، د: پینځوس ملي سیورت

۱۳- ٥ دالارا پرنسیپ ALARA څه ډول سپارښتنه ده چي دنړیوال کمسیون ICRP له خوا وړاندې شوي ده اود هر هیواد لپاره د یوه قانون په ډول منل شوی ده.

۱۳-٦ یوه زراعتي څمکه چي په رادیو اکتیوایزوتوپ سیزسم Cs-137 موادو ککړه شوې او اکتیویتي یې یوکیلو بیکاریل 1kBq ده دخوراک له لارې د یوی مرغی بدن ته و رننوتلي دي او رادیو اکتیو وړانګي خپروي. د لاندني شکل په مرستھ سره مالومه کړئ چي که دوه نوري مرغی په خپل وارسره په نیم متراو یومتر واټن کي لیری ناستي وي نو هغوی ته څومره انرژي دوز رسیږي؟ دګاما ثابت د سیزیم لپاره مساوي ده له: $\Gamma_H = 88\mu Sv\, m^2 GBq^{-1}$



۱۰٦- ب شکل: دکین اړخ یوه مرغی دخوراک له لارې رادیواکتیوموادځان ته رانیولي دي اوله دې کبله وړانګي خپروي او په پایله کي دوه ګاونډی مرغي هم د خطر سره مخامخ کوي.

اتمه برخه

ځوارلسم ځپرکی

د طبيعي وړانګوسرچينې

(Natural radiation sources)

طبيعي وړانګې عبارت له هغو وړانګو څخه دئ چې په طبيعت او چاپيريال کې تل او دځمکي په هرځاى کې موجودې دي. انسانان، څلورپښي او نباتات د ژوند په ټوله موده کې دنومورې وړانګې تر ناوړه اغيزې لاندې پريوتي دي، چې د ډيروناروغيو لکه د سرطان ناروغی د پيدا کيدلوسبب(لامل) ګڼل کيږي. دطبيعي وړانګو سرچينې په لاندې ډول سره ويشلاى شو.

لومړى: کازمېکي وړانګې (Cosmic rays)

کازميکي وړانګې کيهاني وړانګې دي چې د فضا څخه لکه لمر، کهکشان (Milchstrasse) او دنوروستوروياني ګالاکسي (Galaxy) څخه راځي او دپروتونو، الفا ذرو، الکترونواو درند و هستو څخه جوړې شوې دي. کله چې نومورې وړانګې او ذرې د ځمکې په اتموسفير باندې و لګيږي، نو هلته د لرڅه پينځه ويشت کيلومترو په ارتفاع کې دهوا د مالېکولو سره هستوي تعا ملات تر سره کوي چې په پايله کې نورې هستوي ذرې په تيره بيا لکه ميون(Meon) ، پيون (Peon) ،نيوترون او الکترونه منځ ته راځي. کله چې فضا ته ساينس پوهان په فضايي بيړى کې سفرکوي، نو بايد چې د هغې د کاپسل جوړښت دومره کلک وتاکل شي، چې دنومورو لوړانرژي وړانګو لکه لس په طاقت د يوويشت الکترون ولټه (10^{21}eV) دخطر څخه خوندي وساتل شي. داڅکه چې تجربو وښودله چې دفضايي بيړى په کاپسل ياني باندنۍ سطحه کې دنومورو زرو د لګيدلو په پايله کې، لږ څه لس زره ګرې په يوه ساعت کې (10 000 Gy/h) انرژي ډوز تو ليد کيږي. په داسې حال کې چې که ټول بدن ته په يووارسره شل ګرې ورسيږي نو سمدلاسه سړئ مړ کيږي.

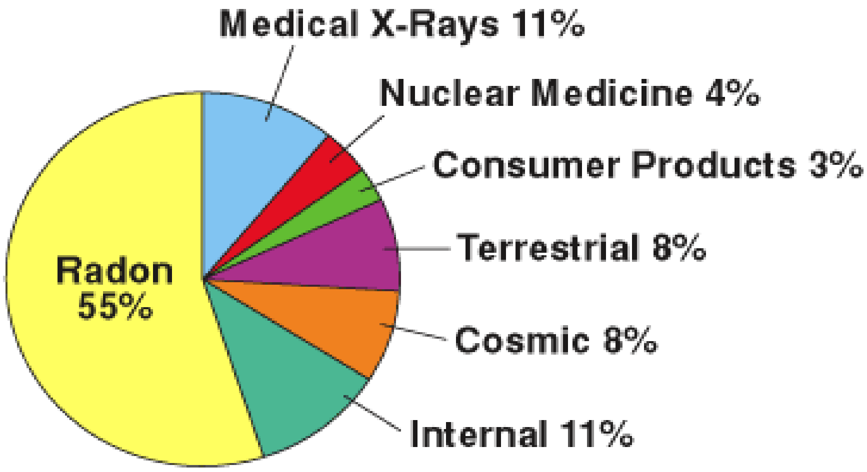
دبيلګه په ډول که ځوک په الوتکه کې دلندن څخه تر نيويارک پورې يو ځل تګ او راتګ وکړي، نو هغه ته لږ څه سل مايکرو سيورت (100µSv) انرژي ډوزرسيږي.

دوهم: دځمکې لاندې وړانګې (Terrestric radiation)

نوموړي هغه وړانګې دي چې دکاينات(Universum) د پيداينت سره يوځاى د مليارډونو کالونو څخه راپدې خواپه ځمکه کې شتون لري اودراديو اکتيوطبيعي عنصرولکه توريم Th-232، يورانيوم U- 238 او پوتاسيم K-40 څخه دځمکې مخ او چاپيريال ته خپريږي. نوموړي راديو اکتيو طبيعي راديونوکليد دځمکې د لاندې په معدني ډبرو اوخاورو کې په غير متجانس ډول وېشل شويدي او دتجزيې په مختلفو پړاونوکې هستوي وړانګې تر هغه موده پورې خپروي تر څوچې په اخيرکې په ثابتوياني مستقرو عنصرونو واوړي. د روغتيا په تړاو ترټولوخطرناک وړانګې درادون غاز(Radon) د يادولووړ دى چې ديورانيوم راديو اکتيو عنصردتجزيې په سلسله کې په ځمکه کې پيدا کيږي او بيا په تيره بيا دکورونو په تکاويو کې راټوليږي. دنوموړي راديواکتيو غاز څخه دالفاوړانګې خپريږي چې اکتيويتي يې دځمکې په ځينو برخوکې د لس ذره بېکارېل څخه هم په متر مکعب هواکې ($10kBq/m^3$) اوړي. داسې اټکل کيږي چې دسرطان ناروغۍ لس په سل کې اصلي علت همدغه د رادون غازګڼل کيږي. په نړۍ کې دطبيعي وړانګوکچه تر ټولوزيات په هند وستان کيرالا څلويښت ملي سيورټ (40 mSv)، ايران رامزار څلورسوه پنځوس ملي سيورټ(450 mSv) او برازيل کې دوه سوه ملي سيورټ (200 mSv) په يوه کال کې اندازه شوې ده.

دريم: دصنعت سره تړلې وړانګې

نوموړي هغه وړانګې دي چې داوسني تمدن او پرمختګ سره يوځاې نوې رامنځ ته شوې اودروغتيا په تړاو دبشر لپاره ناوړه وروستۍ اغيزې لري. د بېلګه په ډول لکه دهستوي انرژي څخه په اتومي بټۍ يا ريکټورونوکې کاراخيستل چې برېښنا تړې توليد يږي، او همدارنګه د هستوي وسلوپه جوړولو، هستوي آزموينوتر سره کولو ، په تيره بيا په درمل پوهنه کې دناروغيو په پېژندلو او درملنه کې خورا زيات په کار اچول کيږي.



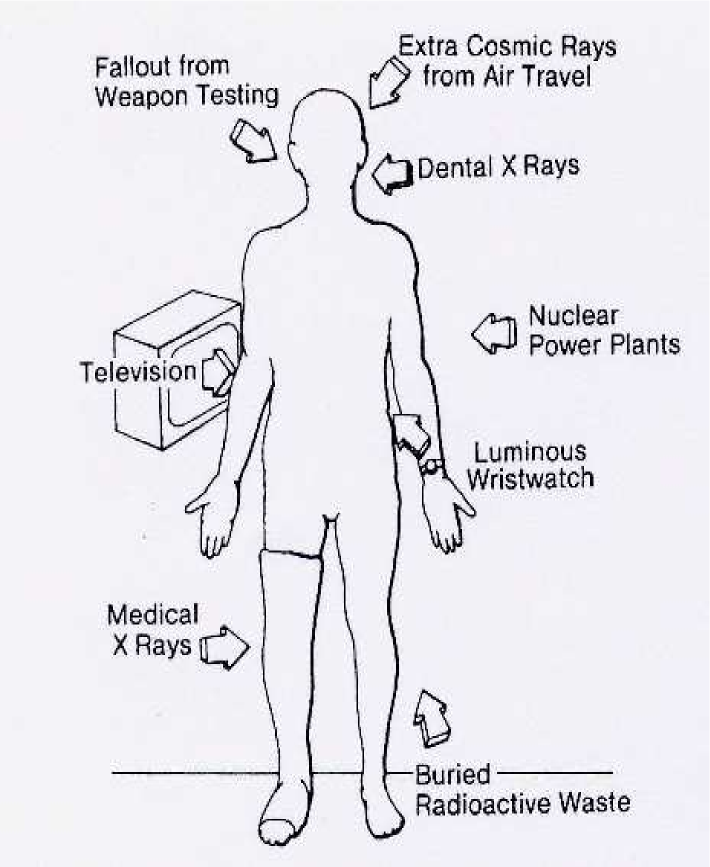
۱۰۷- شکل: د وړانګو سليزه برخه چې عام ولس ته په يوه کال کې دمصنوعي او طبيعي وړانګو د سرچينو څخه وررسيږي. د بېلګه په ډول درادون غاز ۵۵ ٪ ، دننه وړانګې ۱۱٪ ، کازميکي وړنګې ۸٪ ، دځمکې لاندې ړانګې ۸٪ ، هستوي طب ، ٤٪ ، په طب کې داکسريز استعمال ۱۱٪

په ٤٠ جدول کې د طبيعي اومصنوعي وړانګودانرژي ډوزپه واحد دملي سيورت ښودل شوې دی چې دټولو مجموعه په يوه کال کې لږڅه دری نيم ملي سيورت ته رسيږي.

په يوه کال کې دطبيعي اومصنوعي وړانګو انرژي ډوز	
لومړی: د طبيعي سرچينو وړانګې	
کازميکي وړانګې	0,3 mSv
دځمکې لاندې وړانګې	0.5 mSv
درادون نجيب راديواکتيو غاز تنفس کول	1,0 mSv
دخوراک او څښاک دلارې په بدن کې جذب شوي راديواکتيو عنصرونه	0,3 mSv
دويم: د مصنوعي سرچينووړانګې	
په درمل پوهنه کې دراديواکتيو موادو استعمال	1,5 mSv
داکسريزيو عکس اخيستل	0,04 mSv
اوه ساعته په الوتکه کې الوتنه	0,05 mSv
پيلوټ ياني دالوتکې چلونکې ته په يوه کال کې کازميکي وړانګې	2 mSv per year
دچرنوبيل په کنترول سيمه کې اوسيدونکي وګړي	10 mSv per year
هستوي بټی په چاپيريال کې	0,01 mSv
د چر نوبيل هستوي پېښه	0,02 mSv
هستوي ازموينې	0,01 mSv
دصنعت په نوروبرخوکې درادیو اکتيو موادو هر اړخيز استعمال	0,02 mSv
دطبيعي وړانګوټول انرژي ډوز	3,7 mSv

٤٠ جدول: دطبيعي اومصنوعي وړانګوسرچينې ښودل شوې دي.

دبېلګه په ډول لکه کازميکي وړانګې (Cosmic rays) ، دهستوي وسلو وړانګې (Nuclear weapons) ، دهستوي بټی وړانګې (Nuclear power plants)، دهستوي ازموينووړانګې (Nuclear tests) ، د ناروغيو په پيژندنه کې داکسريزآلې (Medical X Rays) ، دځمکې لاندې طبيعي راديو اکتيو عنصرونو لکه يورانيم ، پوتاشيم، رادون غاز وړانګې (Buried radioactive waste) دتلويزيون وړانګې اونوروسرچينووړانګې (26).



۱۰۸- شکل: دطبيعي اومصنوعي سرچينو څخه وړانګې خپرېږي اوبدن په رڼا کيږي .

پوښتنې (Questions):

۱-۱٤ طبيعي وړانګې څه ډول وړانګې دي او دکومه ځايه راځي؟

۲-۱٤ دطبيعي وړانګو کچه په منځني ډول او دځمکې پر مخ څومره اټکل شوې ده؟

۳-۱٤ د روغتيا په تړاو دطبيعي وړانګو ترټولوخطرناکه سرچينه کومه دي؟

٤-۱٤ په کومه کچه احتمال شته دی چې د طبيعي وړانګو څخه د سرطان ناروغی منځ ته راشي؟

٥-۱٤ دطبيعي وړانګوپه تړاوسم سيخ اوسرحد نه لرونکې تيوري LNT څه ډول وړاند وينه کوي؟

نهمه برخه

پینځلسم څپرکی

دسرطان خطر احتمال اټکل

(Estimating the risk of cancer Probability)

سریزه

دسرطان ناروغی د منځ ته راتلواحتمال او دخطراټکلو کچه دلومړي ځل لپاره د دوهمي نړیوالي جګړې یاني ۱۹٤٥ م کال په جاپان باندي د اتوم بم د چاودني په پایله کي دهغو ناروغو کسانو د شمیرني په بنسټ محاسبه کیږي، چې ځیني یې تر او سه پورې ژوندي پاتي دي او هغوی ته د دوه سوه پنځوس ملي سیورټ (250 mSv) نه پورته وړانګي او یا په بل عبارت دطبیعي وړانګوپه پرتله سل ځله ډیرې وړانګي رسیدلي وي. دهغوی څخه ډیر کسان دلسو کالو په موده کي یاني د۱۹٤٥څخه تر ۱۹٥٥ م کال پورې د ویني په سرطان اخته شول. خوهغوکسانوته چې ددوه سوه پنځوس ملي سیورټ څخه لږوړانګي رسیدلي وی، یوه داسی کلینیکي ناروغي او یا نورې ناوړه اغیزې چې ګنه سم سیخ یې دوړانګو سره تړاو درلودلای نه شوه ثبوت کیدلای. دوړانګو نومړې کچه د ټیټي انرژی لیول په نامه سره ونومول شوه. د بیلګي په ډول که وغواړو چې دلس ملي سیورټ 10 mSv وړانګو ناوړه اغیزې لکه دسرطان ناروغي اویا په کروموزوموکي موتیشن په ربښتوني او دقیق ډول مالوم کړو نو ددي موخي لپاره په ملیونو وګړوباندې د سرطان ناروغی دمنځ ته راتلوپه هکله یوه احسایوي ، اپیدیمیولوژیکی اوږد مهاله څیړنو (Epidemiological studies) ته اړتیا لیدل کیږی.

نن ورځ دوړانګود لوړې کچي انرژي ډوزد خطر په اړوند پوره ما لومات تر لاسه شوئ دی کوم چې د اتوم بم دچاودني، دچرنوبیل هستوي پیښي او د هستوي وسلو دکارولوپه پا یله کي چاپیریال ته خپرې شوې دي. خو دوړانګود ټیټي کچي انرژي ډوز لکه دغریب شوي یورانیوم وړانګي، دهستوي بټی څخه چاپیریال ته ازادشوي وړانګي، په درمل پوهنه اوصنعت کي د رادیو اکتیو ایزوتوپونو کا رولو ناوړه اغیزو په هکله ډیر لږ مالومات شته دی. دا ځکه چې دټیټي کچې وړانګواغیزه یوه ستوخاستیک اویا په بل عبارت دچانس Chance یوه تصادفي بیالوژیکي پیښه ګڼل کیږي ا و سمدلاسه یې د کلینیکي زیان سپینوئ د تجربو له مخې نه شي کیدلای. دا په دې مانا چې د ټیټي کچي انرژي ډوز ناوړه اغیزې ډیر کالونه وروسته منځ ته راځي. همدا سبب(لامل) دی چې نن ورځ د ټیټي کچي وړانګو ناوړه اغیزود

احتمال په هکله دغو دوله تیورۍ موډلونو څخه کار اخیستل کیږي او پایله یې داده چې په دې اړوند ځانګپوهان په خپل منځ کې هم په یوه خوله نه دي .

په دې اړوند د معادل انرژي دوز لیمیټ لوړه او ټیټه کچه یا ا ندازه په دوه برخو ویشل کیږي .

لومړئ - دلوړې کچې اغیزمن ډ وز (High level radiation)

دوړانګونومورې اغیزمن دوز هغه برخه تشکیلوي چې دتجربو په بنسټ یې دروغتیا په تړاو د وړانګو زیان په ثبوت رسیدلی دی. دنوموړي اغیزمن دوز کچه ددوه سوه ملي سیورټ نه پیل کیږي او ترسل ګونو سیورټ پورې رسیږي یاني پورته سرحد نه لري(200 mSv <).

دویم - دټیټې کچې اغیزمن ډوز (Low level radiation)

دویمه کچه هغه اندازه وړانګې تشکیلوي چې د اغیزمن دوزقیمت یې د دوه سوه ملي سیورټ څخه راښکته تر صفره پورې رسیږي **(0- 200 mSV)** . که څه هم په نوموړي اندازه اغیزمن دوز په بدن کې ناوړه اغیزې پریږدي خو د تجربو له مخې یې ثبوت (سپینوی) سمدلاسه نه شي کیدلای بلکه یوازې د ریاضي فرض شوو تیورې موډلونوپه مرسته سره د وړانګو خطر اټکل او مخ وینه کولای شو. نوموړي موډلونه لاندني فزیکي او بیالوژیکي ارقام او پارامتر(Parameter) په پام کې نیسي.

- د ایونایزکوونکو وړانګو او دسرطان ناروغۍ دمنځ ته راتلواحتمال دنوموړووړانګو په ډول لکه الفا، بیتا او ګاما، دوړانګو په انرژي، د تشعشع (Irradiation) په موده اوداچې په څومره کچه انرژي د کتلې په یوه واحد کې جذ ب شوې ده اړه لري. برسیره پردې د نوموړو وړانګود خطراحتمال د روغتیا په تړاو په همغه کچه زیاتیږي چې هر څومره ډیره موده په بدن کې دیورانیم ایزوتوپ پاتې شي.

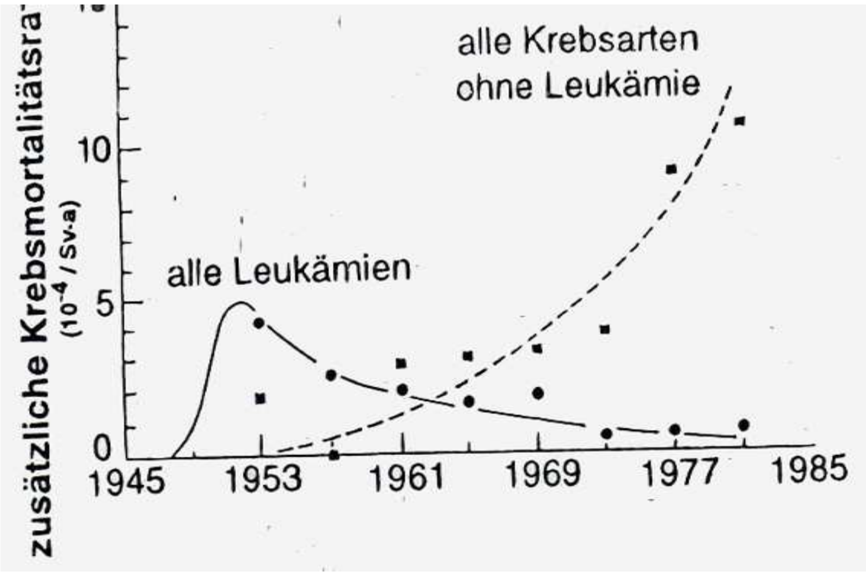
په ۱۸۹٦ م کال کې یاني د رونټګن وړانګو دکشف څخه یوکال وروسته د روغتیا په تړاو د ایونایزکوونکو وړانګو د خطرکلینیکي ناوړه اغیزې وپیژندل شوې. دنوموړي وخت څخه راپدې خوا د وړانګو دخطرکچې اټکل دهغو مالوماتو په بنسټ منځ ته راغلي چې په ورځني ژوند کې دوړانګو نه د کار اخیستلو په پایله کې لکه هستوي وسلو، هستوي آزموینو ،هستوي بټۍ، درمل پوهنه اونوروبرخوکې تر لاسه شوې دي. دنوموړو مالوماتو په بنسټ یو لړ بیالوژیکي اوریاضي موډلونه لاس ته راغلي چې دایونایزکوونکو وړانګود خطرکچې اټکل تر سره کولای شو. دکتاب په دې څپرکی کې به دنوموړو موډلونو په هکله رڼا واچوو. خو مخکې تردې دایونایزکوونکو وړانګوهغه سرچینې د یادولووړدي چې دسرطان ناروغیو د منځ ته راتلوسبب(لامل) ګرزي اواحسایوي څیرنې لپاره کارول کیږي .

دبیلګې په ډول دخطر هغه احتمال چې دیو ملي سیورټ 1mSv وړانګو څخه چاته رسیږي دهغه خطر احتمال سره معادل دی لکه چې د سل سګرټ څکولو څخه د سرطان ناروغی منځ ته راځي

روغتیا ته د ټیټې کچې انرژي ډوزدخطر احتمال اټکل		
په عادي ژوند کې د خطراحتمال	دوړانګوخطراحتمال	اغیزه
د یوزرعام وګړو څخه اوه پینځوس تنه مړه کیږي (57:17000)	د اوولس زرووګړو څخه یو تن مړکیږي(1:17000)	دیو ملي سیورټ 1 mSv څخه د سرطان ناروغی خطر

داتوم بم هستوي وړانګي

په ۱۰۹ شکل کې دهغوناروغانو شمیر ښودل شوی ده چې داتوم بم دوړانګوناوړه اغیزې په پایله کې د وینې سرطان اودسرطان په نورو ناروغیو باندی اخته شول.



۱۰۹ـ شکل: په جاپان باندې داتوم بم دناوړه اغیزې له مخې دهستوي وړانګو په واسطه په یوه کال کې (Annual= a) د سرطان اضافګي پیداشوو ناروغیوپه پایله کې، د مړه شوو خلکو شمیرپه عمودي محور(10^{-4}/Sv.a) اودتیر شووکالونو شمیرپه افقي محور باندې ښودل شوئ دئ. نوموړي احسائیه د اوږدې مودې لپاره (1950-1985) په لسو زرو وګړو (10 000 persons) کې تر سره شوې ده چې هغوی د ددوه سوه ملي ګرې (0,2Sv) څخه پورته انرژي دوزباندې رڼا شوي وو. په نوموړي شکل کې لیدل کیږي چې دوینې سرطان (Leukamia) ناروغی وروسته له لږ څه اوه کالو څخه (1953) ترتولولوړیاني اعظمي قیمت اخلي. دوینې سرطان نا روغي په توروزغول شوولیکو اود سرطان پاتې نورې ناروغی په پرې شوو لیکو ښودل شوي دي(74) .

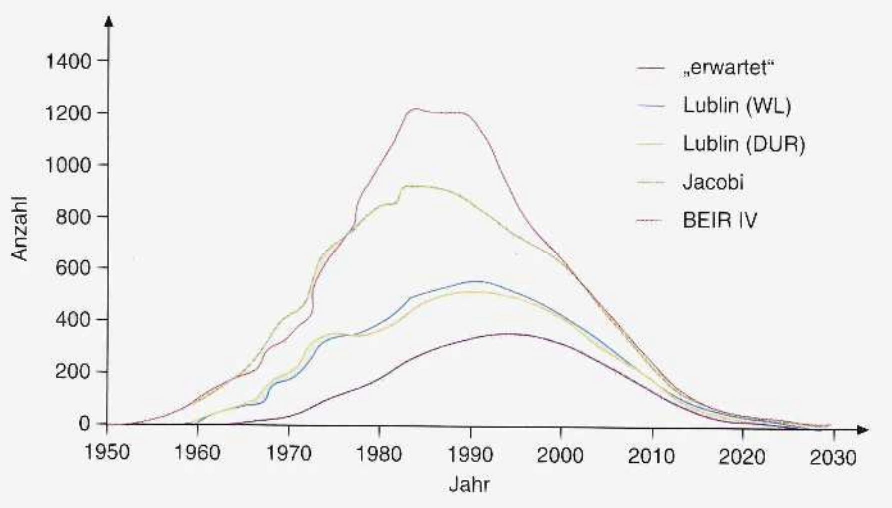
د رادون غا ز وړانګي

دنړی په ډیرو ځایونو کې د ځمکي لاندې رادیواکتیو ډبرې شته دي چې دهغوی څخه وړانګې خپریږي. دبېلګه په ډول درادون غاز222- radon درادیم Radium-226 دتجزیې په کړنلاره کې منځ ته راځي اوبیا د کورونوپه تکاویواو لاندې چت کې راغونديږي. نوموړئ غازدالفا وړانګې خپروي او دسرطان ناروغی سبب(لامل) ګرځي. درادون راديو اکتيوغاز نيمايي وخت ځلوروځې دی اوبیا تجزیه کیږي او په پلونیم Polonium-218 اوړي .کله چې نوموړئ غاز دتنفس له لارې سږي ته ورننوځي نو دسرطان دناروغی احتمال یې ډیر لوړاتکل کیږي. اخرنی شمیرنې داپه ډاګه کې کو ي چې په امریکا کې درادون دغاز څه دديرش زرو څخه تر اویازرو کسانو پورې دسږي سرطان په ناروغی او یوه کال کې مړه کیږي . که چیرته داوسیدلو دکورونوپه ننه کې د چاپیریال اکتیویتي کچه په یوه لیتر هوا کې د شلوپیکو کیوري 20 pCi/Liter څخه واوړي، نو ددې اړتیا لیدل کیږي چې دکوټې هوا په هراړخیزوکړنلارو سره تصفیه شي. د بیلګې په ډول لکه دکړکیوپه وازولو سره د بهر نه پاکه هوا راننه ایستل شي.

دیورانیوم کانو(معدنو) ځخه وړانګي

یوه سل کلنه شمیرنه د المان، انګلستان او امریکا په هیوادونوکي په هغو کسانو باندې تر سره شوې ده چي د یورا نیم رادیواکتیف عنصر په غر نیو کانو کي یې کارونه کړي وه. په نوموړو کانو کي ددرې سوه کاله راپدې خوادیورانیوم دلاس ته راوستلوپه موخه کارونه روان وو. نوموړو کارکوونکو ځخه یې نیمایي کسان د ځلوینتوکالو په عمرد سږی سرطان په ناروغی مړه شول. وروستئ ځیړنو وښودله چي دغوکارګرانودرادیم (Radium) ایزوټوپ ځخه خپریدونکی رادون Radon غاز تنفس کړې وه چي دیورانیم دتجزیې په سلسله کي منځ ته راځي اود الفاخطرنا کي هستوي وړانګي ورځخه خپریږي.

دبیلګه په ډول ددوهمې نړیوالي جګړې ځخه وروسته دالمان په ختیزه سیمه کي دیورانیوم په کانوکي په زرګونوکارګروپه یوه غرنی سیمه کي په کار بوخت وو. دغه کارګران د سږي ناروغی ځخه ډیر زیات مړه کیدل. په هغه وخت کي دسږي سرطان ناروغي په المان کي چا نه پیژندله نو له دې کبله دغه رنګ نا روغي د همغه غره په نوم نامتو شوه چي د واوروغر(Schneeberger diseaes) نومیږي.



۱۱۰- شکل: په عمودي محور کي د جرمني هیواد د یورانیوم (Wismut Sachsen) په کان کي د یوسلو شپږ پنځوس زرو(156000) کارکوونکو ځخه دهغو کارګرو شمیر شودل شوئ دی چي څو کاله وروسته (عمودي محور) د سږي سرطان په ناروغی اخته شول. لکه چي دپورتني ګراف ځخه ځرګندیږي چي د لړ څه شلو ځخه تر دیرشوکالونو وروسته، دسږي سرطان ناروغي یو اعظمي قیمت ځانته غوره کوي او لړ څه دوو لس سوه (1200) ته رسیږي. په پورتني ګراف کي هر یو منحني دیوه ځیړونکي تجربو سره تړاو لري چي نومونه یې په شي اړخ کي لیکل شویدي(17).

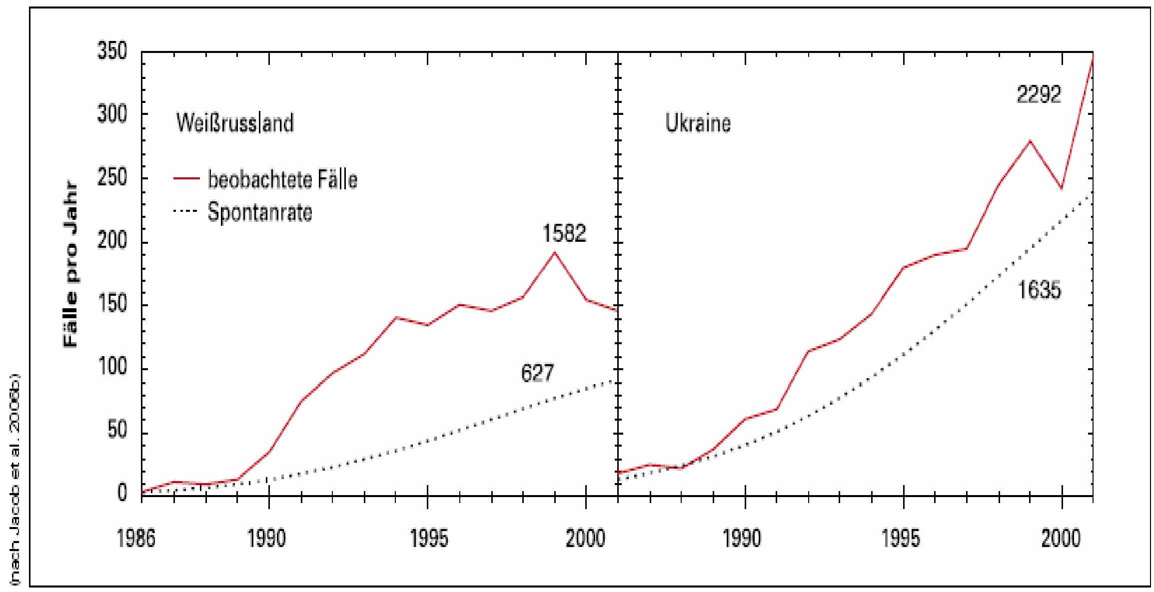
- که یو چاته لس سیورت وړانګي (10 Sv) په یوه واروړسیږي نود خطراحتمال یې دومره اټکل کیږي، چي په ځوورځواو یا اونیوکي دمړیني لاملوګرځي
- دیو سیورت وړانګو(1Sv = 1 J/Kg) دخطراحتمال دومره اټکل کیږي چي په راتلونکي وخت کي به د سلورنا شووو وګړو ځخه پینځه تنه د سرطان په ناروغی اخته شي.
- که یو چاته سل ملي سیورت وړانګي (100 mSv) په یوه واروړسیږي نود خطراحتمال یې دومره اټکل کیږي، چي په راتلونکي وخت کي به د یوزرړنا شووو وګړو ځخه پینځه تنه د سرطان په ناروغی اخته شي

د چرنوبيل هستوي پيښې وړانګې

په ١٩٨٦ م کال د پخوانی روسي اکراين ukrine په هيواد کې د چر نوبيل هستوي بټی وچاودله. په نوموړې هستوي پيښه کې دچاپيريال هغواوسيدونکو ته چې د سل ملي سيورت څخه ډير معادل ډوز رسيدلي وه دسرطان په ناروغي اخته شول. د بېلګه په ډول په اکراين کې دويني سرطان کچه د پخوا په پرتله پينځه ځله او دسرطان نوری ناروغۍ اوه ځله پورته ولاړه. که څه هم سل ملی سيورت د ټيټي کچې وړانګو په ډله کې شميرل کيږي خو سره دهغي هم دا ډير ګمان کيږي چې په کوچنيانو کې په دغه کچه وړانګې دويني سرطان ناروغۍ د دوو کالوڅخه تر لسو کالو په موده کې منځ ته راوستله.

دهستوي بټۍ چاپېرپال وړانګې

په پای کې يوه بله شميرنه هم دیادولووړده، چې د هستوي بټيو په چاپيريال کې درادیواکتيو شکمن غاز ناوړه اغيزې اوهراړخيزې ناروغۍ دي، چې زياتره پر کارګرانواو دهغې سيمې پر اوسيدونکوباندې ترسره شوې دي. نو داسی اټکل کيږي چې هغه کوچنيان چې د هغوی پلارونه په هستوي بټيو کې کارونه کوي دنوروسيمو په پرتله دويني سرطان په ناروغۍ ډير اخته کيږي.



١١١ـ شکل: د ١٩٨٦ م کال ياني د چرنوبيل هستوي پيښي څخه وروسته تر دوه زرم کال پورې د تايرايد سرطان ناروغۍ (Thyroid Cancer) کلنی شميرپه عمودي محور او دوخت موده په افقي محور باندې ښودل شوي ده. نوموړۍ شکل لکه په سپينه روسيه (کيڼ منحني) او اکراين هيواد (ښئ منحني) دا په ډاګه کوي چې دتايرايد ناروغي په هغو اوسيدونکو کې چې په ١٩٨٦م کال کې يي راديو اکتيو مواد لکه ايودين (Iodine-131) په تايرايد کې جذب کړي وو اوس د سرطان په ناروغي اخته شوي دي. د بېلګه په ډول په نوموړي شکل کې زغول شوئ منحني دتايرايد ناروغانوکلنی شميرڅرګندوي چې د چرنوبيل پيښې له کبله ډيخوا په پرتله مخ په زيا تيدوده. دتايرايد هغو ناروغانو شمير چې په طبيعي ډول ياني د راديو اکتيو وړانګوپه نشتوالي کې يوه ناڅاپه يا تصادفي ډول او په خپل سر په او سيدونکو کې منځ ته راځي په پرې شوي منحني سره ښودل شوئ(29).

د هستوي بتی ځای	دذخیرني موده	دکوچنیانو عمرپه کالو	دسرطان لیدل شوو پیبنوشمیر	د سرطان تمه لرلو پیبنو شمیر	دخطرزیاتوا لوالی کچه
Sellafield (1947)*	1961-1980	0 - 14	19	10,5	1,8 خله
Dounreay (1954)*	1968 1984	0 - 24	5	1,6	3,2 خله
Holy Loch (1961)	1964-1985	0 - 14	4	2,1	3,2 خله
Faslane (1963)	1964-1985	0 - 14	5	4,2	1,2 خله
Chaple Cross (62)	1964-1985	0 - 14	3	2,3	1,3 خله
Hunterston (1963)	1964-1985	0 - 14	19	15,7	1,2 خله
Aldermaston (1952)# und Burghfield (1962)#	1972-1985	0 - 14	41	28,6	1,4 خله

۴۱- جدول: د هستوي بتیو په چاپېریال کي دکوچنیانودویني سرطا ن ډیربنت کچه بنودل شوي ده.

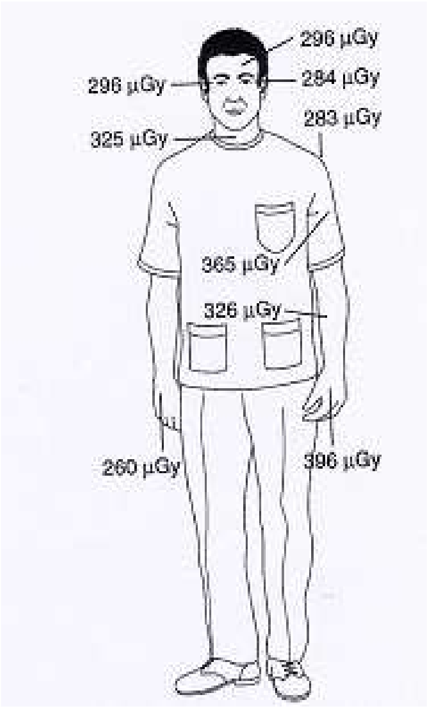
اخذ ځای: (Roman et al Brit. Med. J.295-: 597-602(1987))

د ناروغیو په پیژندنه کي د اکسریز (X-rays) ګټوراستعما ل

په ۱۹۲۰ م کال کي یوه پراخه څیړنه د رادیو لوژي درمل پوهانو (Radiologists) په هکله د امریکا په هیواد کي تر شوه، چي هغوی د ناروغیو په پیژندلو کي د اکسریز وړانګو څخه کته پورته کوله او لږ څه شل کاله داکسریز الي سره په کار بوخت وو. دڅیرنو پایله په ډاګه کړه چي درادیولوژي څانګي درمل پوهان دنوروڅانګو درمل پوهانو په پرتله لس څله ډیرد ویني سرطان په ناروغی مره کیدل. د بلي خوا په سلګونودرمل پوهان او ساینس پوهان چي داکسریز په څیړنو، تکنالوژی او پر مختګ کي په کار بوخت وو، دنومورو وړانګو دزیان له کبله یي لاسونه، پوستکي او د بدن نوري برخي وسوځیدلي. همدا سبب(لامل) وو چي د وړانګو ناروغیو څخه د ژغورني په موخه د رادیو بیولوژی (Radiobiology) یوه نوي او ځانګړي څانګه منځ ته راغله. که څه هم په اوسني وخت کي د اکسریز آلي تکنالوژي او همدارنګه د کارکولوکرنلاري دهغه وخت په پرتله ډیري سمي شوي دي، خود مالومات په موخه د رادیو لوژي یوه درمل پوه بدن ته دا کسریز انرژي ډوزپه وا حدد مایکرو ګری µGy په ۱۱۱ - شکل کي بنودل شوي ده. دغه وړانګي رادیولوژیست ته دیوه ناروغ اکسریز یوځل معاینه کولو او یا عکس اخیستلو په تر ځ کي رسیږي. دبیلګي په توګه د رادیو لوژیست لاسونو ته دوه سوه شپیته مایکرو ګری (260 µGy) اوسرکوپری ته لږ څه دری سوه مایکرو ګری اکسریز رسیږي (300µGy).

دیوه ناروغ دسږي یوه اکسریزعکس په اخیستلو سره یوملي سیورت (1m Sv) ، دپښتورګي اکسریزعکس په اخیستلو تر دیرشو ملي سیورت (30 mSv) ، دسرکوپری او د شمزی اکسریزعکس اخیستل تر څلوېښتوملي سیورت (40 mSV) پوری بدن ته وړانګي رسیږي.

یو ناروغ د سینې اکسریزاخیستلوپه حال کې لیدل کیږي



۱۱۱- شکل: د شلمې پیړۍ په پیل کې داکسریزناوړه اغیزوپه پایله کې د رادیولوژي څانګې ډیرو ډاکترانوخپل ژوند دلاسه ورکړ. دا ځکه چې د نوموړو وړانګو سره یې دځان ساتلو په تړاو بې پروایي کړې وه. دبېلګه په ډول په نوموړي عکس کې داکسریز وړانګې د ناروغۍ د پیژندلو په موخه درادیولوژي ډاکتر ته پخپله هم رسیږي. دا ځکه چې درادیولوژي ډاکترد وړانګود خطرڅخه د ځان ژغورلو په موخه دسرپویو فلزي بالاپوش (Pb-Mantle) څخه کار نه دی اخیستۍ. په کیڼ اړخ عکس کې درادیولوژي درمل پوه بدن ته دناروغ یوې معاینې په ترڅ کې وررسیدلي اکسریز وړانګې په وا حد د مایکروګرې µGy ښودل شوې دي. (26)

☜ **پایله:** د پاس یاد شوو شمیرنواو بېلګو په پایله کې نن ورځ په نړیواله کچه د کار پوهانو تر منځ منل شوې ده، چې ایونایز کوونکي وړانګې که په لوړه او که په ټیټه کچه و ي د بدن لپاره ناوړه اغیزې لري. داځکه چې دنوموړووړانګو اغیزې ستوخاستیک یاني تصادفي پیښې دي اومخ ترمخه یې اټکل نه شي کیدای. دبېلګه په ډول لکه د سرطان ناروغي ، دحجرو موتیشن او د بدن د دفاع سیستم کمزورتیا اونور. نوله دې کبله دنوموړو وړانګو د خطرڅخه د او سیدونکو اوچاپیریال خوندي ساتل د پام څخه وه نه ایستل شي. دنړیوال روغتیا سازمان (WHO) اوداتومي انرژۍ سازمان (IAEA) له خوا په یوه نوې تیوري باندې پریکړه شوې ده چې د هغې په بنسټ دیوې خوا روغتیا ته د ایونایز کونکو وړانګو د ناوړه اغیزو اټکل مخ وینه تر سره کیږي، اود بلې خوا دنوموړو وړانګو څخه دځان ژغورنې کړنلارې ښودل شوې دي. دغه تیوري د سرحد یا لیمېټ نه لرونکې(Linear Non Threshold Theory = LNT) تیوري په نامه سره یادیږي.

په ۱۱۲ شکل کې دتيتي کچې انرژي ډوزيا نې د صفر نه تر دوه سوه ملي سيورت پورې د رياضي خومهم موډلونه ښودل شوي دي چې دسرطان ناروغی دمنځ ته راتلواحتمال اټکل کوي.

لومړی: سم سيخ ليميټ نه لروونکی تيوري:

(Linear non Threshold Theory = LNT)

د سرحد يا ليميټ نه لرونکې راديوبيولوژيکې تيوري (Linear non threshold theory= LNT) په ډاګه کوي، چې دوړانګو دخطر احتمال که په ټيټه اوکه په لوړه کچه وي شته دی او همدارنګه دهغوی د خطر ضريب ديوه اوبل سره سم سيخ تړاو لري. د بېلګه په ډول نومړی تيوري دا په ګوته کوي چې د تجربو په بنسټ د لوړی کچې وړانګې (>200 mSv) د خطرضريب پينځه په سل پر يو سيورت (0,05/Sv = 5×10^{-2}/Sv) اټکل شوی دی نو همدارنګه نومړی ضريب د ټيټي کچې وړانګو(< 200) لپاره هم د باوراو د منلو وړ دی.

- نوکه ومنو چې د سلوتنوځخه پينځه تنه د سرطان په ناروغی اخته کيږي که چيرته ديوې سيمي خلکو ته يوزرملي سيورت و ړانګې ورسيږي. نو پوښتنه دلته داده چې که لس زره تنه په لس ملي سيورت رنا شي نو بيا به هم پينځه تنه په سلو کې د سرطان په ناروغی اخته شي؟

- که دوړانګو يوه ځانګړی ذره د ډي اين اې. (DNA) په يوه ماليکول ا ود بدن يوې حجرې په هسته ولګيږي، نو ددی احتمال شته دی چې همدا يوه ذره هم د سرطان ناروغی د منځ ته راوستلو سبب(لامل) وګرزي. نو داسې ما نا لري چې دسرطان ناروغی د منځ ته راتلو احتمال په نومړي ماليکول باندې د لګيدلوالفا ذرود شمير سره سم سيخ متنا سب ده. دا په دې مانا چې څومره ډيری ذرې د ډي اين اې. (DNA) په ماليکول ولګيږي نو په همغه کچه يې د زيان احتمال هم زياتيږي او دهغې سره سم نومړي کرنلاره دوړانګو انرژي ډوز سره سم سيخ تړاو لري.

که چيرته د وړانګو انرژي ډوز په (D) او دهغوی په واسطه راپارول شوی سرطان ناروغي په (y) سره وښيو نو د سرحد يا ليميټ نه لرونکې تيوري معادله په لاندې ډول ليکلاې شو.

$Y = a\times D$	(Linear non Threshold Theory)

په پا سنی معادله کې د اې توری (a) يوه ثابته ده او د وړانګو موتيشن اغيزې سره تړاو لري.

نومړی تيوري دا په ګوته کوي چې دسرطان ناروغی دخطراټکل د معادل ډوز سره يو خطي ياني سم سيخ اړيکې لري او د معادل ډوز هيڅ ټيټه کچه نه شته چې دهغی نه ښکته دهستوي وړانګوناوړه اغيزې د پام نه وه ايستل شي .

دا په دي مانا چي که هستوي وړانګي په ډېره تيټه کچه هم وي د ببلګه په ډول دوه ميلي سيورت چي د طبيعي وړانګو سره برابر قيمت لري دسرطان ناروغی د منځ ته راتللوسبب(لامل) کيدای شي. اود وړانګويوملي سيورت ډوزد يوه کال په موده کی د بدن په هره يوه حجره(ژونکه) کی يو موتيشن راولي چي بيا بيرته جوړيږي. ددغي تيوري په بنسټ داسي احتمال شته دی چي حتی دالفاوړانګي يوه ذره هم کولای شي چي په يوه حجره(ژونکه) کي دسرطان ناروغی منځ ته راولي. همدغه يوه سرطاني حجره(ژونکه) بس ده چي ددېرويشني او نه کنترول کيدونکي کړنلارې په مرسته سره دسرطان ناروغی سبب(لامل) وګرځي. دپام وړ خو داده چي د يورانيم يو ګرام سرګولی څخه په يوه دقيقه کي دالفا لړڅه سل ذري خپريږي.

دويم : سم سيخ مربع تيوري: (Linear Quadratic Theory)

په نوموړې تيوري کي دوړانګو انرژي ډوز (D) او د هغوي د ناوړو اغيزو (y) تر منځ داسي اړيکي موجودي دي چي يوه برخه يي سم سيخ او بله برخه يي مربع ترم (Therm) يا غړی جوړوي.

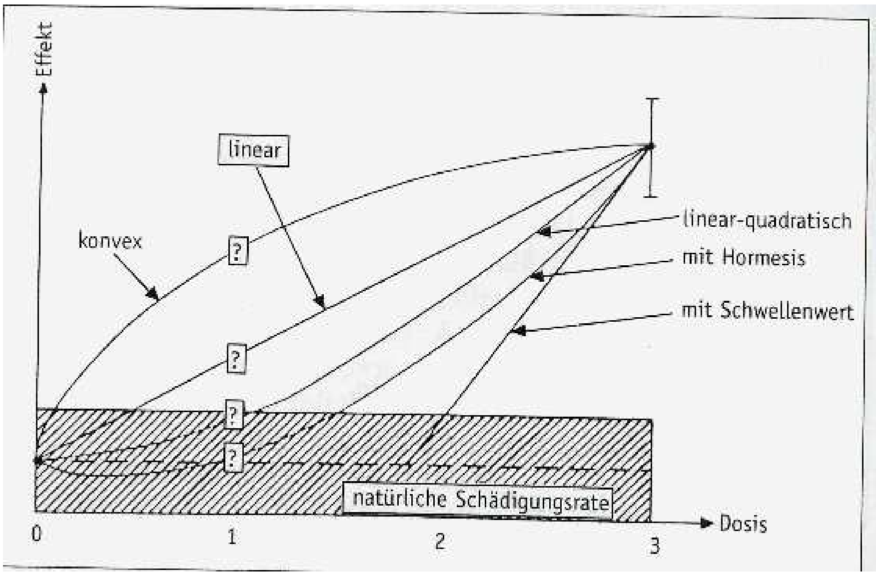
$$Y = \alpha D + \beta D^2 \qquad \text{(Linear Quadratic Model)}$$

په پورتنی معادله کي د بيتا β او الفا α توري دوه ثابتي دی چي په خپل وار سره په کروموزومو کي د وړانګو موتيشن اغيزه او د دي اين اې غبرګ سټرانګ Strang يو او يا دواړوتارونوېرې کيدل په پام کي نيسي. .

دريم : دوړانګوکټور هورمېزيس موډل (Biopositive Model)

نوموړي موډل په ډاګه کوي چي دوړانګود تيټي کچي انرژي ډوز د روغتيا لپاره دزيان پر ځای ګټه رسوي. دا ځکه چي د بدن دفاع سيستم د پخوا په پرتله فعال کوي او د ډېرکار کولووخوا ته يي هڅوي. همدا سبب(لامل) دی چي دنوموړي موډل دګراف لومړی برخه منفي قيمت لري او دا په دي مانا چي ناوړه اغيزې کمښت مومي. دګراف دغه برخه د هورمېزيس (Hormesis) په نامه سره يادېږي او په دي مانا چي په تيټه کچه وړانګي لکه د يو ګرې په شاوخوا کي د ناروغی په تړاوداند يبنني وړ نه دې بلکه مثبت بيولوژيکی اغيزې لري.

$$Y = \alpha \times D - \beta \times D^{-0,24} \qquad \text{(Biopositive Model with Hormesis)}$$



۱۱۲- شکل: درياضي خوډوله تيوري موډلونه چي دسرطان ناروغی د منځ ته راتلود خطراټکل کوي. په عمودي محورکې دوړانګو ناوړه اغيزو احتمال اوپه افقي محور کې دانرژي ډوز چې قيمت يې تر درې ګرې Gy پورې رسيږي راښيي(7).

دپاس نه ښکتي خواته منحني عبارت دی له:

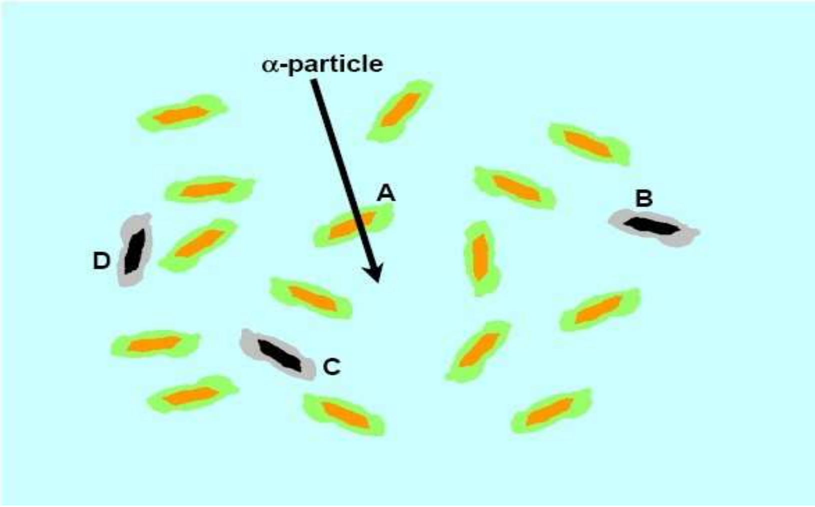
* (کونويکس منحني، سم سيخ ليميټ نه لرونکی منحني، سم سيخ مربع منحني، هورميزيس ګټورمنحني، ليميټ لرونکي منحني).
* دافقي محورپه اوږدو کې موازي کښل شوې کرښي دسرطان ناروغی هغه کچه ده چې د طبيعي وړانګودناوړه اغيزو لکه موتيشن په پايله کې او يا دنورونا ځرګنده علتونو له کبله يوه نا څاپه منځ ته راځي او راپارول (Spontaneous mutation) کيږي (6) .

بايستېډ راغيزه (Bystander effect)

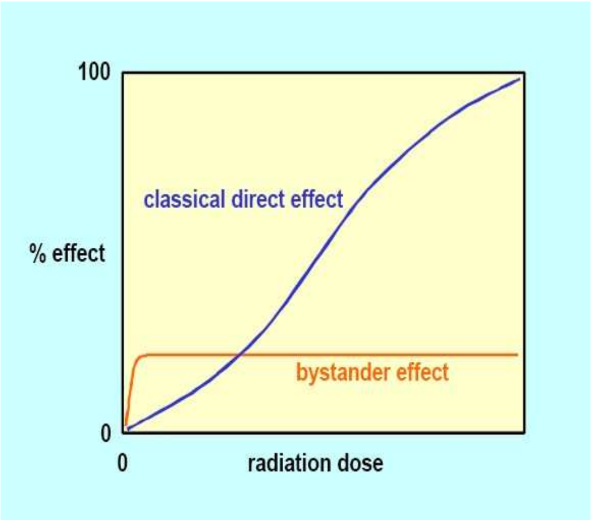
اوسنۍ بيخي نوېو او دباور وړخيړنو اوتجربو په ډاګه کړه (61;62;63) چې د وړانګوانرژي او د هغوی د بيالوژيکي اغيزو ترمنځ (د سرحد يا ليميټ نه لرونکي راديوبيولوژيکي موډل (LNT) چې د سپکو ذرولکه فوتون الکترون او د ټيټي کچې وړانګو (Low Lewel Radiation) لپاره په کارول کيږي د درندو ذرو لکه الفا وړانګې ،نيوترون اوپروتون لپاره اعتبار نه لري. هغه نړيوال مسلکي پوهان چې نوموړۍ موډل LNT تر پو ښتني لاندې راولي، او دالفا وړانګو لپاره او په ټيټه کچه وړانګې لکه د يورانيوم وسلو وړانګې، طبيعي وړانګې او يا ټولې هغه وړانګې چې انرژي ډوز يې ددوه سوه ملي سيورت نه دلاندې وي، په يوه نوی تيوري ټينګار کوي، چې **د بايسستېډ راغيزې** په نامه سره ياديږي

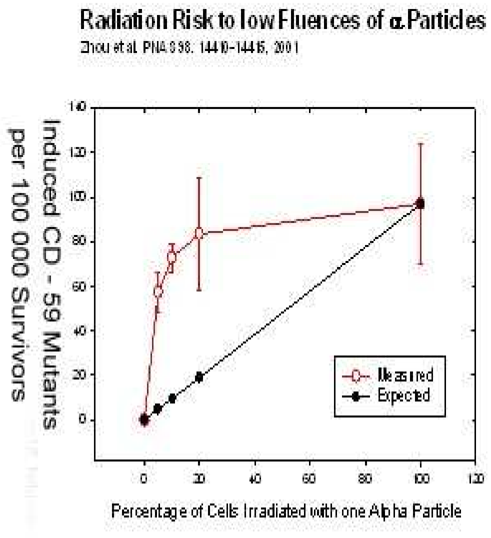
بايسستېډ راغيزه Bystander effect په ډاګه کوي چې که درندې ذرې لکه دالفا وړانګې د بدن نسجونو څخه تيرېږي، نوپه دې ترڅ کې نه يوازې په هغو حجرو کې چې دخپلې لارې په اوږدو کې ور سره سم سيخ غبرګون کوي موتيشن منځ ته راولي، بلکې په نوروشاوخوا ګاونډيو حجرو کې چې نوموړې وړانګې ورسره بيخي نه لګيږي، هم زيان رسوي، اوپه هغوی کې بدلون منځ ته راولي(64). دنوموړي اغيزې پوهيدل په دې ډول تر سره کيږي چې په هغه حجره(ژونکه) کې چې دالفا وړانګې ورته رسيږي يو ډول پروټين ازادکوي چې د (Cytokines) په نامه سره ياديږي. نوموړي پروتين يو ډول بيا لوژيکي فکتورونه دي چې بيو کيمياوي زيګنالونه د نوموړو حجرود ترون برخه کې يا د تماس په چاک کې (Gape junction) ګاونډيوحجروته استوي او دوړانګودناوړو اغيزو څخه يې خبروي. بايسټندراغيزه دوړانګويو بيخي نوی ډول زيان په ډاګه کوي چې په ډي اين اې کې نه پيښيږي بلکې ديوې حجرې څخه وبلې حجرې ته د خبريدلوپه بنسټ (Cell to cell communication) منځ ته راځي. په ګاونډيوحجروکې چې وړانګې ورته نه وي رسيدلې دبايسټند ر ناوړه اغيزې په لاندې ډول دي. لکه په کروموزوموکې بدلون، موتيشن، دحجرې ځان وژنه، دسرطان په ناروغه حجره(ژونکه) بدليدل اونور.

په ۱۱۳- شکل کې دوړانګو دبايسټند راغيزه ښودل شوې ده.



۱۱۳- شکل: د وړانګوبايسټېنډراغيزه **Bystander effect** د الفا يوې ذرې لپاره ښودل شوې ده. دالفا يوه ذره دبدن په يوه غړي لګيږي اوپه هغه ځای کې دنسجونيوې حجرې ته چې په اې توری A ښوول شوې ده، انرژی ډوز رسوي. په دې ترڅ کې نورو ګاونډيوحجروته لکه بي B ، سي C، او دي D ته هم زيان رسيږي، په داسې حال کې چې وروستيو حجروته هيڅ وړانګې هم رسيدل نه دي.





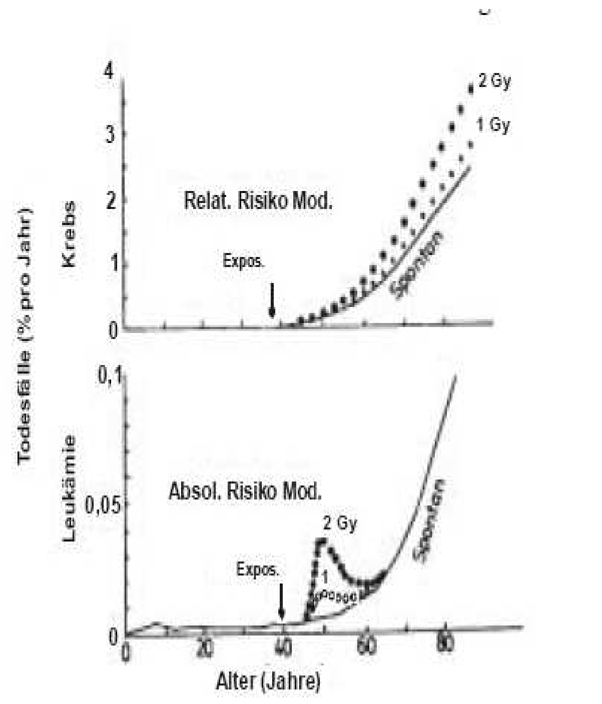
۱۱٤- شکل: په دغه شکل کې د بدن په حجروکې دوړانګو انرژي ډوز اود هغوې داغیزي تر منځ اړیکې (Dose-effect relationship) ديخوانيوکلاسيکي موډلونو(Classical direct effect) اواوسني بيخي نوي بايستنډراغيزي لپاره ښودل (Bystander effect) شوي دي. په ټيټه کچه وړانګې لکه دغريب شوي يورانيوم وړانګې، ديورانيوم دکان وړانګې، طبيعي وړانګې او دهستوي بتي څخه چاپيريال ته وړانګې د بايستنډراغيزي يو وتلي بېلګه ده. په يوه کلاسيکي مودل کې کله چې دوړانګو کچه پوره لوړقيمت ولري، نودوړانګو سم سيخ اغيزه تر ازمويني لاندې سامپل حجروشمير (Cell population) ټولو رڼا شوو حجروته زيان رسوي. په داسې حال کې چې په ټيټه کچه وړانګې ياني د منحني د پيل په برخه کې د بايستېنډر اغيزه هغه وخت منځ ته راځي کله چې د سامپل حجروشمير يوه کوچنۍ برخه رڼا شي خو زيان يې پاتي نورو حجرو ته چې رڼا شوې نه دي هم ورسيږي. د سامپل حجروشميرد يونه تر ديرش په سل پورې هغه برخه حجرې تشکيلوي چې هغوې ته وړانګې نه دي رسيدلي، خو بيا هم زيانمني شوې دی. پورتنی شکل په ډاګه کوي چې د ټيټې انرژي په برخه کې ديوې ټاکلي انرژي دوزليميټ څخه پورته د بايستېنډراغيزه نوره دانرژي دوز دزياتوالي سره سم سيخ نه ډيريږي بلکه يو ثابت قيمت ځانته غوره کوي(63).

دبيلګې په ډول لکه څرنګه چې دالفا وړانګومايکرو بيم Microbeam irradiation تجربو وښودله چې که ديو مليون حجروڅخه پينځه په سلو کې ، لس په سلوکې او شل په سلو کې ديوې ځانګړې الفا ذرې په واسطه رڼا شي نو دوړانګو ناوړه اغيزې لکه موتيشن په خطي ډول نه زياتيږي بلکه په هسک متناسب (super proportional) ډول سره پورته ځي چې قيمتونه يې د۱۱٤ شکل دمحورونود پيل په برخه کې اوپه خپل وارسره دوولس ځله، نهه ځله او څلور ځله ټاکل شوي دي. يو بل مهم مالومات چې په دې اړوند تر لاسه شوئ دی په ډاګه کوي چې د يو مليون رڼا شوو حجروپه راتلونکو دوولسونسلونوکې هيڅ ډول بدلون او موتيشن نه ليدل کيږي بلکه دحجرود خوارلسم اويا پينځلسم نسل څخه وروسته د بايستيڼډراغيزه پيل کيږی او موتيشن منځ ته راځي.

☜ **پایله** : د بایسټینډراغیزه په ډاګه کوي چې دا سمه نه ده چې د لوړانرژي ډوز او اغیزې منحني کوم چې په جاپان باندې د اتوم بم دکارولو په کلا سیک موډل کې تر لاسه شویدی، سم سیخ صفر ته وزغوو (Extrapolation). داځکه چې دورانګو لوړانرژۍ ډوز(1Gy <) د خطرضریب (risk coefficient) د ټیټي کچې انرژي ډوز 0,2Gy < دخطرضریب سره یوشان نه دی. د بیلګي په ډول که دیوملیون حجرو څخه پینځه په سلوکي دالفا ذرې په واسطه رناشي نودخطر ضریب یې دسم سیخ صفرخواته زغول شوي کلاسیک پخواني موډل منحنی په پرتله لږ څه دوولس واره لوړ قیمت لري.

دخطرتاکلوموډلونه (Risk assessment Modells)

دورانګودخطرتاکلوپه موخه نن ورځ په نړیواله کچه درياضي دوه نامتوموډلونه په کارول کیږي چې لومړی یې دورانګو دخطر نسبي موډل او دویم یې دورانکود خطرمطلق موډل په نامه سره یادیږي. په ۱۱۵ شکل کې دنوموړوموډولونو بڼه د ویني سرطان (Leukaemia) او د سرطان پاتې نورو ډولونو لپاره ښودل شوئ دی.



دورانګودخطرنسبي موډل د یوکرې او دوه کرې لپاره دکالونوپه تابع سره په پرې کرو ټکو ښودل شوې دی. د بېلګه په ډول که یو ځا ته په ځلوینت کلنی عمر کې یوکرې او یا دوه کرې ورانګې ورسیږي نوپه عمودي محور کې د سرطان زیاتې کلنۍ ناروغۍ د طبیعي ناروغیو په پرتله د پاتې کالونوپه تیریدلو سره لوړ قیمت لري.

دورانګودخطرمطلق موډل دهغو وګړو لپاره چې په ځلوینت کلنی کې په یو ګرې او دوه ګرې رنا شوي وي اوبیا د ویني سرطان په ناروغۍ اخته شي د پاتې کالونو په تابع سره ښودل شوئ دی.

۱۱۵- شکل: دورانګو دخطر نسبي او مطلق رياضي موډلونه دويني دسرطان (Leukaemia) اودسرطان هر اړخیزه نورو ناروغیو لپاره ښودل شوي دي(18) .

دوړانکودخطرنسبي موډل (Relative Risk Modell)

دوړانکو دخطر نسبي موډل دويني سرطان او دهډوکو سرطا ن څخه پرته د نورو سرطاني ناروغيو د خطرټاکلو په موخه کارول کيږي. په نوموړي موډل کې درنا شوو وګړود ناروغيو د ډير ښت او زياتوالي کچه دهغووګړوپه پرتله چې وړانګې ورته رسيدلې نه وي راښيي.

کله چې ديوه چاپيريال اوسيدونکو ته ايونايز کوونکي وړانګې وه نه رسيږي خو سره دهغې هم په خلکو کې د ناخرګنده علت څخه د ويني سرطان او د سرطان نورې ناروغي منځ ته راشي، نوپه رياضي موډلونوکي د نوموړوطبيعي او په خپل سر (Spontaneous) ناروغيو شميرته نسبي خطرموډل ويل کيږي. داسانتيا لپاره يې دخطرکچه يا قيمت مساوي په يو ياني سل په سل کې تعريف کوي (Relative Risk = 1). نودسرطان هغه ناروغی چې يوازې دوړانکو دزيان سره تړاو لري د سرطان هغو ناروغيو سره چې په طبيعي ډول منځ ته راځي (Baseline cancer) دسل په سل نه پورته شمير ل کيږي او داضافه ناروغيو اويا زياتې ناروغی نوم ورکول کيږي.

په جاپان باندې داتوم بم دچاودني څخه وروسته اپيډ يمولوژی Epidemiology احسايو په ډاګه کړه چې هغو کسانو ته چې ژوندي پاتې شوه، او څلور ګري (4 Gy) وړانګې ورته رسيدلې وې، په هغوی کې د ويني سرطان کچه د۱۹٤٥م کال څخه د مخه په پرتله پينځه لس واره پورته ولاړه شوه. دسرطان ناروغانودغه اضافګي شميرچې دوړانکو سره تړاولري اوپه طبيعي ډول د سرطان دپيښيدلو شميرڅخه تيرئ کوي د زياتي نسبي خطر په نامه سره ياديږي.

دوړانکودخطرمطلق موډل (Absolute Risk Modell)

دويني سرطان اود هډوکوسرطان دخطر ټاکلو په موخه دنوموړي موډل څخه کار اخيستل کيږي. دوړانکودخطرمطلق موډل کې کارپوهان دامني چې تر يوه ټاکلي وخت پورې (Latency time) دناروغيود ډيرښت اندازه د تصادفي اوپه خپل سر (Spontaneous) ناروغيوپه پرتله پورته ځي، خو بيا وروسته د نوموړې مودې څخه زياتې نورې ناروغی منځ ته نه راځي چې دوړانکو دناوړو اغيزې سره تړاوولري .

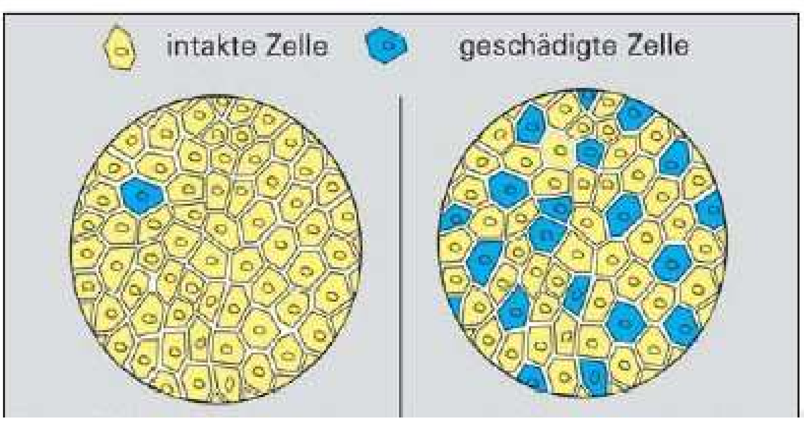
- **(Latency time):** نوموړې وخت هغي مودې ته وايې چې که څه هم بدن په وړانګورنا شوئ وي، خو کومې کلينيکي ناوړه اغيزې اويا کلينيکي نښې (Symptoms) يې نه ښکاري. په بل عبارت نوموړئ هغه وخت دئ چې يوه اورګانيزم ته د وړانګوپه رسيدو سره پيل کيږي او تر هغې مودې پورې پايښت کوي، تر څو په کلينيکي اړوند د ناروغي ښکاره نښې را څرګندې شي.

د روغتیا په تړاو د یورانیوم وسلو د خطر کچې اټکل

دلته اوس داپوښتنه پیدا کیږي چې دپاس یادشووشپږو شمیرنوپه بنسټ ترلاسه شوي ریاضي موډلونه او معادلې تر کومې اندازې پورې د یورانیوم وسلود خطراټکل په رښتوني توګه بیان کولاې شي اوهم کوم پارامتریا ټکي دهغوې څخه بل ډول او توپیر لري.

لومړي: د یورانیوم په وسلوکي د معادل انرژي ډوزکچه دهغې انرژي ډوزپه پرتله چې په یاد شوو ریاضي موډلونو کې کارول شوې ده ډیره ټیټه ده اودلږ څه لسوملي سیورت په شاوخوا کې اټکل کیږي.

دویم: په یادشوو دوو هستوي چاودنو کې چې په جاپان اوپه پخوانی روسیه کې پیښې شوې دي خلکو ته دګاما وړانګي اونویترون ړانګي رسیدلي دي، په داسي حال کې چې د یورانیوم وسلې څخه په لومړی وخت کې دالفا وړانګې خپریږي. یورانیم د یوکال څخه وروسته په نورو عنصرو تجزیه کیږي چې په دې ترځ کې دالفا وړانګو په څنګ کې دبیتا او ګاما وړانګې هم خلکو ته رسیږي. تجربو ښودلې ده چې د بدن حجروته د الفا وړانګود زیان کچه د ګاما اوبیتا وړانګو په پرتله شل واره زیاته ده. دنوموړووړانګو توپیر لرونکې اغیزې په ۱۱٦ شکل کې ښودل شوې دي. همدا سبب(لامل) دې چې دیورا نیم وسلې څخه د الفا وړانګود خطر احتمال خلکو ته ډیرد اندیښنې وړ ګڼل کیږي.



۱۱٦- **شکل:** د شي اړخ نسجونه په الفا وړانګواو کیڼي اړخ همدغه نسجونه په بېتا وړانګورڼا شوېدي. په داسي حال کې چې د دواړو وړانګو انرژي ډوز سره یوشان یاني دوه ګري (2 Gy) قیمت لري خو دالفا وړانګو بیالوژیکي زیان د بیتا وړانګوپه پرتله شل خله زیات ښکاري. په نوموړي شکل کې نیمګړي حجرې په شین رنګ او روغې یاني سالمې حجرې په زیر رنګ سره ښودل شوېدي (31).

دریم: د یورانیم وسلې په افغانستان کې د ډیرې اوږدې مودې راهیسې، یاني لږ څه ۲۵ کاله راپدې خوا کارول کیږي، او له دې کبله د وخت په تیر یدلو سره سم چاپیریال په همغه کچه ډیراو پرلپسې توګه په رادیو ایزوتوپ ککړکیږي. درادیو بیالوژي پوهانو له نظره دا په دې ما نا چې دبدن حجرې ۲۵ کاله پرلپسې او پایښت لرونکې ډول دالفا وړانګو تر اغیزی اورڼا لاندې قرار لري (پریوځي) اود هغوې د

بیرته جوړوونکی انزایم لپاره ډېر کم وخت پاتي کیږي، ترڅو دالفا وړانګو داغیزي په پایله کي د ټپي شوو کروموزومو نیمګړتیا بیرته له منځه یوسي.

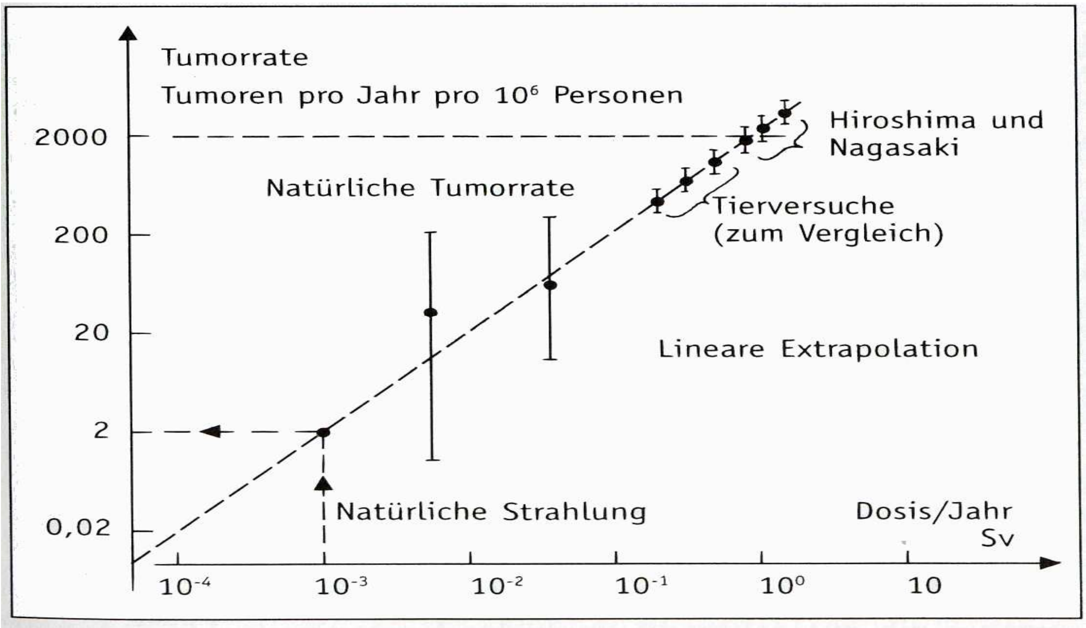
د رادیوبیولوژیکي څیړنوپه اساس تجربووښودله چي نوموړوانزایم ته لږ تر لږه شپږ ساعته وخت په کار دی، تر څووکولای شي زیانمن شوي حجری بیرته جوړی کړي، خو په دې شرط چي په دغه موده کې نورې وړانګې ورته وه نه رسیږي.

څلورم: څرنګه چي دیورانیم وسلوراديواکتیو موادفلزاتو په ډله کې په لمړی درجه زهرجن دي، نو کله چي د نوموړو وسلود یوې خوا دوړانګوپرلیسي زرر،اود بلې خوادنوموړو وسلو زهرجنې اغیزې دواړه سره یوځای او په ګډه سر ه د بدن په حجرو اغیزې واچوي، نودپاس یادشوي تیوري په اساس، دیوې خوا د سرطان د ناروغی د منځ ته راتلواحتمال کچه سم سیخ پورته ځي، او دبلې خوا د نورو نارو غیو، لکه د پزې حساسیت یا الرګي، ذکام، توخیدل، داندامونودرد او نور هم ورسره زیا تیږي. که څه هم دیورانیوم وسلوپه کارولو سره دالفا وړانګو انرژي ډوز، دپاس یاد شوو دریوهستوي پیښوپه پرتله خورالږ اود څو میلي سیورت څخه نه اوړي، خوکه دبېلګه په ډول دلته دمقایسي په موخه د نوموړي موډل په بنسټ محاسبه وکړو نویوازې دطبیعي وړانګو ډېره کمه کچه انرژي ډوز یاني دوه میلي سیورت کلنی قیمت دنورو زهرجنوکیمیاوي موادوسره یوځای په یوه ورځ کې د بدن په تقریبا پنځوس زروحجروکي، د اسي بدلون یا موتیشن راولي، چي که د بیرته جوړونکی انزایم (DNA-Polymerase) اوپه وینه کې د مخصوصوحجرو له خوا سل په سلو کې بیرته دغه نیمګړتیا پوره نه شي، نو ددې زیات احتمال شته دی چي نوموړې زیانمنې حجرې زیاته برخه به دسرطان په ناروغوحجرو واوړي.

پینځم: دالارا پرنسیپ (ALARA): په دې اړوند د ایونایز کوونکو وړانګو د خطر څخه دځان ساتلو نړیوال کمیسیون، چي لنډیز یې په (ICRP) سره کیږي، یوه نامتو سپار ښتنه دا په ګوته کوي، چي باید بدن ته څومره چي امکان ولري دومره لږ وړانګې ورسیږي. دا په دې مانا چي که څه هم دروغتیا په تراو دیورانیوم وسلوایونایز کوونکو وړانګو، هستوي آزموینو اودناروغیو په پیداکولو کې دوړانګو ناوړه اغیزې په ټیټه اندازه هم ښکاري، خوبیا هم ضرور ده چي تر وسه یې کچه راښکته اویا بیخي مخ نیوئ وشي. دبېلګه په ډول دافغانستان په شاوخوا هیوادونو لکه چین، هندوستان، کازاخیستان، پاکستان (لرافغانستان) او ایران کې داتومي وسلو پروګرامونه مخ په وړاندې روان دي او ځینې یې هستوي ازموینې تر سره کوي. په تیره بیا د پاکستان (لر افغانستان) هستوي ازموینې چي د ۱۹۹۸ م کال څخه راپدې خوا د دیورند مصنوعي کرښې څخه پنځوس کیلومتره واټن کې ترسره کیږي دافغانستان چاپیریال په رادیو اکتیو وړانګوککړ کوي او له دې کبله ددې سیمي او سیدونکو روغتیا یې د خطر او اندیښنوسره مخامخ کړیده.

د ایونایز کوونکو وړانګو د خطر څخه دځان ساتلو نړیوال کمیسیون (ICRP) دسرطان ناروغی د مخ ویني په هکله درياضي هراړخیزاحسایوي موډلونه محاسبه کړي دي. دنوموړو موډلونودپایلو بنسټ د هستوي پیښواو یا لکه په جاپان باندې داتوم بم څخه ژوندي پاتې شوواو دسرطان په ناروغی مړه شوو کسانوپه اپیډیمیولوجي (Epidemoiology) شمیرنه باندی ولاړدي.

په ۱۱۷ شکل کې نوموړي کمیسیون دسرطان ناروغی د منځ ته راتلودزیان احتمال ضریب د ټیټې کچي انرژي برخي لپاره پینځه په سل تقسیم په یو سیورت ($0{,}05\ Sv^{-1}$) تا کلی دی.



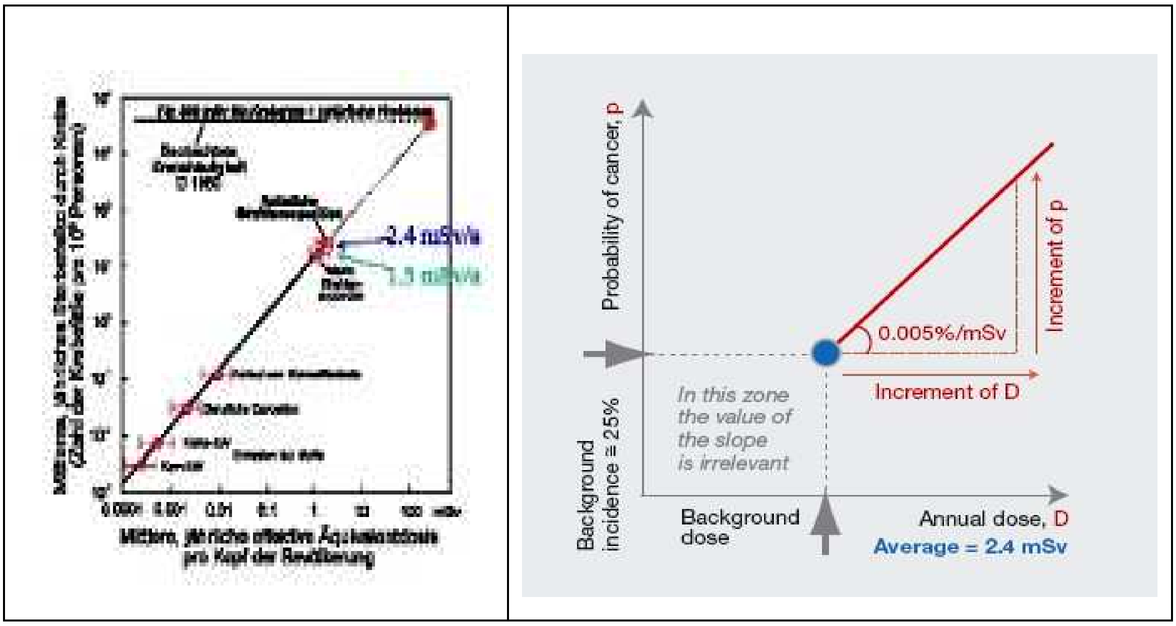
۱۱۷- شکل: دسرطان ناروغی کثرت(ډيربښت) او دوړانګوانرژي کلنی ډوزتر منځ اړيکي د يوه سم سيخ او سرحد نه لرونکي تيوري (Linear non threshold theory = LNT) له مخي ښودل شوي دي. په افقي محورباندئ انرژي ډوزپه واحد سيورت اويوه کال، او په عمودي محورکي د سرطان ناروغی پرلپسي والئ (کثرت) ښودل شوئ، چي په يوه مليون وګړواويوه کال کي پيداکيږي. دشکل پيل برخه ياني يو ملي سيورت (10^{-3} Sv) د ناروغيو شمير دوه په يو مليون وګړوکي اټکل کيږي. دطبيعي وړانګوپه کچه ډوز د سرطان ناروغيو کثرت په يوه کال او په يو مليون وګړو کي لږ څه شل ته رابنيي. په نوموړو ناروغيو کي هغه کسان هم شامل دي، چي بي له وړانګو څخه يوه ناڅاپه اودنا څرګنده علته د سرطان په ناروغی اخته کيږي.ديوه سيورت نه تر لس سيورت پورې(دشکل اخرنئ برخه) هغه شمير ناروغی دي، چي په حيواناتوباندئ دتجربوله مخي او ياپه جاپان باندئ داتوم بم څخه په ژونديو پاتي شويو کسانوکي پيداشوي دي. دبيلګه په ډول په جاپان باندئ داتوم بم په چاودلوکي که يوه مليون وګړوته يو سيورت وړانګي وررسيدلي وي نو دهغوی څخه لږ څه دوه ذره کسان په يوه کال کي دسرطان په يوه ناروغی باندئ اخته شول (7) .

❋ تورټکي دتجربونتيجه، او عمودي کرښي دغلطئ (ناسمی) ليميټ ،اوپري شوی کرښي د سم سيخ او سرحد نه لرونکي تيوري LNT منحني، دلوړی کچي ډوزڅه تر صفره پوري سم سيخ غزيد ل شوي کرښه رابنيي (Extrapolation).

په ۱۱۸ شکل کي د سم سيخ او ليميټ نه لرونکي تيوري ګراف مشتق ياني tangent ښودل شوئ دی چي د سرطان اضافګي ناروغيو احتمال Δp او دوړانګوډوز ΔD توپير د حاصل تقسيم څخه تر لاسه کيږي.

$$Y = \text{tangent } \alpha = \Delta p / \Delta D = 0{,}005\%/mSv$$

دنومړي منحني ميل (Inclination) يا ني تانګينت مساوي دي له: 0,005%/mSv دا په دي مانا چي که ديوې سيمي چاپيريال دومره په راديو اکتيو موادو ککړوي، چي هلته سل ذره کسان ژوند کوي او هر يوه تن ته يوملي سيورت وړانګي ورسيږي، نو د دغو سلو زرو څخه به يوازې پينځه تنه د راديو اکتيف وړانګو دخطر په اساس د سرطان په ناروغی اخته شي.



۱۱۸- شکل: په عمودي محور کي د سرطان ناروغی احتما ل (Probability of cancer) او په افقي محورکي د وړانګو کلنی انرژي دوز D په واحد د ملي سيورت ښودل شوئ دی. (27)

لکه چي د۱۱۸ شکل څخه څرګندیږي چي ددوه نيم ملي سيورت څخه راښکته برخه کي شميرنه دباورړ نه ده. دا ځکه چي دغه برخه د طبيعي وړانګو سره برابره ده. د سرطان ناروغی پينځه ويشت په سل کي د طبيعي وړانګوڅخه منځ ته راځي.

کولېکتيويا ډله ايزدوز (Collective dose)

کله چي په يوه چاپير يال کي وړانګي خپرې شي، نو دهغې سيمي اوسيدونکو ته په توپير سره وړانګي رسيږي. دوړانګود خطرشميرني او اټکل په موخه ددې ارتيا ليدل کيږي، چي دغه او سيدونکي په ځوګروپونواو يا ډلووويشل شي. هغه فزيکي کميت چي د نوموړې شميرنې لپاره کټور دی د کوليکتيو دوز(ډله ايزدوز) په نامه سره ياديږي.

- کوليکتيو يا ډله ايز دوزعبارت دی له مجموعه دحاصل ضرب د وړا نګومنځني انرژي دوزاود هغووګړوشمير چي توپير لرونکي ډله خلک په رڼا شوي وي.
- د کوليکتيو دوزواحد (يوتن ضرب د سيورت) او يا (man-sievert) سره ښودل کيږي.

* **پوښتنه**: د امریکا سرشمیرنه لږ څه دوه سوه څلورنوي ملیونه ده. که چیرته هر یوه وګړي ته په یوه کال کې د هستوي آزموینو له کبله یو ملی سیورت وړانګې ورسیږي نود کولیکتیوډوز کچه یې څومره ده ؟
* **ځواب:** $249\times10^{6}\times1mSv$ =

د ډوز خطر ضر یب (Dose risk coefficient)

که چیرته دیوې سیمې په ذرګونو اوسیدونکو ته د بیلګې په ډول د یوې هستوي او یا نوروورته پیښوله کبله یو سیورت 1 Sv وړانګې و رسیږي اوپه پایله کې د هغوی څخه یوه برخه کسان د سرطان په ناروغی اخته شي، نودغه سلیز تناسب ته د ډوزخطرضریب f_{risk} ویل کیږي. دنوموړي فزیکي کمیت واحد دسرطان په ناروغی مړه شوو کسانو سلیزه برخه تقسیم په یوه سیورت ټاکل شوئ دی. د بیلګه په ډول لکه دوه په زرمه برخه دسیورت) $(f_{risk} = 2\times10^{-3}\ Sv^{-1}$ داماناً لري چې که د یو زرکسانو) $N_{population}$ (ټول بدن ته په یوشان ياني متجانس ډول او دیو سیورت $(D_{dose}= 1Sv)$ په اندازه وړانګې ورسیږي، نودیو زر کسانو څخه به دوه تنه د سرطان په ناروغی اخته شي. دبدن هر غړی لپاره د نړیوال کمیسیون (ICRP) له خوا دنوموړي ضریب په هکله ځانګړي قیمتونه د اوړدې څیړنې په پایله کی ټل نوي خپریږي.

☢ د ۱۹۹۰ کال څخه راپدې خوا د نړیوال کمیسیون (ICRP) له خوا دوړانګودډوزخطرضریب پینځه په سل په یوه سیورت($0,05/Sv = 5\%/Sv = 5\times 10^{-2}Sv$) ټاکل شوئ دی. نو کله چې سل تنه په یوسیورت وړانګو رنا شي نو دهغوي څخه به په ډیرا حتمال سره پینځه تنه دژوند په اوږدوکې د خطرله کبله مړه شي.

دلاندنی معادلې په مرسته سره کولای شو چې دیوه هیواد هغو وګړو شمیر N_{cancer} تر لا سه کړو چې هغوی ته وړانګې رسیدلي وي، او بیا د سرطان په ناروغی اخته او مړه شي. بر سیره په دې کولای شو چې په دې اړوند دوړانګو ستوخاستیک زیان اندازه مخ وینه او اټکل وکړو. په لاندې معادله کې دوړانګو انرژي ډوزپه واحد دسیورت D(Sv) او د خطرضریب f_{risk} په واحد د سلیزه برخه په یو سیورت $\%Sv^{-1}$ کارول کیږي.

د سرطان په ناروغی اخته شوو مړو شمیر د لاندني فرمول څخه تر لاسه کیږي.

دسرطان مړوشمیر = دډوزخطرضریب × درنا شووګړوشمیر × اغیزمن ډوز

Cancer deaths = Effective Equivalent Dose × Dose risk **coefficient** × Exposed Population

$$\mathbf{N}_{cancer} = \mathbf{D}_{dose} \times \mathbf{f}_{risk} \times \mathbf{N}_{population}$$

په پورتنی معادله کې د (درنا شووګړوشمیر × دمعادل ډوزاندازه) حا صل ضر ب ته دله ایز ډوز (Collective dose) هم ویل کیږي او واحد یې په (پوتن ×سیورت = person ×Sivert) سره ښودل کیږي.

* **پوښتنه:** که چیرته دټول ژوند په موده کې د وړانګو ستوخاستيک وروستی خطر دجر مني هیواد وګړو لپاره تر څیرنې لاندې و نیسو، اوومنو چې دچرنوبیل هستوي پیښې په ترڅ کې دیوې سیمې سل ذره وګړو (100 000 persons) ته د يوه سیورت په لسمه برخه یانی سل ملي سیورت (0,1 Sv = 100 mSv) وړانګې رسیدلي وي، نو داحسایې له مخې هغه احتمال چې وروسته له اوړدې مودې به په هغوی کې دطبیعي وړانګوڅخه پرته د سرطان اضافګي ناروغی منځ ته را شي او یوازې دوړانګو سره تړاوولري مالوم کړی؟

* حل:

سل ذره وګړي ×سل ملي سیورت × دخطر ضریب = دمړو شمیر
$10^{5}\times10^{-1}\ Sv\ \times5\times10^{-2}\ Sv^{-1} = 500$

*

* **ځواب:** په سل ملي سیورت وړانګورنا شووسلو ذرووګړو څخه به پینځه سوه تنه د سرطان په ناروغی مړه شي.

په ٤١ جدول کې د بدن هر غړي لپاره دوړانګو دوز خطر ضریب په واحد % /Sv ښودل شوئ دی او که وغواړو چې دیوه ټاکلي غړي لپاره د بیلګه په ډول لکه دسږي سرطان له کبله د مړشوو کسانوشمیرمخ وینه وکړو، نودنوموړي جدول په کارولو سره د سږي د خطر ضریب، اونوموړي غړي ته ر سیدلي وړانګې دوزپه لاندنی معادله کې اچوو، نو لروچې:

دسږي سرطان مړوشمیر = د سږي خطرضریب × درنا شوووګړوشمیر × سږي ته د اغیزمن دوزاندازه

د بیلګه په ډول که سل ذره وګړي د یوه سیورت په لسمه برخه (0,1 Sv = 100 mSv) وړانګې رنا شي نو دهغوی څخه هغه کسان چې دسږي سرطان په ناروغی به دژوند په اوږدوکې مړه شي او د خطرضریب یې ٤١ جدول له مخې مساوي دی له: ($0,9\times10^{-2}$ /Sv)

سل ذره وګړي × سل ملي سیورت × دخطر ضریب = دمړو شمیر
$10^{5}\times10^{-1}\ Sv\ \times0,9\times10^{-2}\ Sv^{-1} = 90$

یاني نوي 90 وګړي به د سل ذر رنا شوو کسانو څخه د سږي سرطان په ناروغی مړه شي.

☜ که چیر ته په ٤١ جدول کې دټولوغړو د خطر ضریب سره جمع کړونو قیمت یې پینځه په سل تقسیم په سیورت کیږي ((0,05/Sv = 5% /Sv)) .

خرنګه چې د المان نفوس لږ څه اتیا ملیونه وګړي تشکیلوي نو که هغوی هریوه ته د بیلګي په ډول لس ملي سیورت وړانګي $10^{-2}Sv = 0,01Sv$ ورسیږي، نو دهغو کسانو شمیر چې د سرطان په ناروغی به په راتلونکي کوم وخت کې مړه شي په لاندې ډول تر لاسه کیږي.

اتیا ملیونه وګړي × لس ملي سیورت × دخطر ضریب = دمړو شمیر

$$80 \times 10^{6} \times 10^{-2}\ Sv \times 5 \times 10^{-2} / \ Sv = 40\,000$$

* **ځواب:** داپه دې مانا چې د اتیا ملیونووګړو څخه به ځلوینت ذره وګړي په راتلونکي وخت کې دسرطان په ناروغی مړه شي که هغوی په لس ملي سیورت رڼا شي.

دغړی نوم	دخطر ضریب $(10^{-2}/Sv) = \%/Sv$	دعمر بایلل په کالو	د اتکل شووسرطان ناروغانواضافکي شمیر
Bone marrow دهډوکو سره ماز غه	0,52	15	52
Bone surface دهډوکو پوستکی	0,01	15	1
Breast سینه یا تیتر	0,8	18	80
Lung سږي	0,9	14	90
Oesophagus + stomach مری او معده	2,24	12	224
Thyroid تایراید	0,17	15	17
د بدن تول نورغړي	0,38	15	38
تول (Total)	**5,02**	**15**	**502**

۴۱ جدول: د وړانګو څخه دساتنې نړیوال کمیسیون (ICRP 1991) دخپروني په اساس دسرطان ناروغی دمنځ ته راتلوخطرضریب (Cancer Risk coefficient) د هر غړي لپاره په واحد د سلمه په سیورت (%/Sv) ښودل شوئ دی کله چې تول بدن دوړانګو د یوه سیورت په لسمه برخه (0,1 Sv) رڼا شي

دپورتني جدول ښخه ځرګنديږي چې که سل ذره وګړي (100 000 persons) د يوه سيورت په لسمه برخه (0,1 Sv) رښا شي نودهغوی ښخه لږښه پينځه سوه تنه د سرطان په ناروغی مړه کيږی.

- که فرض کړوچي دافغانستان نفوس (سرشميرنه) په او سني وخت کې شل مليونه ومنو، او دجګړوپه توله موده کې د افغا نستان هريوه وګړي ته ديورانيوم هر اړ خيزه وسلو وړانګود خپريدلو په پايله کې لس ملي سيورت اغيزمن دوزوررسيدلي وي (10 mSv = 0,01 Sv) او دسرطان ناروغی دخطرضريب د وړانګو ښخه دساتني نړيوال کميسيون په سپارښتنه (ICRP) پينځه په سلو کې د يوه سيورت ($0,05\ Sv^{-1}$) لپاره ومنل شي نو دهغو وګړو شمير چې د سرطان په ناروغی به په راتلونکي وخت کې مړه شي په لاندې ډول لاس ته راځي.

شل مليون وګړي × لس ملي سيورت × دخطر ضريب = دمړو شمير
$20\times 10^{6} \times 10^{-2}\ Sv \times 5\times 10^{-2}\ Sv = 10\ 000$

- دپورتني شميرني په اساس داسي اټکل کيږي چې دشل مليونوافغانانوښخه به په راتلونکي وخت کې لس ذره تنه د سرطان په ناروغی اخته اويا مړه شي.

د تولنوروهرډول سرطان ناروغانواضافکی شمير	**د ويني سرطان اضافه وګړوشمير**	**د نړيوال کميسيون نوم**
600 - 1000	100	UNSCEAR 1988
800	100	ICRP 1991
900	100	BEIR 1990

٤٢- جدول: په نوموړي جدول کې د دريو نامتواومنل شوو نړيوال کميسيونواحسا يه شودل شوې ده، چې د رياضي موډلونو په اساس يې د سرطان ناروغی په هکله خپره کړې. دبيلګه په ډول کله چې لس ذره تنه (10 000 persons) دوړانګو په يوګری انرژي دوز (1 Gy) رښا شي، نوداضافه اخته شووکسانو شمير د هغوسرطان ناروغيو په پرتله، چې په طبيعي ډول منځ ته راځي، دويني سرطان لپاره سل تنه اودنوروسرطان ناروغيولپاره د يو زرکسانو ښخه هم اوړي .

په درمل پوهنه (طبابت) کې دايونايزکوونکو وړانګودخطراتکل

نن ورځ ددرمل پوهنې په هر اړخيزو څانګو لکه راديوتېراپي Radiotion Therapy، راديولوژي Radiology او دهستوی طب Nuclear Medicine کې دايونايزکوونکو وړانګو څخه دناروغيوپه پيژندنه او درملنه کې په پراخه توګه ګټه اخيستل کيږي. څرنګه چې نوموړي وړانګې دناروغانو لپاره ديوې خوا ګټورې دي خو دبلې خوا د ګټې په څنګ کې دروغتياپه تړاو خطرهم لري. دبېلګه په ډول لکه چې دالمان په هيواد کې دتمدن سره سم د درمل پوهنې په نوموړوڅانګو کې دايونايزکوونکو وړانګودانرژي ډوز اندازه د اکسريزيوه عکس اخيستلو په موخه لړ څه (1,2 mSv) ، په هستوي طب کې دراديواکتيو موادو څخه د ناروغيو پيژندنې په موخه لړڅه (0,2 mSv) ته رسيږي. دوړانګو نه دځان ساتنې نړيوال کميسيون ICRP له خوا په وروستي وخت کې د وړانګو په تړاو دخطر ضريب يوځل بيا نوی تاکل شوي دي، چې قيمت يې پينځه په سل په يوسيورت دی (0,05/Sv). نن ورځ دنوموړي قيمت په کارولو سره کولای شو چې د اکسريز په اړوند دټول عمرلپاره دسرطان ناروغی دخطر دمنځ ته راتلو اټکل په لاندې ډول تر سره کړو..

د اکسريزعکس د خطرپه تړاو دسرطان ناروغی اټکل

څرنګه چې دالمان هيواد سر شميرنه (نفوس) اتيا مليونه دي او که فرض کړوچې په يوه کال کې هريوه تن ته د (1,2 mSv) په اندازه اکسريزورسيږي، نودسرطان ناروغی د منځ ته راتلو له کبله دمړو شمير په لاند ې ډول تر لاسه کولای شو.

د ټول عمرلپاره دخطرضريب × دخلکو نفوس × د وړانګو اندازه = د سرطان ناروغانو شمير
$(1,2 \times 10^{-3}Sv) \times (80\ 000\ 000) \times (0,05/Sv) = 4800$
پايله: په يوه کال کې څلوذره اته سوه عام وګړي په المان کې داکسريزد ناوړه اغيزو له کبله دسرطان په ناروغی مړه کيږي.

د بلې خوا دالمان په هيواد کې دوه سوه شل ذره (220 000) وګړي، بې له دې چې وړانګې ورته رسيدلې وي، دنوروناڅرګندو علتونو له کبله په يوه کال کې د سرطان په ناروغی مړه کيږي. دا په دې مانا چې د اکسريزوړانګو خطرد نوموړي ناڅرګنده سرطان په پرتله لړ څه دوه په سل دی (4800/220000= 0,022= 2,2 %) .

دسرطان خطر ښخه دیوه تن مړه کیدل	اغیزمن انرژي ډوزپه واحد Sv سیورت	دبدن یوه غړي داکسریز عکس اخیستل
$1,3 \times 10^{-6}$	$3,2 \times 10^{-5}$	سینه
6×10^{-6}	15×10^{-5}	شمزی یا ستون فقرات
2×10^{-5}	$5,4 \times 10^{-4}$	دمعدې رنا کول
$1,8 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^{-3}$	دهډوکو سینتیګرام

۴۲ - **جدول:** د سرطان ناروغی د خطراحتمال چې دبدن غړو داکسریز عکس ښخه پیداکیږي.

دعلت احتمال تیوري (Probability of causation theory)

دعلت احتمال تیوری په ګوته کوي چې که یو چا ته ډیر کالونه تر مخه وړانګي رسیدلي وي، نو د ایپیدیمولوژي څیړنوپه بنسټ ځومره سلیز احتمال شته دی، چې ډیره موده وروسته د وړانګوداغیزو له کبله راپاراول شوې سرطان ناروغی دهغه په غړو کي منځ ته راشي (76).

پوښتنه:

یو مسلکي ساینس پوه د ۱۹۴۰ ښخه تر ۱۹۶۰ م کال پوري دامریکا یوه ایالت نیواداپه سیمه کي (Nevada state) کي دهستوي وسلودازمویني په موخه په کار بوخت وه. په ۱۹۷۶ م کال کي دويني دسرطان (Malignant Lymphoma) په ناروغی اخته شو. په ۱۹۵۱ م کال کي دډوزیمتري الو په مرسته سره په ډاګه شوه، چې هغه ته دهستوي آزموینوپه کرښلاره کي لړځه دری نیم سانتي ګری وړانګي (3,72 cGy) په یوه کال کي رسیدلي دي. ځومره احتمال شته دی، چې پینځه ویشت کاله وروسته نوموړې ناروغي د هستوي وسلو ازموینودچاپیریال وړانګو ښخه را پیدا شوې وي ؟

* **حل:** دعلت احتمال (Probability of causation = P.C) عبارت دی له حاصل تقسیم د هغو اضافګي شمیرسرطان ناروغی، چې دوړانګوانرژي ډوز (Radiation cancer =R) له کبله منځ ته راځي، اومجموعه دسرطان ټولي نورې پاتي ناروغی چې په طبیعي ډول (Base line cancer plus the radiation cancer =B+R) او هم دوړانګوسره تراو لري منځ ته راځي (76).

دنوموړو لنډیز لیکني په کارولو سره دعلت احتمال تیوري (Probability of causation theory) ریاضي معادله په لاندې ډول لیکلای شو.

$$Probability \quad of \quad causation \quad = \frac{R \times X}{B \times R \times X} \times 100$$

په پورتنی معادله کي:

☑ X دهرغړی لپاره د سرطان ځانګړي ناروغی مطلق خطردی چي د يوې سانتی ګرې انرژي ډوزڅخه ديوه کال په موده کي منځ ته راځي. دنړيوال کمسيون باير (BEIR) د څيرنوسره سم که يومليون خلکوته په يوه کال کي يوسانتي ګرې 1 cGy وړانګي ورسيږي نو د نوموړې بيالوژيکي کميت قيمت د ويني سرطان (Lymphoma) لپاره مساوي دی له : $0,27/10^6$/yr/cGy

☑ هغه وړانګي چي مسلکي کارپوه ته ۲۵ کاله دمخه رسيدلي دی مساوي ده له R=3,27 cGy

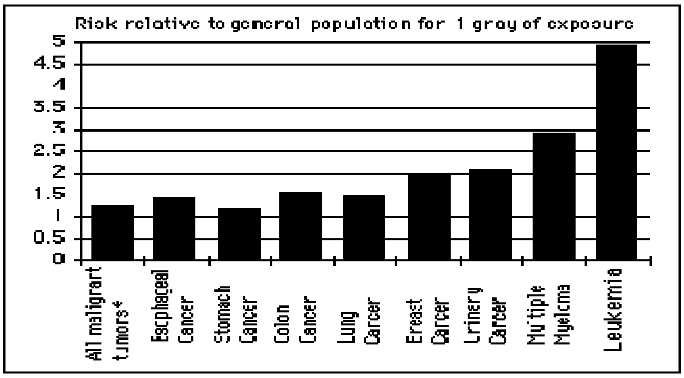
☑ دسرطان هغه ناروغی چي بې له وړانګو څخه منځ ته راځی اودطبيعي هراړخيزواو ناڅرګندو پيښو سره تړاو لري د بنستيز خطر په شکل (B =Base line risk) داوسنيو څيړنو له مخي (76) په يوه کال او يومليون وګړوکي لږ څه دوه سوه اته پنځوس اټکل کيږي او مساوي دی له: $258/10^6$/yr

کله چي نوموړي قيمتونه په پوتنی معادله کي کيږدو نو لروچي:

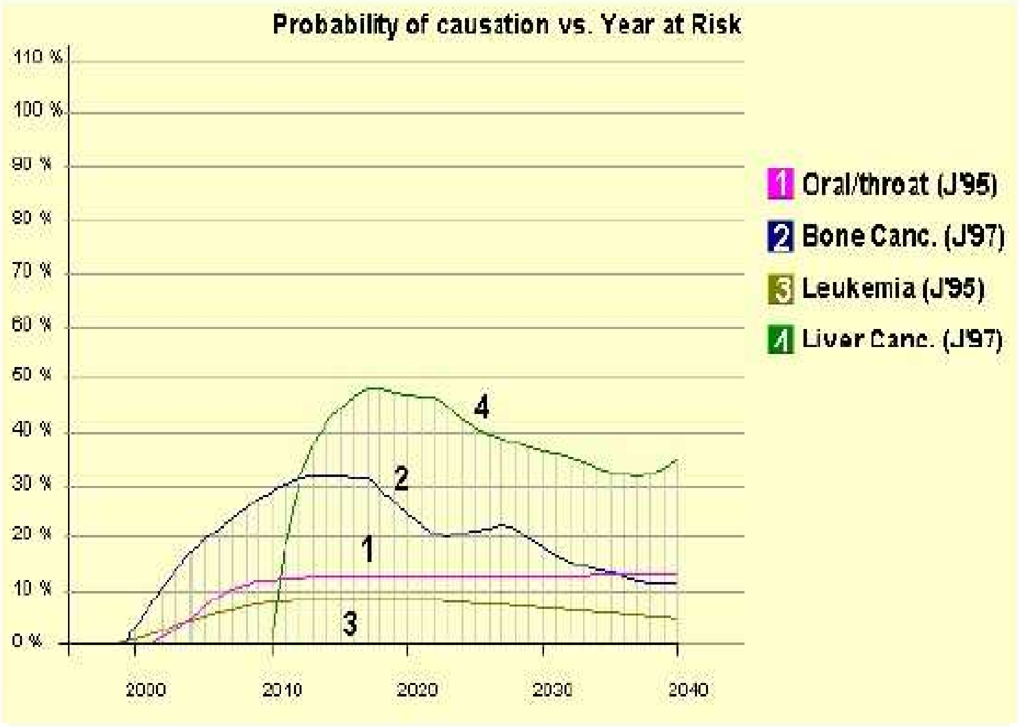
$$Probability \quad of \quad causation \quad = \frac{3,72 \times 0,27}{258 \times 3,72 \times 0,27} \times 100\% = 0,4\%$$

* **ځواب:** ددې احتمال چي دغه مسلکي کارپوه به دهستوي وسلودازموينې په ترځ کي دوړانګوله کبله د سرطان په ناروغی اخته شوی وي، څلور په سل کي اټکل کيږي . دا په دې مانا چي ددوه سوه پنځوس چانسو څخه يوازې يوچانس کيدلای شي چي د لمفوما (Lymphoma) ناروغي اصلي علت د وړانګو سره تړاوولري.

په لاندني ګراف کي دغړو سرطان خطر نسبي احتمال د عام ولس او دټيټي کچي انرژي لپاره ښودل شوې دی کله چي پينځه سوه زره تنه په يو ګرې 1Gy وړانګورنا شي.



*excluding leukemia



١٢٠- شکل: د تيتي کچي وړانګو لپاره ديوه جرمني نامتو ساينس پوه W.Jacobi يومودل ښودل شوئ دی. په نوموړي شکل کي دوړانګوداغيزي په پايله کي دسرطان ناروغي دخطراحتمال Probability دکالونو په تابع سره راښيي (32) .

د بيلګي په ډول:١- د ستوني سرطان Throat cancer ، ٢- دهډوکي سرطان Bone cancer ٣- دويني سرطان Leukemia ، ٤- ديني سرطان Liver Cancer

د تيتي کچي وړانګود خطراحتمال په اړوند ديوه جرمني نامتو ساينس پوه W.Jacobi له خوا يو تيوريتيکي موډل په ١٢٠ شکل کي ښودل شوئ دی. دنوموړي موډل پايله او د احسايي بنسټ د هغو زرګونوکارګرانود ارقامو Data څخه تر لاسه شوئ دی، چي دالمان په ختيزه سيمه کي ديورانيوم په کانونکي د١٩٤٥ څخه تر ١٩٩٠ پوري په کار بوخت وو. دغه کارګران د سږي ناروغی څخه پنځوس په سلو کي مړه کيدل.

که فرض کړو چي دجګړوپه ډګرکي يوپينځه وينځت کلن افغان په 2001 م کال کي لس واره د يورانيوم وسلود استعمال په وخت کي په اعظمي کچه راديو اکتيو ګرد تنفس کړي وي، نودپورتني ګراف له مخي شپږ په سل (6%) کي ددي احتما ل شته، چي دغه سړي لس کاله وروسته دويني په سرطان اوشل په سل (20%) کي دهډوکي په سرطان اخته شي اود سرطان نوموړي ناروغي اصلي علت ديورانيوم وسلي سره تړاولري. که چيرته شل کاله وروسته دغه افغان د يني (Liver) په سرطان اخته شو، نو لږ څه شپيته په سلوکي ددي احتمال شته دي، چي دغه به ديورانيوم وسلوڅخه پيدا شوي وي.

لنډيز

په ټيټه کچه وړانګي ياني د صفرنه تر دوه سوه ملي سيورټ(0-200 mSv) پورې لاندنی اغيزې په بدن کې منځ ته راوستلای شي.

- دحجرې په ډي .اين.اې. کې موتيشن منځ ته راوړي
- د سرطان ناروغی د راپارولو او منځ ته راتلوسبب(لامل) ګرځي
- دبدن ددفاع سيستم دومره کمزوری کولای شي چې په پايله کې د ميکروبونو او وايرسونومخه نه شي نيولای، او له دې کبله هر اړخيزې ناروغی منځ ته راتلای شي. د بدن همغه غړی خپله دنده هم په سم ډول نه شي تر سره کولای.
- دوړانګو ناروغي منځ ته راوستلای شي
- په راتلونکي نسل کې دمعيوبوماشومانوزيږيدلو سبب(لامل) ګرځيدلای شي

پوښتني(Questions) :

١-١٥ په يوه کال کې دالمان هيواد څومره خلک دسرطان په ناروغی نوي اخته کيږي ؟

٢-١٥ د ماليګنوم (Malignom) او سرطان تر منځ توپير څه دی؟

٣-١٥ په درمل پيژند نه کې د سرطان ناروغی په تړاو د ريسيديو (Recediv) کلمه او د ريميزيون (Remission) کلمه څه مانا ورکوي؟

٤-١٥ اپيديميولوژي څه ته وايي؟

٥-١٥ د سرحد يا ليميټ نه لرونکي راديوبيولوژيکي تيوري (Linear non threshold theory= LNT) دټيټي کچې وړانګو په تړاوڅه پايله لري؟

لسمه برخه

شپاړسم څپرکی

دوړانګو اندازه کولوتګلارې

(Radiation Measurement methods)

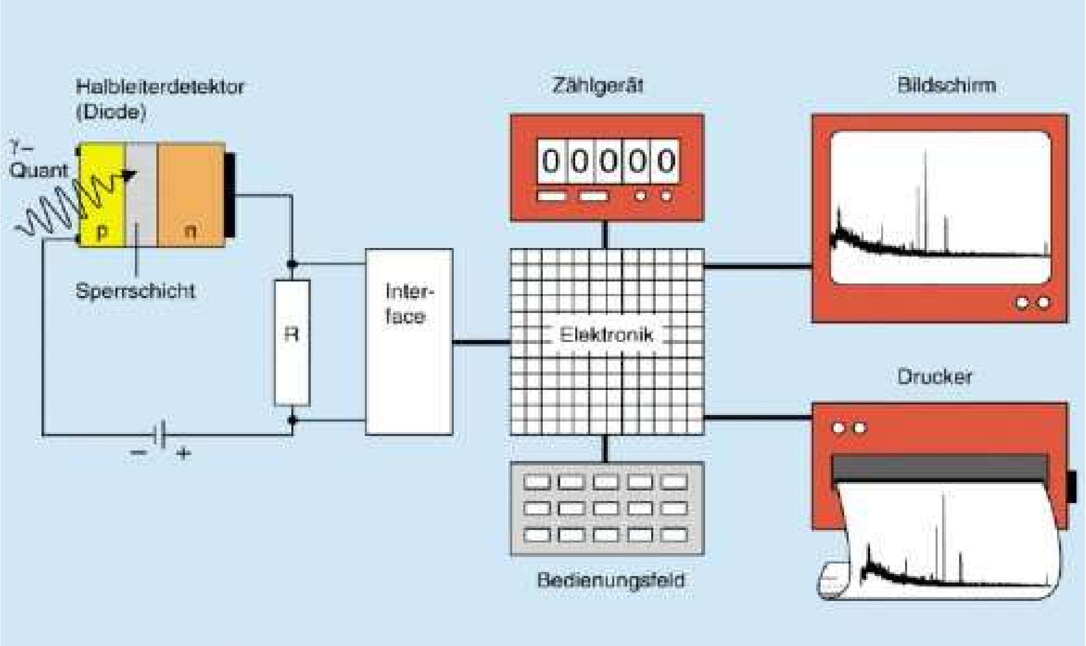
سریزه

څرنګه چې انسانان د حس داسې غړي نه لري، چې ایونایز کوونکې وړانګې لکه الفا، بېټا، ګاما اود پروتون اونیوترون زرې حس کړي او یابې په سترګو لکه نوریانې رڼا ووینې، نو له دې کبله دنوموړو وړانګو پېژندنه او دهغوې دخطر اټکل او ځان ساتنه، ډېر ګران تماميږي. یوازې د تخنیکي آلو په مرسته سره موږ کولای شو چې د وړانګو دناوړه اغېزو څخه ځان وساتو. نن ورځ د ایونایزکوونکو وړانګو د اندازه کولو لپاره ډېر دقیق او هر اړ خیز آلو او تګلارو څخه کار اخیستل کیږي، چې دوړانګو د انرژي کچې، لوړ ډوز او ټیټ ډوز اودوړانګو ډول سره سم ټاکل کیږي. څرنګه چې ددغو تخنیکي تولو آلو بیان کول دلته دکتاب موضوع ډېره اوږده کوي، نویوازې هغه تګلارې ته لومړیتوب ورکول کیږي چې د یورانیوم ایزوټوپونو په اندازه کولو کې زیات حساسیت او پوره دقیق والی بښیي. دا ځکه چې نوموړي ایزوټوپونه په چاپېریال کې په ډېره ټیټه کچه پیدا کیږي.

لومړی: ګاما شپکټرومتري (Gamma Specrometry)

ګاما شپیکټرو متري د هستوي فزیک یوه ډېره وتلې کړنلاره ده چې په یوه بیالوژیکي نمونه کې درادیواکتیوایزوټوپونوديپېژندلو او دهغوې د ګاما وړانګوداندازه کولوپه موخه ور څخه کار اخیستل کیږي. په۱۲۱ ـ شکل کې د ګاما شپکټرومتري بنسټیزجوړښت ښودل شوې دی. کله چې د ګاما یوه ذره یاني یوکوانت دنیم هادي ګرمانیم په کریستال (Germanium = Ge) ولګیږي نو هلته دمثبت سوریوپټ (p) او منفي سوریوپټ (n) ترمنځ په یوه بل دریم پټ کې چې دغریب شوې پټ (Depleted layer) په نامه سره یادیږي ګڼ شمیرد ا لکټرون سوریو جوړې(Elctron-hole pairs) منځ ته راولي. په پایله کې یو بریښنایز جریان د تړلې سرکېټ په منځ کې پیل کیږي او له دې کبله د مقاومت (Resistance = R) د سراواخیرپه برخو کې د ولتیج توپیراو دهغې سره سم یو زیګنال منځ ته راځي. نوموړۍ زیګنال دیوه امپلیفایر (Amplifier) په مرسته سره پرلپسې دومرغټ کیږي، چې د یوه مونیتورپه پرده باندې د انرژي شپکټرم په بڼه لیدل کیدای شي. د بېلګه په ډول په ۱۲۱ شکل کې د ایزوټوپو انرژي شپکټرم لیدل کیدای شي. نوموړۍ شپکټرم یو خطیز شپکټرم دی چې هره یوه لیکه یې، دیوه ځانګړي ایزوټوپ د انرژي سره سمون خوري.

دگرمانیم برینناېز نیم هادي ډیډکټور	د ولتیج زیګنال ستروونکي برخه	دناثرګنده ایزوتوپونو انرژي شپکترم پر لیکه کیږي



۱۲۱ـ شکل: د ګاما شپکترومتري بنستیزجوړښت (Gamma Specrometry)

دګاما شپکترومترالـه د لاندنیو برخو څخه جوړه ده(34) .

- دګرمانیم برینناېزنیم هادي ډیډکټور(Germanium Semiconductor Detecor)
- د ولتیج زیګنال ستروونکي برخه (Amplification)
- د یوې پیاوړي الکترونیکي تکنالوژي په مرسته سره د ولتیج زیګنال شمیرل کیږي (Counter)
- د یوه مونیټور (Monitor) پرده باندې کولای شو چې د پیژندل شوي اوپه بیالوژیکي نمونه کې دناثرګنده ایزوتوپونو انرژي شپکترم ولیدل شي.

نن ورځ د ګرمانیم نیم هادي کریستالونه په دومره سوچه توګه تولید کیږي، چې دنوموړي کریستال د سړولو لپاره د پخوا په پرتله مایع نایتروجن ته هیڅ اړتیا نه شته . دنوموړي نوښت ګټه په دې کې ده چې په ډیره آسانۍ سره دتودوخي په عادی درجه کې هم ورڅخه کار اخیستل کیدای شي. څرنګه چې د ګرمانیم د یوه الکترون سوري جوړې د تولید لپاره په ډیره کمه کچه انرژي په کارده، چې قیمت یې لږ څه دري الکترون ولټه (3 eV) ته رسیږي، نو له دې کبله دګرمانیم دېډکټورد یوې خوا دایزوتوپود انرژي توپیرکولو وړتیا (Energy resolution) دنوروډیډکټورونو په پر تله ډیره پیاوړې ده او دبلې خوا دګاما وړانګو د اندازه کولو په اړوند ډیر حساسیت شیي. د بېلګه په ډول دوه ایزوتوپونه چې په انرژي شپکترم کې د یوه بل څخه لس کیلو الکترون ولټه (10 KeV) واټن ولري د یوه بل څخه په توپیر سره پیژندلای شي.

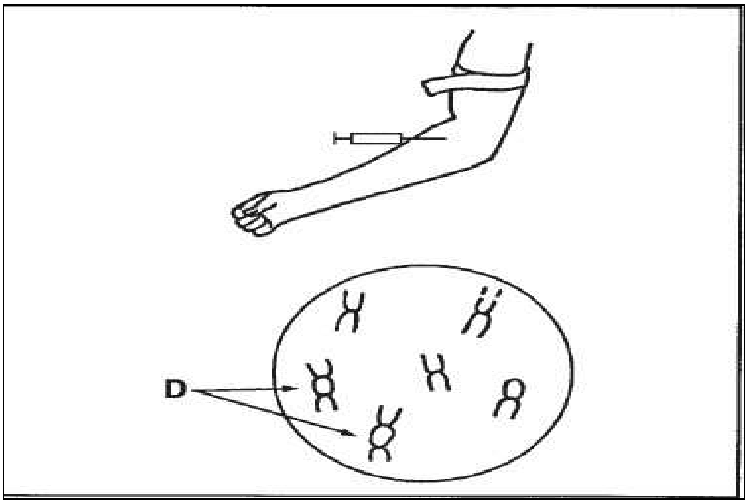
دگاما شپکترومتري ګټوراستعمال په لاندې ډول سره بيان کولاې شو.

- په راديواکتيوموادو د چاپېر يال ککړ توب اندازه کول. لکه اوبه، هوا، ځمکه اونور.
- په چاپېريال کې د راديو اکتيو غاز د مخصوصه راديواکتيويتي(Specific radioactivity) کچه اود ايزوټوپو کيفي اومقداري تجزيه کول. د بېلګه په ډول د هستوي بټيو، هستوي آزموينو اونورو هستوي پېښو لکه د چرنوبيل په هستوي پېښه کې هغه نجيبه راديو اکتيو غاز، چې چاپېريال ته ازادکيږي دګاما شپکترومتري په مرسته سره ډيرښه اندازه کيدلاې شي.
- دځمکې پر مخ لکه ريګ ،شګه، خاوره او ډبرو کې د راديو اکتيويتي او ايزوټوپوپيژندل
- په اوبو، خوراکي موادو لکه غوښه، تر کاري، ميوو او نورومواد و کې د راديو اکتيويتي کچه اندازه کول.

دويم: بيا لوژيکي ډوزيمتري (Biological Dosimetry)

بيالوژيکي ډوزيمتري په يوه حجره(ژونکه) کې دوړانګو دزر په پيژندلوکې نن ورځ يوه ډيره حساسه تکلاره تشکيلوي. داځکه چې ټول بدن ته د رسيدلو وړانګوانرژي ډوزد ډيرې مودې څخه وروسته هم په ډير دقيق او سم ډول سره اندازه کولاې شي. په ۱۲۲ شکل کې دنموړې ډوزيمترۍ کړنلاره ښودل شوې ده.

ديوې پيچکارۍ يا ستنې په مرسته سره لږ څه پينځه ملي ليتره وينه، د رګونو څخه اخيستل کيږي او په سپينو کروياتو (Lymphocytes) کې دوړانګو ناوړه اغيزې، لکه دکروموزومو نا سمې (Aberration) د يوه ميکرسکوپ په مر سته سره لټول کيږي. ددې موخې لپاره لومړۍ په لابراتوارکې ستاندارد ډوزيمتري تر سره شي، تر څو د وړانګو ډوز او د کروموزومو د ناسمي تر منځ، اړيکې تر لاسه شي. دا په دې مانا، چې يوازې دتجربو په بنسټ د وړانګوانرژي ډوز، او دهغوی ناوړو اغيزو تر منځ، يو رياضي موډ ل تر لاسه کيږي. دنموړې موخې لپاره سپين کرويات د کيمياوي موادو په مر سته سره تر هغه پورې راپارول کيږي او په هيجان راوستل کيږي (Stimulate)، تر څوهغوی د حجروپه ويشلوباندې پيل وکړي. د ميتوز په پړاو کې بيا سرې کولاې شي، د يوه رڼا مايکروسکوپ (light microscope) په مر سته سره، د دې اين اې غبرګ تاو شوي مزي، او همدارنګه دهغوی موتيشن لکه دوه مرکزه (Dicentrics) نا سمي په سترګو وويني. دنموړې تګ لارې لپاره د ويني لږ تر لږه پينځه سوه حجروته اړتيا ليدل کيږي، تر څو په پوره باورسره دهغوسپينو کروياتو شمير وټاکل شي، په کوم کې چې دوړانګو په واسطه دوه مرکزونه منځ ته راغلي وي. څيړنو په ډاګه کړې ده، چې په سپينو کروياتو کې د ددوه مرکزونوشمير د وړانګو دانرژي ډوز سره سم سيخ تړاو لري. د بيالوژيکي ډوزيمتري ړومبيتوب اوبرم دنورومېتودونو په پرتله داده، چې په ټيټه کچه انرژي ډوزناوړه اغيزې د بيلګي په ډول لکه د سل ملي سيورت نه تر لس ملي سيورت پورې هم اندازه کيدلاې شي.



۱۲۲- شکل: د بیالوژیکي ډوزیمتري په مېتود کې د یوې پیچکارۍ په مرسته سره د لاس څخه وینه اخیستل کیږی، اوبیا ترمکروسکوپ لاندې په هریوه سپین کرویات (Lymphocyte) کې ددوه مرکزو کروموزومو شمیرګنل کیږي. په نوموړي شکل کې په (Dicentrics = D) دوه مرکزه کروموزوم په ویکټور(غشي) سره ښودل شوي دي (28).

دکروموزوموفلوریسینس تګلاره (Chromosome fluorescence technique)

دوینې په رڼا شوو سپینو کروياتو کې ددوه مرکزو کروموزومو ناسمي Aberration ،یوه داسي بیالوژیکي ډوزیمتري ده، چې بدن ته دوړانګو انرژي ډوزد ټاکلوپه موخه ورڅخه کاراخیستل کیږي. دنوموړې کړنلارې نیمګړتیا په دې کې لیدل کیږي ، چې دسپینو کروياتو په ویشنه کې دکروموزومودوه مرکزه ناسمی، راتلونکي نسل ته نه انتقال کیږي.نو له دې کبله سړی نه شی کولای، چې داوږد مهال لپاره، دنوموړې کړنلارې څخه، دباوروړبیالوژیکې ډوزیمتري په ډول، اغیزمنه ګټه پورته کړي.

دکروموزوموفلوریسینس تګلاره نن ورځ دوړانګو نه دځان ساتنې په اړوند، تر ټولواړینه او ارزښتناکه بیالوژیکي ډوزیمتري ګڼل کیږي. داځکه چې بدن ته دوررسیدلو وړانګوانرژي ډوز،ورروسته له ډیرو کالونوڅخه هم ټاکلی شي. دبیلګې په ډول، دچرنوبیل Chernobyl هستوي پیښې څخه لړڅه لس کاله وروسته هم داوکراین په هیواد کې، د نوموړې کړنلارې څخه په لوړه کچه ګټه واخیستل شوه.

دکروموزوموفلوریسینس په تګلاره کې هغه کروموزومونه، چې د وړانګو د ناوړه اغیزو په پایله کې ورته زیان رسیدلی وي اودکروموزوم یوه برخه یې بایللې وی، خوبیا بیرته د یوه بل کروموزوم سره یوکیمیاوي مرکب جوړکړئ وي، کاراخیستل کیږي (Translocation). نوکله چې دغه ناسم کروموزومو نه په یوه داسي ماده ولړل شي، چې دفلوریسینس رنګ اوخاصیت پیدا کړي fluorescence ،نودرنا شوو کروموزومو رنګ د هغو کروموزومو په پرتله، چې نوموړې ناسمي پکې نه وي پیدا شوي ،شکاره توپیربنیي. هر څومره چې د فلوریسینس کچه زیاته وي، هغومره ډیر د ترانسلوکیشن موتیشن هم ډیر وي، او دهغې سره سم دوړانګو انرژي ډوز هم زیاته ده. په دې هکله یو لړ معیاري او ستاندارد منحني ګان اندازه شوي دي، چې دهغوی له مخې بدن ته دوررسیدلي انرژي ډوز کچه ډیر کاله وروسته هم ټاکل کیدای شي. دا ځکه چې د کروموزومودبې ځایه کیدلوناسمي (Translocation) ، د سپینو کروياتو دویشنې څخه وروسته، راتلونکو نسلونوته هم انتقال کیږي

د بیالوژیکي دوزیمتري پخلی د یو لړ احساياوي شمیرنو په بنسټ تر سره شوئ دی چې په لاندې ډول بیان کیږي.

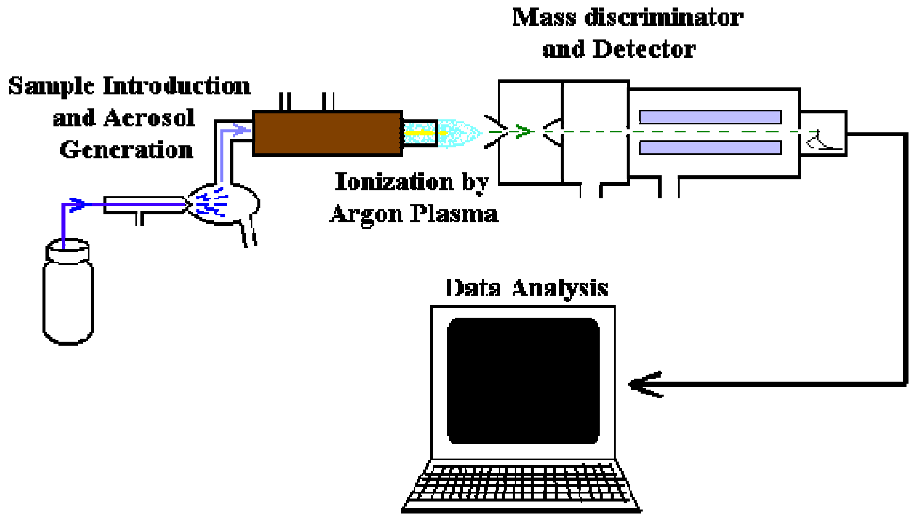
- د اکسریز عکسونو اخیستلو په کړنلاره کې د سرطان ناروغیو اضافګي شمیرنه
- په جاپان باندې داتوم بم غورځوني څخه وروسته هغه څوک چې ژوندي پاتي شول اوبیا د سرطان په ناروغی اخته شول.
- د نړی په هغو سیمو کې چې دطبیعي وړاګوانرژي دوزکچه ډیره لوړه ده. د بېلګه په ډول لکه دهندوستان کیرالا(Kerala) په ولایت کې د طبیعي وړانګوکچه لړخه پنځوس ملي سیورټ (50 mSv) په یوه کال کې اندازه شوي ده. نوموړې قیمت د عام وګړو دلوړ لېمټ څخه پنځوس ځله ډیره ده.

دریم: د پلازما کتلي شپکتروسکوپي (Plasma mass spectroscopy)

په ۱۲۳ شکل کې یوه فزیکي اوسنۍ آله ښودل شوې ده چې د انډکتیو کپلډ پلازما ماس سپیکتروسکوپي (Inductively coupled plasma mass spectroscopy = ICP-MS) په نامه سره یادیږي. دنوموړې الي وړتیا د ګاما شپکترومتري په پرتله داده چې په یوه بیالوژیکي نمونه کې، د رادیو اکتیو او نه رادیو اکتیوایزوتوپونو په پېژندلو او دهغوی د کچې په اندازه کولوکې یوه بې سارې کړنلاره تشکیلوي.

نن ورځ په نړیواله کچه دنوموړې کړنلارې څخه په یوه طبي نمونه لکه وینه (Blood)، میتیا زی (urine) او غړوکي دیورانیوم دوه سوه اته دیرش (U^{238}) اویورانیوم دوه سوه پینځه دیرش (U^{235}) ایزوتوپونو او همدارنګه نورو عنصرونو د اندازه کولو په موخه ورڅخه کار اخیستل کیږي. دا ځکه چې د کتلي سپکتروسکوپي آله دنورو په پرتله، د یورانیوم ایزوتوپونو په توپیر پیژندلو (Resolution) کې، یوه بې سارې، دقیقه اوحساسه کړنلاره تشکیلوي.

دنوموړې آلي ښه والی په دې کې لیدل کیږي چې دیوې خوا په یوه وار سره ډیر عنصرونه او ایزوتوپونه او دهغوی تناسب اندازه کولای شو، اود بلې خوا د څیرونکوبیالوژیکي او جیوفزیکي نمونوبڼه دغاز په شکل نه بلکه دمایع په شکل کې هم تاکل کیدای شي. له دې کبله لټوونکي عنصرونه په بخار نه شي بدلیدلای اواندازه کیږي. دنوموړې آلي داندازه کولو تر ټولوکوچنی یا ښې ټیټ لیمیټ (Lower Detection limit) په یو ګرام نمونه کې، دبیلګې په ډول دسوډیم Na-23 لپاره لږ څه پینځه پیکوګرام په یوه ګرام ماده کې(5 pg/g) او حساسیت (Sensitivity) یې یوولس کونتس په یو پیکوګرام په یو ګرام(11 counts/pg/g) ماده کې ثبوت شوئ دی. د ICP-MS آله د لاندنیو برخو څخه جوړه ده.



۱۲۳ - شکل: د کتلې شپکټروسکوپي (ICP-MS) د کارکولو بنستیز بنه(76)

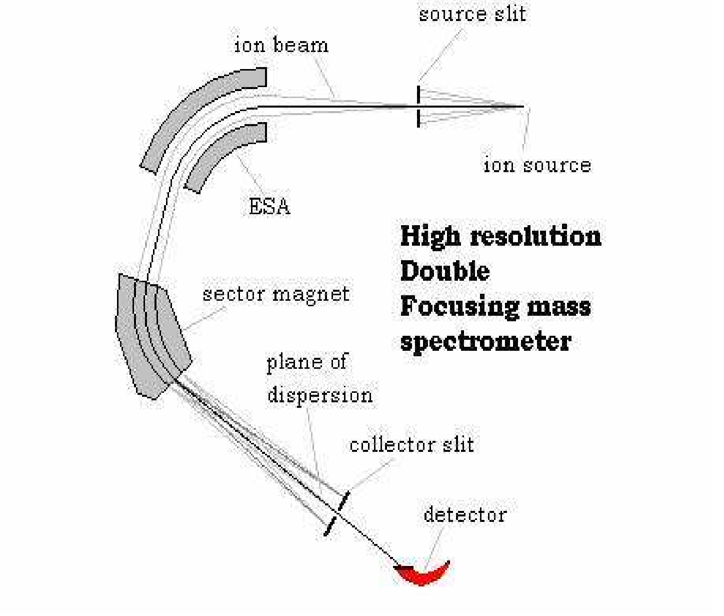
- د سمپل (نمونې) تیارول (Sample introduction)
- دسمپل ایونایزېشن (Sample ionization)
- دکتلې شپکټروسکوپي منځنۍ برخه (ICP-MS Interface)
- د کتلې شپکټرومتر (Mass spectrometer)
- دېډیکټور (Detector)
- دارقاموکمپیوټري تحلیل (Data analysis)

دکتلې شپکټروسکوپۍ دکارکولوکړنلاره (ICP-MS Operating principles)

په ۱۲٤ شکل کې ښودل شوې ده چې په یوه لوښي کې د مایع سمپل (نمونه) د یوې ځانګړې آلې لکه نبیو لایځر (Nebulizer) او د جامد سمپل د لیزر(Laser) په مرسته سره په بخا ر او غاز باندې بدلیږي، چې دغه ډول غازډ ایروزول (Aerosol) په نامه سره یادیږي. د سمپل غاز بیا سم سیخ د ارګون پلازما سرچینې (Argon plasma source) ته ورننوځي چې هلته د سمپل اتومونه د ډیر لوړتودوخې له کبله په ایونواوړي. د ارګون غاز په چاپیر کې یو بریښنایز کوټک (Coil) تاوشوئ دی چې درادیوفریکونس یوه جنراتور سره تړلې دی. دجنراتورخخه داسې څپې راوځي چې څلوېښت میګاهرځ (Radiofrequency = 40 MHZ) راډیو فریکونس لري. نوموړئ فریکونس دبریښنایز کوټک په مر سته سره چې د اند کسین پر نسیپ په بنسټ (Inductively coupled) کارکوي، الکترو مقنا طیسي انرژي دارګون غازسرچینې ته انتقال کوي . په پایله کې دارګون غاز تو دوخې د کلوین لړ څه اوه ذره درجې (7000 ° K) ته پورته ځي چې دارګون ټول اتومونه په ایونو بدلیږي او په دې ډول دارګون غاز پلازما سرچینه لاس ته راځي.

☜ یو غاز چې ټول خنثی اتومونه یې په ایونواړول شوي وي، د همغه غاز پلازما (plasma) په نامه سره یادیږي.

کله چي د سمپل ټول اتومونه په ايونوواوښتل نوبيا وروسته دکتلي شپکتروسکوپي منځنی برخي ته ديوه کوچني سوري له لارى، چي قطر يي لږ څه يو ملي مترډی ور ننوځي. په دی ځای کي د ځانګړو پمپونو په مرسته سره په ډيره لوږه کچه تشيا (Vacuum) منځ ته را ځي، چي قيمت يي داتموسفير فشار لږ څه د يوه تورسل زرمه برخه $(1\times10^{-5}$ torr) تشکيلوي. همدا سبب(لامل) دی چي د سمپل ايونونه په ډير لوږ سرعت سره د منځنی برخي څخه د کتلي شپېکترومتر (Mass spectrometer) تر ټولومهمي (اړيني) برخي ته ورننوځي چي په ۱۲٤ـ شکل کي ښودل شوئ دی.



۱ـ دسمپل ايونوسرچيني يو ملي مترنری چاک Source slit

۲ـ دسمپل ايونو سرچينه ion source

۳ـ د بريښنايزساحي سکتور ESA

٤ـ دمقناطيسي ساحي سکتور magnet sector

٥ـ دراټولولوچاک collector Slit

٦ـ ديډ يکتور Detector

۱۲٤ـ شکل: د کتلي دوه ګون فوکس کوونکي کتلي شپکترومترآله، چي د مقناطيسي او بريښنايز ساحودوه برخوياسکټرونو (Sector) څخه جوړهده.

د سمپل مثبت چارج شوو ايونو جريان لومړی بريښنايزساحي (ESA) او بيا ورپسي د مقناطيسي ساحي په برخو magnet sector کي، چي دواړه دلته لکه دعدسيو (Lenses) په ډول دنده تر سره کوي، د کتلي شپکترومترپه راټولونکي چاک (Collector slit) کي فوکس کيږي. دکتلي شپکترومتر په اخرنی برخه کي د سمپل مثبت چارج شوو ايونو جريان ديوه ځانګړي دېډکتور په مرسته سره چي د چنلټرون (Channeltron electron multiplier) په نامه سره ياديږي، اندازه کيږي.

د کتلي شپکتروسکوپي د مونډلوتيټ ليميټ(حد) (Detection limit) ديوټرليون (Trillion) يوه برخه ياني لس په طاقت د منفي دوولس تشکيلوي(1×10^{-12} = (Parts per trillion = ppt) .

☜ **د پام وړ:** هغه مواد چې په چاپېريال کې په ډېره کمه کچه پيدا کيږی نو د غلظت (Concentration) لپاره لاندني کميتونه په کارول کيږي.

➢ يوه برخه ديوملیون (1ppm = 1 parts per million) دا مانا ورکوي چې د بېلګه په ډول که يوګرام (1gramm) ماده لکه يوګرام بوره په يوټن (Tonn= 1 000 000 gramm) محلول لکه اوبو کې حل کړو، نوپه اوبوکې د بورې غلظت يوه برخه ياني يوګرام په يو مليون ګرام اوبوکې تشکيلوي. په همدې ډول ليکلای شوچې: يوه برخه په بيليون (1ppb = 1 parts per billion) او يوه برخه په ترېليون (1 ppt = 1 parts per trillon) .

يو کيلوګرام = يو مليون ملي ګرام	1 kilogram (kg) = 1 million milligrams (mg
نو لرو: يو ملي ګرام تقسيم په کيلوګرام = يوه برخه په مليون	sso: 1 mg/kg = 1 part per million

نو ليکلا ي شو چې :

يوملیونمه برخه	1ppm = 1 part per million = 0,0001% = 1 mg/kg
يوبليونمه برخه	1ppb = 1 parts per billion = 0,0000001% = 1 micro g/kg (Mikrogramm per kg)
يو تريليونمه برخه	1ppt = 1 parts per trillion = 0,0000000001 = 1 ng/kg (Nanogramm per kg)

څرنګه چې د يو ليتر (1 l = 1 Liter) اوبو وزن د يوکيلوګرام سره برابر دی نو ليکلای شوچې:

يوملي ګرام تقسيم په ليتر = يوه برخه په مليون	1 mg/l = 1 part per million
يو مايکروګرام تقسيم په ليتر = يوه برخه په بيليون	1 ug/l = 1 part per billion

په ٤٣ جدول کې دويني يوه نمونه (Blood sample) د کتلي شپکترومتريه مرسته سره تحليل شوې ده. په دغه نمونه کې يوازې هغه عنصرونه اندازه شوي دي چې په وينه کې په ډېره ټيټه کچه پيدا کيږي (Trace elements). دنوموړي جدول څخه څرګنديږي چې دويني په يوه ملي ليترنمونه کې د يورانيوم (U^{238})عنصرکچه لږ څه صفرعشاريه دوه نانو ګرام، ياني ديوه ګرام يوپرمليياردمه برخه ($ng = 10^{-9}g$) قمت لري. په دغه نمونه کې تر ټولو عنصرولوړه برخه د جست عنصر (Zinc = Zn) تشکيلوي چې قيمت يې لږ څه پينځه ذره نانو ګرام په يوه ملي ليتروينه کې اندازه شوئ دی.

عنصر	په یوه ملي لیتر ml وینه کې دعنصر اندازه شوې قیمت په واحد د Nanogram = ng = 10^{-9} g نانوګرام	
Element	Certified range ng/mL	Measured Value ng/mL
^{9}Be	5.4–6.4	5.2 ± 0.4
^{27}Al	49.0–68.8	50 ± 3
^{51}V	4.0–4.6	3.8 ± 0.3
^{52}Cr	5.6–6.4	5.5 ± 0.07
^{55}Mn	12.0–14.6	12.2 ± 0.2
^{56}Fe*	423–447	412 ± 4
^{59}Co	5.7–6.5	5.60 ± 0.01
^{60}Ni	4.7–5.9	5.2 ± 1
^{63}Cu	637–695	607 ± 11
^{66}Zn	5109–5323	4830 ± 55
^{68}Zn	5109–5323	4840 ± 66
^{75}As	11.9–14.5	11.4 ± 0.2
^{80}Se	113–133	109 ± 3
^{77}Se	113–133	108 ± 5
^{78}Se	113–133	105 ± 3
^{82}Se	113–133	121 ± 2
^{111}Cd	5.6–6.4	5.7 ± 0.2
^{114}Cd	5.6–6.4	5.70 ± 0.06
^{137}Ba	60.6–68.4	83 ± 2
^{138}Ba	60.6–68.4	81.7 ± 0.7
^{135}Ba	60.6–68.4	82 ± 1
^{205}Tl	4.9–5.5	4.8 ± 0.09
Pb	372–414	392 ± 4
^{238}U	0.176–0.184	0.170 ± 0.002

*in µg/mL
Calibration in 1% IPA + 0.01% EDTA+0.01% TritonX
100 ppb Var-IS used as I/S sample 1:10 dilution corrected

۴۳- جدول: د کتلي شپکترومتر(Varian 820-MS) په مر سته سره د ويني په يوه نمونه ياني سمپل (Blood sample) کې هغه عنصرونه اندازه شوي دي، چې په ډيره لږ کچه پيدا کيږي او له دې کبله ورته (Trace elements) ويل کيږي. (54)

پوښتنې(Questions) :

۱٦-۱ دکروموزوموفلوریسینس تګلاره دنوروبیالوژیکي ډوزیمترۍ په پرتله څه ګټه لري؟

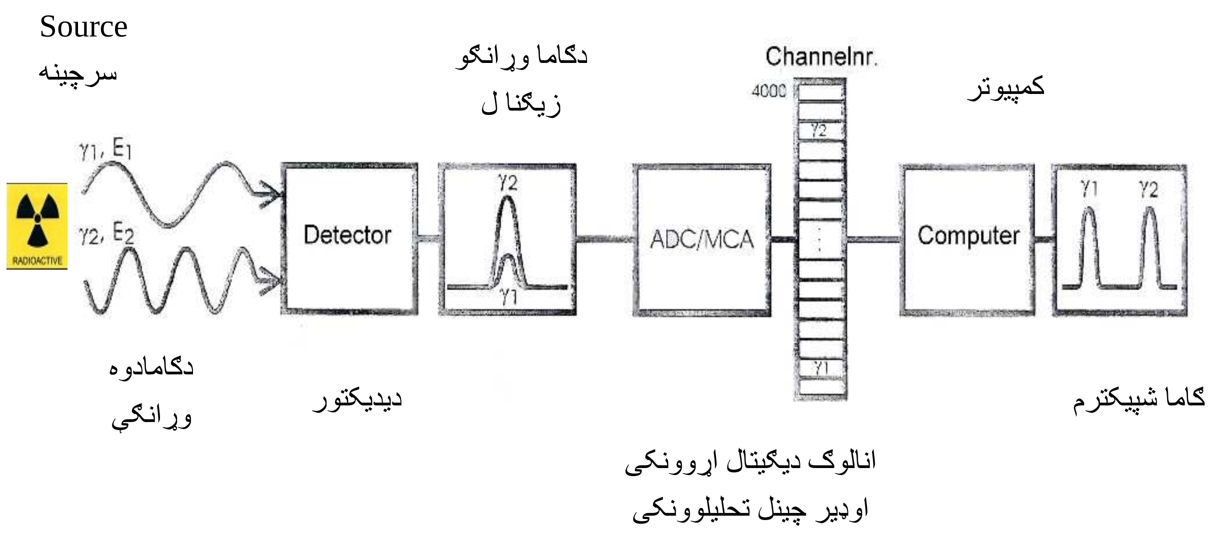
۱٦-۲ یو پي پی ایم 1ppm څه ما نا ورکوي؟

۱٦-۳ ګاما شپیکترومتري څه ډول کړنلاره ده؟

۱٦-٤ د انډکتیو کپلډ پلازما کتلي شپیکترومترڅه ډول فزیکي اله ده؟

۱٦-٥ بیالوژیکي ډوزیمتري څه ډول کارکوي؟

۱٦-٦ دیوي کوبا لټ شپیته Co-60 سرچینې څخه دګاما دوه وړانګې $\gamma1$ او $\gamma2$ خپر یږي اودیوه ګاما شپیکترومتري آلې په مرسته سره چې په لاندې شکل کې شودل شوې ده اندازه کیږي. دنوموړې آلې د کارکولو کړنلاره تشریح کړی او دنوکلید جدول په مرسته سره چې د کتاب په اخیر کې مل شوئ دی، د نوموړو وړانګوانرژي وټاکئ؟



اوولسم څپرکی

دچاپېریال رادیواکتیویتي څارنه

(Environmental Radioactivity monitoring)

سریزه

چرنوبیل (Tschornobyl) د اکراین (Ukrain) هیواد یو کوچنۍ ښار دی چي هلته شل کاله پخوا، یاني داپریل میاشتي په پینځه ویشتمه نیټه ١٩٨٦ م کال د ښپې په یوه نیمه بجه د چرنوبیل د څلورم بلاک هستوي بټۍ د مسلکي کارکوونکود ناسم چلن په پایله کي و چاودله، اود هستوي بټۍ په منځ کي د تودوخي درجه دومره پورته ولاړه، چي د هستوي بټي سړوونکي اوبه په بخاراوښتي، او د هغي سره سم د سونګ هستوي مواد ویلي شوه. په دي تر څ کي داوبو بخار فشارتر سل اتموسفیر(Atmosphere) نه هم پورته ولاړ شه، چي په پایله کي د هستوي بټۍ د سونګ لړ څه ټول رادیو اکتیف مواد چاپېریال ته وښیندل شوه. نوموړې هستوي ناوړه پیښه د اتومي انرژي په ټکنالوژي او پېښ لیک کي ځکه یوه بې ساري غمیزه ګڼل کیږی، چي دنړۍ هرګوټ ته د نوموړې هستوي بټۍ رادیو اکتیو مواد د باد په واسطه ولیږدول شوه. دغو رادیو اکتیو مواد و، دنړۍ په هر ځای کي لا تر اوسه هم د انسانانورو غتیا د خطر سره مخامخ کړې ده.

دچرنوبیل هستوي پیښي څخه وروسته دنړۍ په لړ څه ټولوهیوادونوکې په رادیو اکتیوموادو د چاپېریال ککړتوب اندازه کول سمدلاسه پیل شوه. هغه آله چي نن ورځ په نړیواله کچه د چاپېریال اکتیویتي د اندازه کولو په موخه ور څخه کار اخیستل کیږی، دخوځیدونکي ګاما شپکترو متر په نامه سره یادیږي. په ١٢٥ شکل کي د ګا ما شپکترومتري یو ګرځنده لابراتورښودل شوئ دی، چي د یوه هیواد په مختلفو سیمو کي شپه اوورځ یاني د څلرویشت ساعتونوپه موده کي د چاپېریال رادیو اکتیویتي اندازه کوي اود ایزوټوپو ترکیب تر څارني لاندي نیسي.

د بېلګه په ډول د ١٩٨٦ م کال څخه را پدې خوا د جرمني هیواد بایرن (Bayern) په ولایت کي په سیزیم (Caesium) رادیو اکتیو ایزوټوپ باندې د چاپېریال ککړتوب کچه په ١٢٥شکل کي ښودل شوي ده، چي د نوموړې آلي په مرسته سره اندازه شوئ دی.

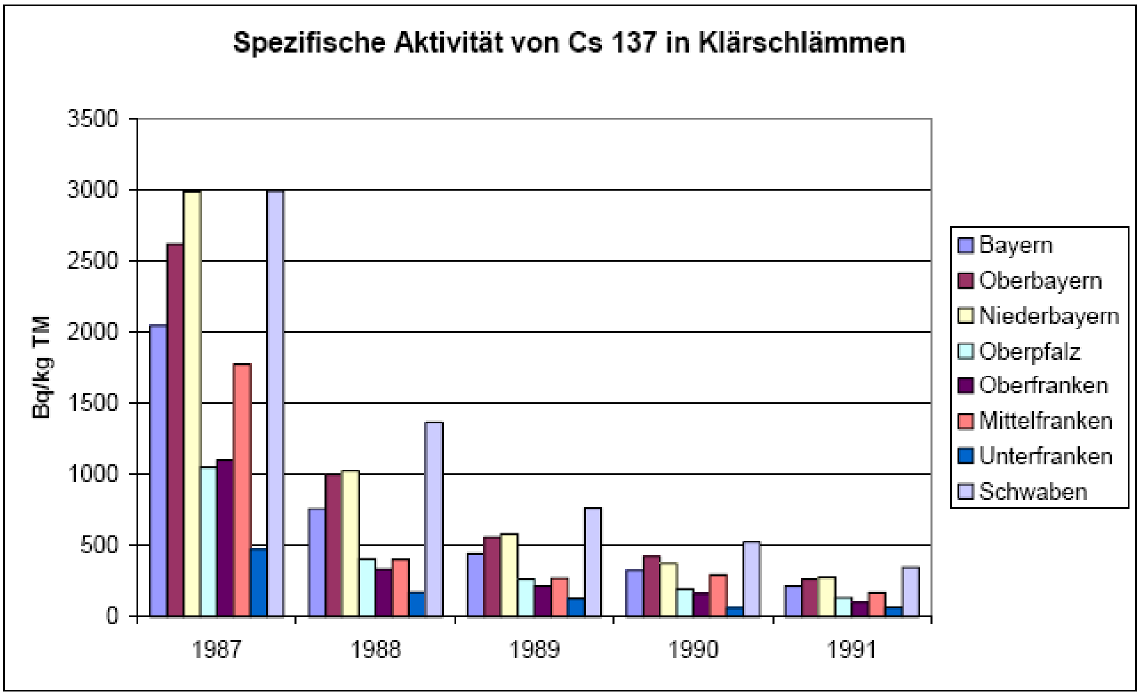


Abb. 6: *Zeitliche Entwicklung des Rückganges der bayernweiten durchschnittlichen Cs 137-Kontamination in Klärschlamm im Zeitraum von 1987 bis 1991.*

۱۲۵- شکل: د ۱۹۸۷ م کا ل څخه تر ۱۹۹۱ م کا ل پورې دجرمني بايرن (Bayern) ولايت په چاپېريال کې دسيزيم (Caesium-137) اکتيويتي ښودل شوي ده. دگراف څخه څرگنديږی چي د چرنوبيل هستوي بتی د چاودني په کال کې، د سيزيم مخصوصه اکتيويتي ترټولو جگ قيمت ياني لږڅه دری ذره بېکاريل په يوه کيلو گرام (3000 Bq/Kg) وچو موادو کې اندازه شوئ دی. نومورئ اکتيويتي بيا د هر يوه کال په تيريدلو سره کمښت مومي. په داسي حال کې چي د با يرن غرنيو سيموپه ځينونباتي موادو،خو په تيره بيا لکه په يوه کيلوگرام مرخيړيو (Fungus) کې د اکتيويتي کچه شل کاله د چرنوبيل هستوي پيښي څخه وروسته هم تر شلو زرو بيکاريل (20 000 Bq/Kg) پورې رسيږي. ادا څکه چي د سيزيم د تجزيي نيمايي عمر لږ څه ديرش کاله دی نو له دي کبله به دنومورې ايزوتوپ ر اديو کتيويتي تر سلگونو کالو پورې نور هم شتون ولري (29).

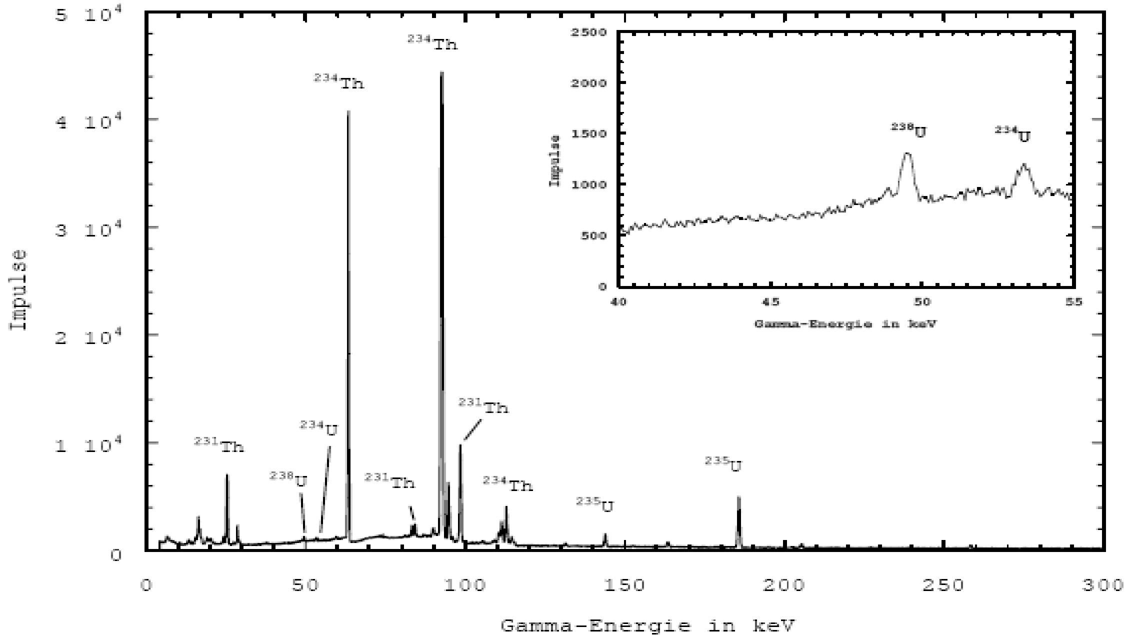
د جرمني هيواد د وړانګوڅخه د ساتني مقررات (Radiation Protection Regulations) په خوراکي موادو کې د منلو وړ لوړاکتيويتي ليمټ دری سوه بېکاريل په يوه کيلو گرام (300 Bq/Kg) وچو موادو کې ټاکلي دي. همدا سبب(لامل) دی چي په راديوا کتيوعنصروککړشوي خوراکي موادو لکه مرخيړي، د غرڅنی غوښي، د غرني خرس غوښي په خرڅولو باندي لا تر اوسه هم بنديزلگول شوئ دی.

نړيوال نامتواو منل شوي کميسيونونه لکه د روغتيا نړيوال کميسيون (WHO) داتومي انرژی کميسيون (IAEA) او دوړانگو نه دځان ساتني نړيوال کميسيون (ICRP) د راديو اکتيو موادو څخه دنړی اتموسفيرپا ک ساتل او ځارل د هر يوه هيواد حکومت ملي او نړيوال مسئوليت گڼي .

په ۱۹۵۹م کال کې دنړیوال اتومي انرژی ټولنې (IAEA) او همدارنګه داروپا یې هیوادونو ترمنځ په نړیواله کچه یو تړون لاسلیک شو(EUROATOM) چې دیوې خوا د هستوي انرژي څخه دسولې په موخه لکه صنعت، طبابت، کرهنه او نورو برخو کې دکټې اخیستلوتګلارې بیان شوې دي، او دبلې خوا دوړانګو دخطر څخه دځان ساتنې په موخه بنستیزکړنلارې (Basic Safety Standards) په ګوته شوې دي. دبیلګې په ډول داتوم قانون (§1 Euro-Atom) په لومړي پاراګراف څلورمه ماده کې لیکل شوي دي چې (59):

دنړۍ هر حکومت ملي او نړیواله دنده ګڼل کیږي چې دخپل عام اولس ژوند، روغتیا اود چاپیر یال ټول شیان لکه هوا، ځمکه، اوبه، خاروي، دکرهنې سیمې، اقلیم، ځنګلونه، نباتات او ژوندي اورګانیزم د ایونایز کوونکو وړانګو د خطراو زیان څخه خومره چې امکان ولري خوندي وساتي.

دچاپیریال ساتنې په موخه ددې سپارښتنه هم کوي چې د اعتبارورکړنلارو او آلو لکه ګاماشپکترومتري، د پلازما کتلې شپکترومتري اونورومنل شووآلو په مر سته سره په رادیو اکتیو موادو د چاپېریال ککړتوب کچه، تل وڅاري او د خطر په وخت کې نوموړو نړیوالو سازمانونو ته سمدلاسه خبرورکړي.

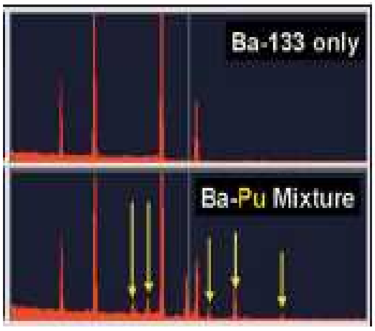


۱۲۵- الف: دغریب شوي یورانیوم (Depleted uranium) یوې سرګولی ګاما شپیکټرم ښودل شوئ دی چې د پخوانی یوګوسلاویا Kosovo په سیمه کې پیداشوې اودجرمني پوهانویوې دولتي ډلې له خوا اندازه شوئ دی. په نوموړي شکل کې دیورانیوم U235;U238;U234 ایزوټوپونه اوپه تجزیه کې نورپیدا شوي ایزوټوپونه لکه توریم Th231;Th234 انرژي کربنې لیدل کیږ(92) .

Abb. 4.1.4: Gamma-Spektrum einer untersuchten DU-Teilprobe für die Multi-Group-Analysis for Uranium (MGAU). Ausgewertet werden von der MGAU-Software im Wesentlichen Gamma- und Röntgen-Linien der U-Isotope und ihrer Töchter in einem Bereich von 83 keV bis 130 keV.

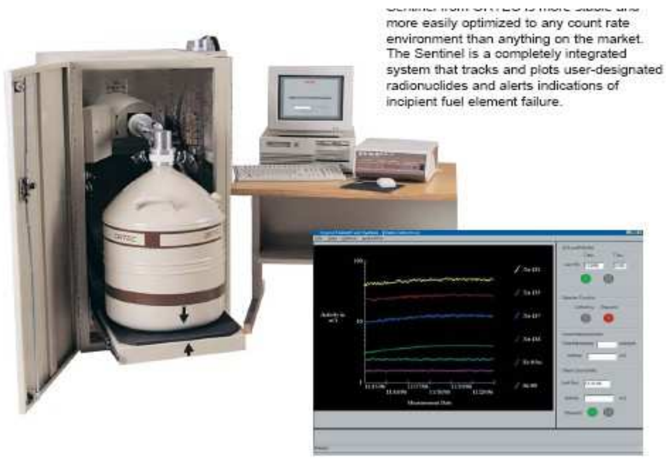
د چاپېريال ساتنې په موخه د ګاما شپکترومتري يو موبايل يا ګرځنده لابراتوار ليدل کيږي چي په راديو اکتيو موادود چاپيرال اکتيويتي دځلرويشت ساعتونوپه موده کي اندازه کولای شي (57) .

دباريم Ba او پلوتونيم Pu انرژي شپکترم کي نوموړي عنصرونه د يوبل څخه جلا پيژندل کيدلاي شي (54)



دچاپېريال اکتيويتي اندازه کولو اودراديواکتيوايزوټوپو د پيژندلويوه بله موډرن ګرځنده (موبايل) نيم هادي ګاما شپکترومتري آله چي د لاندنيو برخو څخه جوړه شوی ده ليدل کيږي .

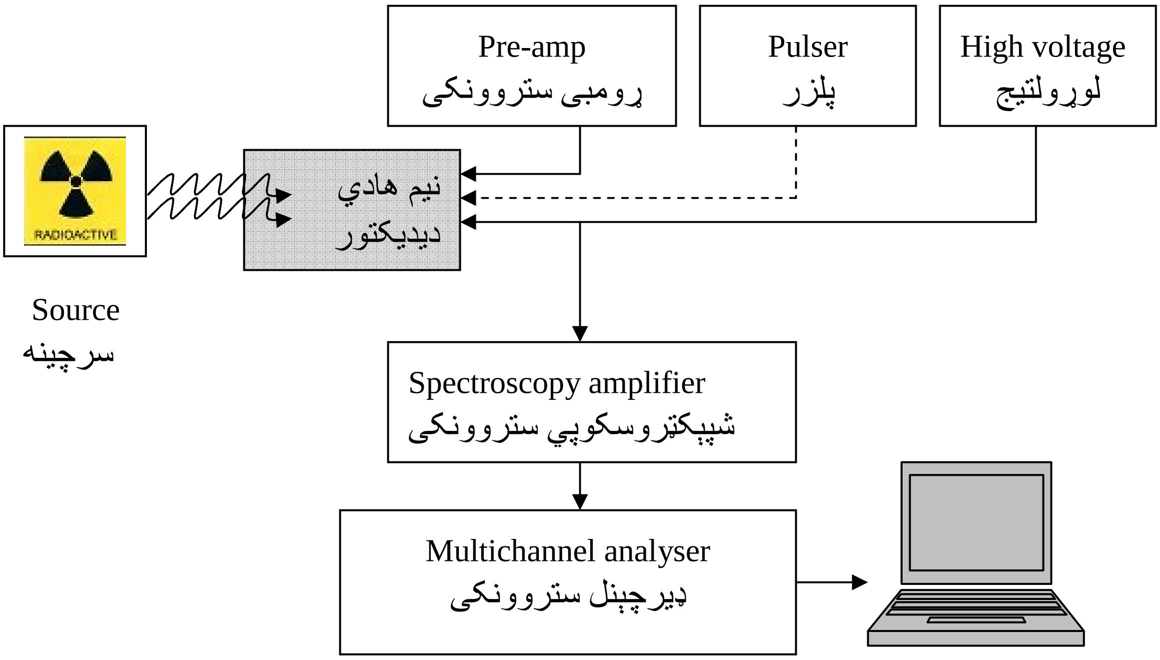
- ★ دنيم هادی ډيډکتور HP-GE
- ★ دزيګنال ستروونکي .Ampl
- ★ دډيرکانال تحليلوونکی MCA
- ★ کمپيوتري سيستم اوشپکترم
- ★ يوبل کمپيوترچي په ليرې واټن کي موقعيت لري او زيګنالونه ورته استوي.



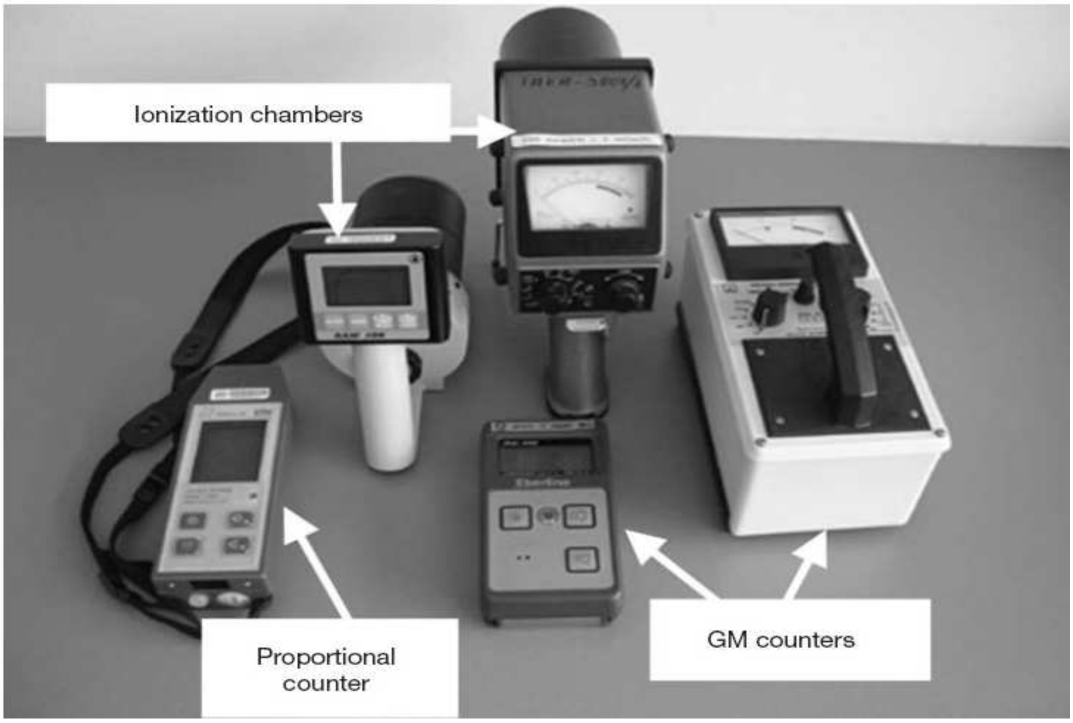
2

دګاما شپکترومتري دوه موبايل لابراتوارونه (54)

- دګاما شپکترومتري او توماتيک سيستم په مر سته سره د هيوادپه مختلفو سيموکي دچاپيريال راديواکتيويتي د څلرويشت ساعتونو په موده کي څارنه کيدلاې شي.
- که په ګاونديو هيوادونوکي کومه هستوي پيښه وشي د بېلګه په ډول که يوه هستوي ازموينه تر سره شي او په پايله کي دچاپيريال راديواکتيويتي دنورمال کچي نه پورته ولاړه شي نودغه پيښه سمدلاسه پيژندل کيداې شي.
- که چيرته دچاپېريال راديو اکتيويتي دخپل تا کلي ليميټ څخه واوړي نوپه او تو ماتيک ډول سره يوه مرکزي کمپيوتر ته دخطرخبر ورکول کيږي.
- که چيرته په ګاونديو هيوادونوکي يوه هستوي بټۍ وچوي، نوپه پايله کي د کسينون (Xenon) راديو اکتيونجيب غازچاپېريال ته خپريږي. څرنګه چي نوموړئ غاز يوازې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U^{235} په چاودنه کي منځ ته راځي نودا مانا ورکوي چي يوه هستوي پيښه منځ ته راغلي ده. په داسي يوه ناوړه حالت کي سمدلاسه عام وکړي خبريدلاې شي تر څو ځانونه دوړانګو دخطر څخه خوندي وساتي.
- په چاپېريال کي دطبيعي راديونوکليدوراديواکتيويتي هم اندا زه کيدلاې شي. د بېلګه په ډول لکه د يورانيوم دوه سوه ا ته ديرش سلسله(U-238) ، ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش سلسله (U-235)، دپوتاشيم څلويښت سلسله Kalium-40 ، اود توريم دوه سوه دوه ديرش سلسله (Thorium – 232) اوبرسيره پر دې هغه عنصرونه چي دنوموړو سلسلو په تجزيه کي منځ ته را ځي هم اندازه کيدلاې شي.



۱۲٦ ـ الف شكل: دګاما شپيكترومتري آلې الكترونيكي جوړښت بنه بنودل شوئ ده



۱۲۷- شکل: دهستوي وړانګولکه الفا ، بېتا او ګاما وړانګو داندازه کولواود هغوی دانرژي دټاکلوپه موخه ځيني تخنيکي موبايل آلې ښودل شوي دي IAEA (6) .

پوښتنې(Questions) :

۱۷-۱ په ۱۹۸٦ م کال اود اکراين په هيواد کې دچرنوبيل هستوي پيښه ولې منځ ته راغله؟

۱۷-۲ دچرنوبيل هستوي پيښې څخه اوس لږڅه شل کاله تير شوي دي خو بيا هم دچاپيريال خوراکي شيان په راديو اکتيو موادوککړدي. ددغومواد په يوه کيلو ګرام کې داکتيويتي لوړه کچه همدا اوس څومره اندازه شوی ده؟

۱۷-۳ که چيرته په چاپيريال کې د ګسينون نجيبه Xenon راديو اکتيو غاز اندازه شي نو دغه ډول ککړتو مورته څه ثبوت کوي اومالومات راکوي؟

۱۷-٤ هغه کړنلاره چې په راديو اکتيوومواد دچاپيريال ککړتيا اود ايزوتوپوتشخيص کولای شي څه نوميږي اودکومو برخو نه جوړه ده؟

یوولسمه برخه

اتـلسم څپرکی

د سرطا ن ناروغي (Cancer disease)

سريزه

د سرطان ناروغي دبشر په ژوندانه کي تر ټولو پخوانۍ پيژندل شوې ناروغي ده چي لږڅه يونيم زر کاله دمخه دمصرد درمل پوهني اوناروغی پيژندني په طبي اثاروکې راغلي ده. ځيني روايتونه وايي چي پخپله دويم رامزيس (Ramses II) د فرعونيانويو پاچا، لږ څه دړئ سوه کاله دميلاد نه دمخه دهډوکو سرطان په ناروغی مرشوئ دی. په هغه وخت کي دنومورې ناروغي درملنه ديوه عنصر چي د ارزين (Arsen) په نامه سره ياديږي تر سره کيده. ترنونسمي پيړی پورې ارزين دسرطان ناروغی ددرملني لپاره يوازنۍ پيژندل شوې دوايي ګڼل کيده. د سرطان ناروغي په طبي اثاروکي د کارسينوم (Carcinom) په نامه سره ياديږي.

داسي اټکل کيري چي کارسينوم يوه يونانۍ کلمه وي داڅکه چي پينځه سوه کاله دميلاد نه دمخه د يونان درمل پوه هيپوکراتيس (Hippokrates) دپوستکي سرطان ناروغی لپاره په کار اچولئ دی. دسرطان کلمه دبدن ديوه غړي سره سم يوځای کارول کيږي.

دبيلګه په ډول:

دسړي دپروستاتا غدې سرطان (Prostata cancer)، دښځو دتيو سرطان (Breast cancer) ، د معدې سرطان (Stomach cancer)، درحم (زيلانځي) سرطان (Uterus carcinom) ، دهډوکي سرطان (Bone cancer) اونور.

دسرطان ناروغي يوه خطرناکه ناروغي ده چي په لومړي پړاو کي ديوی نيمګړي ياني موتيشن شوې حجرې څخه پيل کيري، اود وخت په تيريدلو سره دبدن دهمغه ځاې نسجونو حجم يوه نا څا په غټيد لو پيل کوي او بې له کنتروله پرسيږي. د بيلګي په توګه په امريکا او لويديزه نړی کي پينځه ويشت په سلوکي 25% وګړي ياني دعام ولس هرڅلورم تن د سرطان په يو ډول ناروغی اخته او يا مړ کيږي. تر نن ورځ پورې دنومورې ناروغی ربښتينۍ علت پوره څرګند نه دی، خود بدن هغه برخي چي د سرطان په ناروغی اخته شوي وي، د نورمال حجروپه پرتله مورفولوژي، پاتولوژي، جينيتيک ،هيستولوژي اوپه هارمونواوريسيپتورونو(Receptors) کي هر اړخيز بدلون ښيي.

د بیلګي په ډول یونامتو پروټین یا ریسیپټورچې د تیوسرطان په ناروغښځوکې پیژندل شوی دی د، اچ اي ار HER2 ریسیپټورپه نامه سره یادیږي.

اچ اي ارریسیپټور (Human epidermal growth factor receptor 2 = HER2)

نوموړئ ریسیپټورد یوې نورمال حجرې په باندنی سطحه کې پروټ وي او ددغه ځای څخه زیګنالونه (signals) د حجرې منځ او دحجرې هستې ته استوي. دغه زیګنالونه دحجرې دډیربښت کنټرول په غاړه لري چې د ستروونکی فکټور(growth factor) سره تړاولري. دیوی عادې او روغې حجرې په باندنی سطحه کې نسبتا لږشمیرHER2 ریسیپټرونه موجودوي. په داسې حال کې چې دیوی سرطاني حجرې په باندنی سطحه کې دنوموړوریسیپټورونوشمیر د روغې حجرې په پرتله دمالیکولاربیالوژي دڅیړنواو تجربوله مخې په وینه کې ډیرلیدل کیږي. دا په دې مانا چې نوموړي ریسیپټورونه په یوه سرطاني حجره(ژونکه) کې ګڼ شمیر زیګنالونه د حجرې هستې ته استوي او په پایله کې دغه حجره(ژونکه) خپل ویشتوب ګړنلاره ګړندی کوي او د اړتیا نه ډیرې حجرې تولیدوي. په همدې ډول سره ددغو نسجونویو نه کنټرول کیدونکي او ډیرزرستریدونکی پرسوب منځ ته راځي. نن ورځ په ډاګه شوې ده چې دیرش په سلو کې 30% هغه ښځې چې د تیوپه سرطان (Mamma carcinom) اخته وي دهغوی په وینه کې د HER2 ریسیپټورکچه لوړه ده.

دپام وړ: هغه ښځې چې دتیوپه سرطان اخته وي اوپه وینه کې یې داچ اي ار ریسیپټور HER2 کچه ډیره وپیژندل شي نوپوه ډیره اغیزمنه درملنه یې د بدن ددفاعي موادو (Antibody) په مرسته سره تر سره کیږي چې د هرسیپټین (Herceptin) په نامه سره یادیږي.

که چیرې د سرطان نا روغی علاج (درملنه) وه نه شي، نود کانسر نسجونه په نورو شاوخوا روغو نسجونوکې ور ننوځي او یا داچې د بدن په نوروبرخو باندې فشار راولي. څرنګه چې دانسان په بدن کې دحجرو دډولونو شمیر تر لږ څه دوه سوه پورې رسیږي، نو له دې کبله دوه سوه توپیر لرونکي سرطان ناروغی هم شته دي. دبیلګه په ډول څرنګه چې په سږي کې توپیرلرونکي حجرې شته دې نو کیداې شي چې په سږي کې هم مختلف ډوله سرطان پیدا شي.
څرنګه چې د سرطان ناروغی دیوې غیر نورمال ستریدونکي (abnormal growth) اوپه خپل سربې کنټرولې ویشونکي حجرې څخه پیل کیږي او دبدن دهر یوه غړي لپاره توپیر لرونکی سرلیک لري، نودهغوي پرسوب سره سم د تشخیص په موخه په لاندې ډول کلینیکي اصطلاحونه ورته په کاریږي.

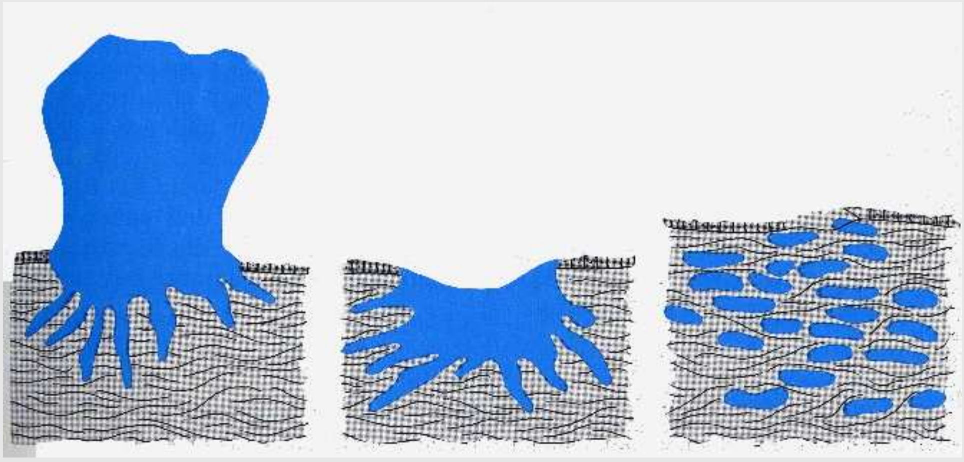
- ☑ نیو پلازیا(Neoplasia) : کله چې توپیر لرونکي نسجونه په غټیدلو او پرسوب پیل وکړي او په پایله کې هرراز ناروغی لکه د سرطان ناروغی او یا غیر سرطاني ناروغی ورڅخه پیداشي
- ☑ کارسینوم (Carcinoma) : هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چې د اپیتل حجرو څخه منځ ته راځي. دبیلګه په ډول لکه دپروستاتاکانسر، دتیوکانسر، دسږي کانسر اودغټو کولموکانسر
- ☑ لومفوما او لویکیمي (Lymphoma and Leucamia) :هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چې د وینې حجرو او د هډوکو حجروڅخه منځ ته راځي

- ☑ زاركوما (Sarcoma) : هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چې د نښلوونکو حجرو (connective tissue) او دمېزونېښمال حجرو (Mesenchymal cells) ځخه منځ ته راځي.
- ☑ ګلیوما (Glioma) : هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چې دماغزو ګلیا حجرو(Glia cells) ځخه منځ ته راځي.
- ☑ جرمینوما(Germinoma) : هغه خطرناک پرسوب ته ویل کیږي چې د جنسي غدو ځخه منځ ته راځي. لکه تخمدان (Ovary) اودنارینه جنسي غده (بیضه) تیستیکل(Testicle)

د سرطان هره یوه ناروغي کوم چې د وړانګو په واسطه منځ ته راغلې وي، د سړي د مرګ سبب(لامل) نه ګرځي. د بېلګه په ډول د تایراید سرطان ځخه په سل کې لس تنه مړه کیږي. د چړ نوبیل هستوي بټی په پېښه کې د چا پیریال یوازې یو په سل کې کوچنیان او تنکي ځوانان د تایراید په سرطان مړه شول. همدارنګه د سینې سرطان ځخه پنځوس په سل کې او دپوستکي سرطان ځخه یو په سل کې د مرګ سره مخامخ کیږي.

ځرنګه چې دنوموړي ناروغی بڼه د سرطان یا نې چنګاش بڼي ته ډیره ورته ښکاري، نو داسې اټکل کیږي چې د دې کبله ورته دسرطان ناروغي نوم ورکړشوئ دی. د بېلګه په ډول په ۱۲۸ شکل کې د پوستکي سرطان هر اړ خیز ډولونه ښودل شوي دي چې د چنګاش بڼی ته ډیر ورته والی لري.

دننه خواته غټیدل Endophytic	پرسوب Ulcer	دبهرخواته غټیدل Exophytic



۱۲۸ ـ شکل: دپوستکي سرطان ناروغیو دغټید لو هراړخیزي کلینیکي بڼي(9).

د سرطان ناروغۍ تعریف (Cancer definition)

د سرطان کلمه یوه عمومي اصطلاح ده او هرډول ناوړه پړسوب (Tumor) ته ویل کیږي چې دروغتیا په تړاوخطرولري او دبدن یوه غړي د ناروغۍ سبب(لامل) وګرځي. د سرطان حجرې په خپل سر اوپه کنترول نه لرونکي ډول ډیریږي چې د هغوی مخ نیوئ ډیر ګران او یا کله نا شونی تماميږي. دسرطان ناروغی یو واحد ډوله بڼه نه لري بلکه نن ورځ د نوموړي ناروغۍ تر سلو نه زیات ډولونه پیژندل شوي دي. د بېلګه په ډول لکه د پروستاتا سرطان، د معدې سرطان، د تیوسرطان، د سږي سرطان او نور.
دنوموړو ناروغیوتر منځ ډیر تو پیرونه شته دي چې په لاندې ډول بیان کیږي:

- دسرطان ناروغۍ پیښلیک د یوه بل سره توپیر لري
- دسرطان ناروغۍ پرمختګ دیوه بل سره توپیر لري
- دسرطان ناروغۍ د درملني کړنلار ې دیوه بل سره توپیر لري
- دسرطان ناروغۍ د درملنې په تړاو توپیر لرونکی غبرګون ښيي

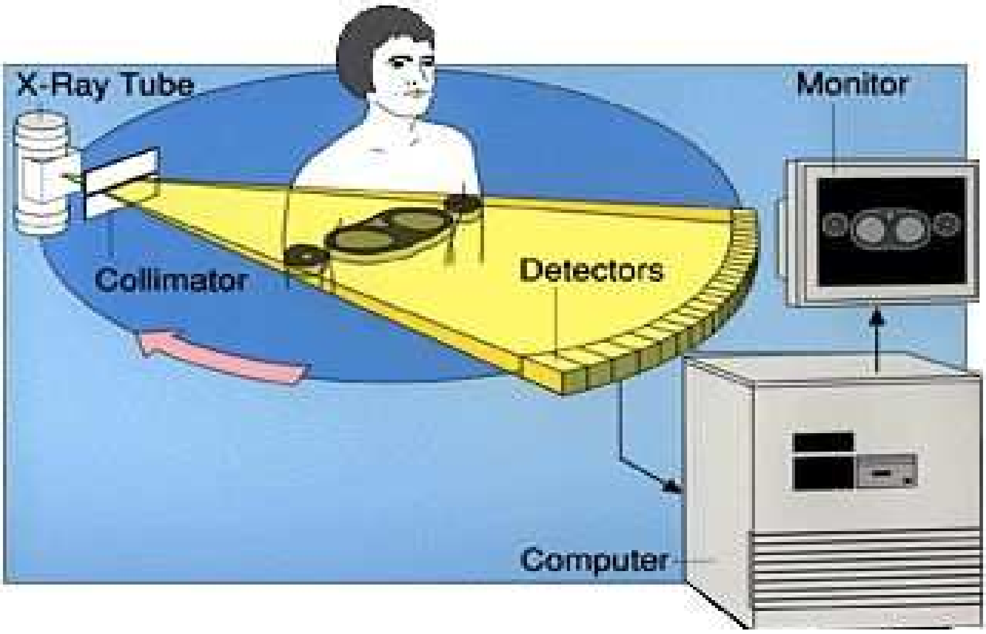
دسرطان ناروغۍ د پیژند نې (تشخیص) تخنیکي کړنلارې

د سرطان ناروغي د ځانګړو طبي آلو لکه کمپیوتر توموګراف Computer tomography ، دهستوي طب ګاما کمره (Gamma camera) مقناطیسي ریزونانس توموګرافي (Magnetic Resonance tomography)، پوزیترون امیزیون توموګراف (Positron Emmission Tomography) او د اکس وړانګو د عکس اخیستلو او یا په وینه کې د ځینو هارمونو، پروتینو او عنصرو د نورمال لیمیت څخه بدلون په مرسته سره پیژندل کیدای شي.

لومړی: کمپیوترتوموګرافي (Computer tomography = CT)

کمپیوترتوموګرافي (CT) په بدن کې دناروغیو د پیژندلو په موخه د عکس اخیستلویوه خورا مهمه اوترتولو دقیقه کړنلاره ده، چې د یوه ځاګړي کمپیوتر په مرسته سره کارکوي. په نوموړې کړنلاره کې د بدن دننه غړودرى بعده (Three dimensional) اکسریزعکسونه تر لاسه کیږي . ددې موخې لپاره داکسریزسرچینه په یوه ځانګړي اکسیال محوردناروغ په شاره سطحه راڅرخي اودوه بعده اکسریز عکسونه اخلي. دیوه کمپیوتر په مرسته سره دغه دوه بعده عکسونه په درى بعده اړول کیږي.

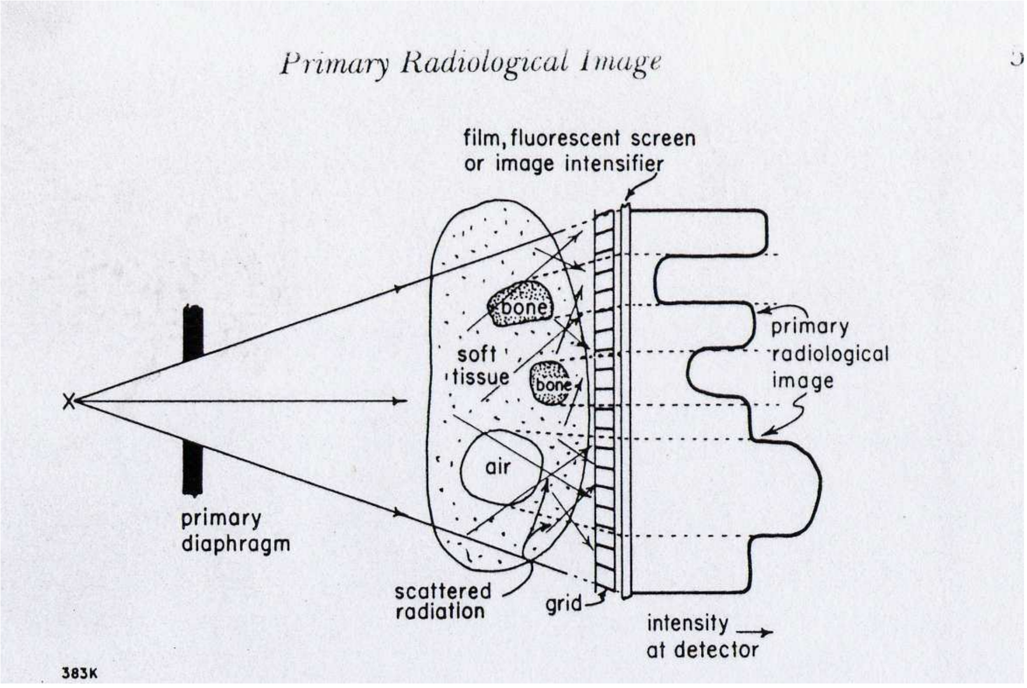
په۱۲۹ شکل کې د نوموړې طبي آلې تخنیکي جوړښت ښودل شوئ دی چې دلاندنیو برخونه جوړدی:



۱۲۹ـشکل: کمپيوتر توموګرافي (Computer Tomography = CT) دناروغيوپيژندلوپه موخه يوه نامتو طبي آله ده چي ديولړ ډيډيکتورونو(detectors)، اکسريزسرچيني (X-Ray Tube)، يوکمپيوتر او يو مونيتور(Monitor) څخه جوړه ده.تومو (tomos = slice) يو ه يوناني کلمه ده چي ديوه شي په ساره پرې شوې ټوټې ته وايي اوګراف(graphein = to write) د ليکلو مانا لري. www.Imaginis.com (75)

- ☑ **د اکسريز تيوب (X-ray tube):** په نومورې برخه کې داکسريز تو ليد کيږي. دنومورو وړانګو څخه د ناروغيو په پيژندلواوهم د درمل په موخه کار اخيستل کيږي.
- ☑ **ګڼ شمير ډيډيکتورونه (electronic detectors):** الکترونيکی ډيډيکتورونه چې په يوه دايروي شکله څرخيدونکی فلزي چوکات باندي کلک تړل شوي دي او هغه وړانګې چې د ناروغ د بدن څخه تيريږي، اندازه کوي. په داسي حال کې چې پخوا به د ناروغيو د پيژندلو په موخه داکسريز فلم څخه کار اخيستل کيد ه، نن ورځ د فلم په ځاې نيم هادي ډيډکتورونه په کارول کيږي،
- ☑ د کمپيوترسيستم چي ددې کتورونوانالوګ (Analog) بريښنايز زيګنالونه په ډيګيتال (Digital imaging) زيګنالونو اړوي اوله دې کبله د بدن اناتومي په هره يوه سطحه او درې بعده عکسونو Three dimensional medical reconstruction بدلولای شي. دبيلګه په ډول لکه د ساره سطحه Transversal plane د سرنه پښو خواته په اوږدو سطحه Longitudinal plane اودښې نه مخ خواته په اوږدو سطحه Sagittal plane اونور.

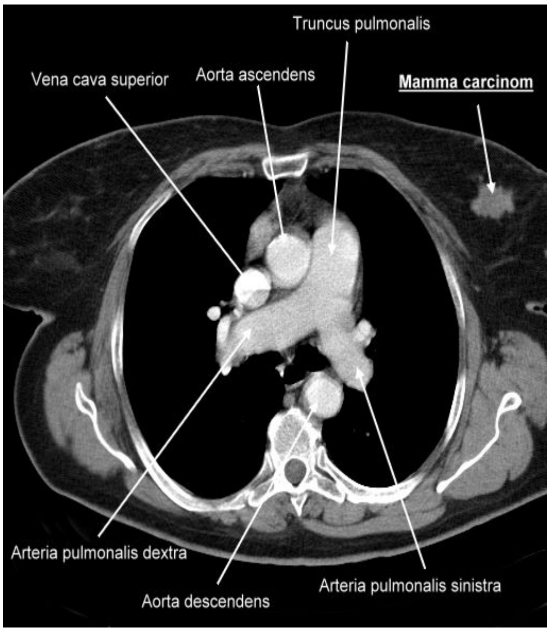
داکسريز تيوب څخه سم سيخ دنومورو وړانګو يو نرۍ او فوکس شوې بنډل راوزي او دناروغ په بدن باندي لګيږي. څرنګه چې داکسريز وړانګې د بدن په هډوکو، وازده (Lipid) او غوښه کې په توپير سره جذب کيږي، نو له دې کبله د هغوې نسجونو اکسريز عکس هم ديوه او بل څخه توپير لري او پيژندل يې آسانه تماميږي. دا ځکه چي داکسريزغبرګون په بدن کې د عنصرونود اتومي نمبر (Atomic number) او کثافت سره تړاو لري اوهغه فزيکي کړنلاره ټاکي، چې په څومره کچه وړانګې په بدن کې جذب او څومره تيرې شي.

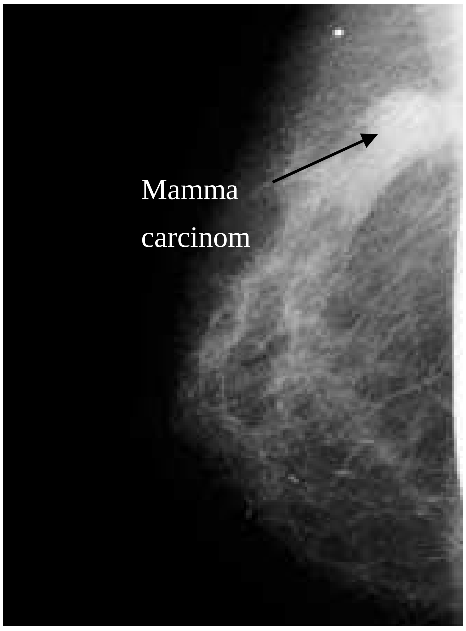


۱۳۰-شکل: کله چې داکسریزوړانګې د عکس اخیستلو په موخه د بدن څخه تیریږي، نو په هډوکو (Bone) کې نسبت د وازدې (Lepid) ، سږي، پاسته نسجونو (Soft tissue) او هوا (Air) په پرتله ډیرجذب کیږي. دا ځکه چې د هډوکو کثافت د نورو نسجونو په پرتله لږڅه دوه ځله لوړدی. په بنې اړخ کې داکسریزد شدت کمښت ښودل شوئ دی چې د یوه دېډیکتور په مرسته سره اندا زه کیږي(15).

هغه اکسریز چې د ناروغ بدن څخه تیري شي نوبیا په مخامخ ګڼ شمیر دیدکتور ونو لګیږي او هلته دځانګړي الکترونیکي سرکټونو په مرسته سره اندازه کیږي. نوموړي دیدیکتورونه په یوه دایروي شکله څرخیدونکی فلزي چوکاټ باندې کلک تړل شویدي، چې د اکسریز تیوب سره په یوه محور او یوځای حرکت کوي. څرنګه چې ټول دیدیکتورونه اود اکسریز تیوب په یومرکزي شریک محورسره یوځای، په دری سوه شپیته درجه زاویه (360°C) حرکت کوي، نو د بدن دیوې برخې په ساره پرې شوي پوړ یا طبقې (Cross section) ،چې پنډوالی یې په خپله خوښه ټاکل کیدای شي او لږ څه یو ملي متر ته هم رسیږي دارتسام (Projection) ډیر اناتومي شکلونه لاس ته راځي. دا په دې مانا چې د بدن د یوه ملي مترپنډېوړاکسریزعکسونه د درې سوه شپیته اړخونوڅخه اخیستل کیږي. په پایله کې دکمپیوتر په مر سته سره د دیدیکتورونو زیګنالونه داسې اړول کیږي چې په یوه پرده (Screen) باندې دبدن دغړو نه تیرې شوې وړانګې په توپیر سره لیدل کیږي.

د بېلګه په ډول هغه غړي چې کثافت یې د یوه نه لوړوي ($> 1g/cm^3$) لکه هډوکی سپین رنګ اوکه دیوه نه کوچنی وي($< 1g/cm^3$) لکه هوا او سږي تور رنګ ځانته غوره کوي.



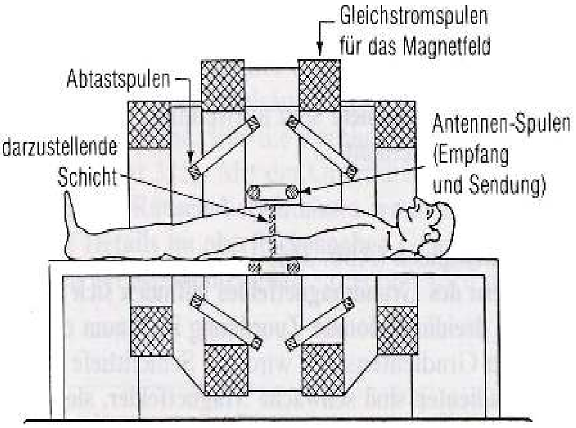


۱۳۱- شکل: داکسریز په مرسته سره دیوي ښځي په تیو کي دماما سرطان (Mamma carcinom) پیژندل شوي چي په ښي اړخ اکسریزعکس کي دیوه وېکتورپه څوکه ښودل شوئ دی. په کيڼ اړخ کي همدغه ناروغي د کمپیوتر توموګرافي (CT) په کړنلاره سره دبدن په یوه سا ره پري شوي سطحه کي (Cross section) هم ډیره جوته ښکاري.

دويم: مقناطيسي ريزونانس توموګرافي (Magnetic Resonance Imaging = MRI)

مقناطيسي ريزونانس توموګرافي يا (MRI) د پستو نسجونو (Soft tissues) ناروغيوخوپه تيره بيا د عصبي سيستم ناروغيوپه پيژندنه (Diagnostic) کي تر ټولو يوه وتلي طبي کړنلاره ده. په نوموړې فزيکي کړنلاره کي د اکسريز په ځای د راديو څپو (Radio waves) اوپياوړي مقناطيسي ساحو څخه کار اخيستل کيږي.

په لومړي پړاو کي ناروغ دنوموړې آلي يوه دايروي شکله سوري منځ ته ورننه ايستل کيږي چي هلته يوه زورروه مقناطيسي ساحه توليد شوي وي. په لومړي پړاو کي د يوه فريکونس جنراتورسرچيني څخه د راديو څپي خپريږي او دناروغ بدن په رڼا کيږي. په دويم پړاوکي دبدن مختلفو نسجونو څخه دراديوڅپي جذب کيږي. په دريم پړاو کي همدغه جذب شوي راديو څپي د هرډول نسجونو څخه بيرته بهرته په توپيرلرونکي انرژي خپريږي. څرنګه چي دتوپير لرونکو نسجونو انرژي شپکترم د يوه او بل سره يوشان نه دی، نو ديوه کمپيوتر په مرسته سره کولای شو، چي د يوی ځانګړی نسج اود هغي څخه په ځانګړي ډول خپرې شوو ورانګوتر منځ اړيکي ديوه عکس په بڼه تر لاسه کړو. ۱۳۲ شکل کي د نوموړې آلي جوړښت ښودل شوئ دی چي په تخنيکي ډول د يوه ستاتيک مقناطيس (Magnet) ، د راديو څپي يوجنراتور، يولړبريښنايز ګوټکونو (Electrical Coils) او يو پياوړي کمپيوترڅخه جوړه شويده .

دماګنېټيک ريزونانس الي منځنی تخنيکي بڼه ښودل شوې ده چې د ناروغ په چاپېره کې ديولړ برېښنايز ګوټکونو په مر سته پيدا شوې مقناطيسي ساحه راښيي	دماګنېټيک ريزونانس آلې ظاهري بڼه ښودل شوې ده چې يوناروغ د يوه دايروي شکله مقناطيس په منځ کې د عکس اخيستلو په موخه پروت دی.
	

۱۳۲- شکل: دماګنېټيک ريزونانس آلې تخنيکي جوړښت ديو لړ برېښنايزګوټکونوڅخه جوړدی چې ناروغ ته دراديوڅپې استوي (Transmitter) او همدارنګه هغه الکترومقناطيسي وړانګې چې دناروغ دعکس اخيستلوبرخې څخه بېرته خپرېږي اندازه کوي(Receiver).(51)

دنومورې آلې ګټوراستعمال د کمپيوتر توموګرافي په پرتله دادې چې:

۱- د نومورې تخنيکي آلې په مرسته سره دبدن اناتومي جوړښت د يوه مقناطيسي عکس په څير په ساره او هم په اوږدو دهرې خوا او هرې زاويې څخه د يو ملي متره پنډ والي (1mm thin) په کچه هم اخيستل کيدلای شي .

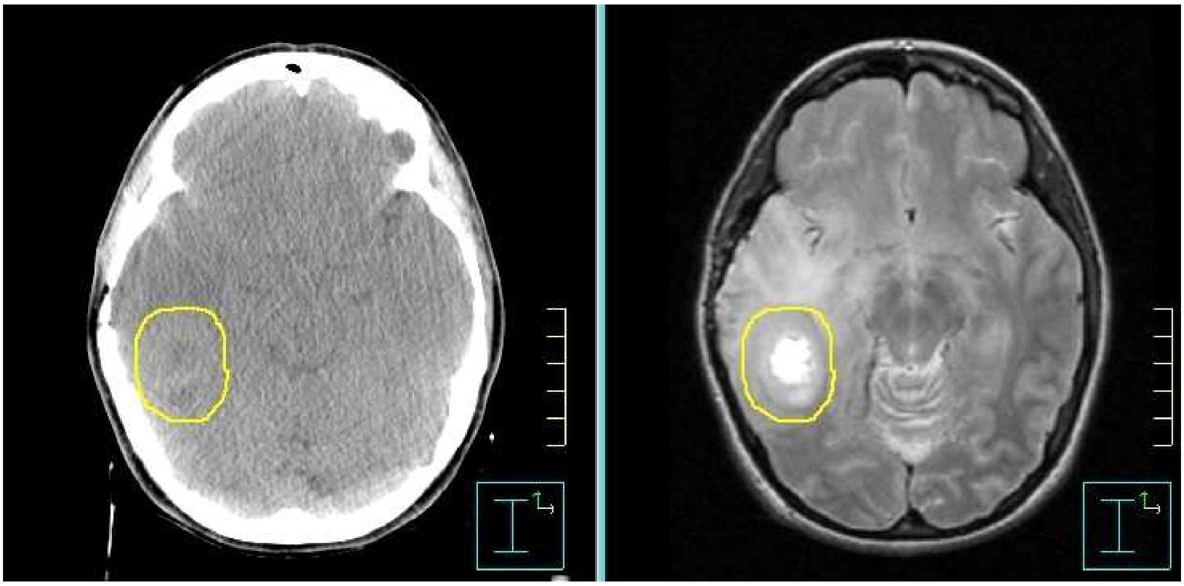
۲- څرنګه چې په نومورې آله کې دراديو څپو څخه کاراخيستل کيږي نو له دې کبله بدن ته هيڅ ډول زيان نه رسوي. په داسې حال کې چې په کمپيوتر توموګراف کې د اکسريزڅخه کار اخيستل کيږي اود روغتيا په تړاوډير د اندېښنې وړ دی.

۳- دبدن ځانګړو نسجونوهر اړخيز پاتولوژي، مورفولوژي او ميتابالېزم بدلون په پيژندلوکې لکه دسرطان نسجونوديرکې ويشنه اويا د بدن په التهاب اخته برخو په پيژندلوکې ترتولوحساسه ځانګړې کړنلاره تشکيلوي.

خو دنومورې تګلارې(Method) او د کمپيوتر توموګرافي CT تګلارې ترمنځ توپير دادې چې د ماګنېټيک ريزونانس توموګرافي په کړنلاره سره يوازې دبدن هغو برخو عکس اخيستل د ناروغيو د سم او دقيق (Precise) پيژندنې په اړوند خورا ډير ګټورګڼل کيږي چې د پستونسجونو (Soft tissues) څخه جوړې وي او يا په بل عبارت هغه نسجونه چې ډيره برخه يې د اوبومرکب په ځان کې ولري. د بېلګه په ډول لکه دسر ما غزه، د بدن شله غوښه او د بدن نورې بې هډوکوبرخې. په داسې حال کې

چې د کمپيوتر توموګرافي په کړنلاره سره کولاې شو چې د بدن په هډوکو او هم په پستو نسجونو کې د ناروغيو پيژندل سرته رسيږي. څرنګه چې دفزيک نوموړې دواړه کړنلارې خورا حساسې (Sensitive) او د باوروړ کړنلارې پيژندل شوېدي ، نودرمل پوهان ديوې ښکمنې ناروغۍ د رښتنونې اود پوره باورګټلوپه موخه ددواړو تګلاروڅخه په ګډه سره هم کار اخلي، چې د فوزيون (Fusion) په نامه سره ياديږي .

په ۱۳۳ شکل کې د سرطان ناروغۍ دپيژند نې په موخه د کمپيوتر توموګرافي CT او هم ماګنېټيک ريزونانس توموګرافي MRI دواړو تګلارې عکسونه اخيستل شوي او بيا وروسته ديوه او بل سره ويلې (Fusion) شوي دي

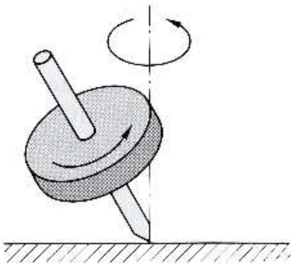


۱۳۳- شکل: شي اړخ ته د سر ماغزو ماګنېټيک ريزونانس توموګرافي MRI او چپ اړخ ته د کمپيوتر توموګرافي CT په ساره سطحه پرې شوي (cross section) عکسونه ښودل شوي دي. د سرطان ناروغي په نوموړي عکس کې دسر شي خواته پيژندل شوې او ديوې دايرې (circle) په بڼه پر ليکه شوې ده. که اوس دواړه عکسونه ديوه بل سره پرتله کړو،نوښکاره ده چې په مګنېټيک ريزونانس توموګرافي په کړنلاره کې د سرطان ناروغي پوره پيژندل کيږي، خو د کمپيوتر توموګرافي په کړنلاره کې پوره نه شي پيژندل کيدای.

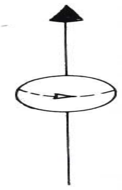
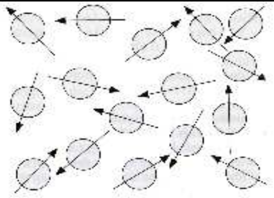
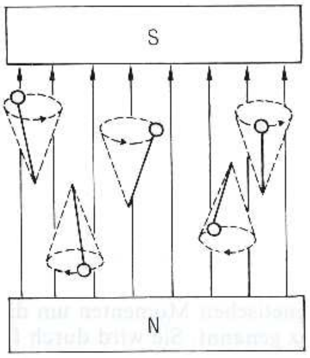
دمقناطيسي ريزونانس توموګرافي فزيکي بنسټ

دمقناطيسي ريزونانس توموګرافي فزيکي بنسټ په دې ولاړدی چې که ديوې مادې داتومونو په هستوکې دپروتونو او يا نيوترونو شمير يو تاک عدد(شميره) وي، نو په طبيعي ډول دخپل محورپه شاوخوا يو څرخيدونکی حرکت تر سره کوي، چې د هستې سپين (Nuclear spin) په نامه سره ياديږي. داتوم هسته دپروتون اونيوترون څخه جوړه ده چې نوموړو ذرو ته نوکليون هم ويل کيږي. دنوکليونو نوموړې حرکت چې دلته به د هستې سپين (Nuclear spin) په ځاې **دهستې څرخيدل** نوم

ورکړو په ورځني ژوند کې د کوچنیانو دلوبي کولویوي آلي سره ورته بېلګه کیداې شي، چې د سیلی یا لاټو Top په نوم سره یادیږي. دلوبي کولو یوه داسي لاټو چې د ځمکي جاذبي قوې تراغیزې لاندې یو څرخیدونکی حرکت تر سره کوي په ۱۳٤ شکل کې ښودل شوې ده.



۱۳٤- شکل: دځمکي پر مخ یوه سیلی یا لاټو (Top) دیوي خوا په خپل محور تاویږي (Spin) او دبلي خوا دځمکي د جاذبي قوې په اساس د عمودي محور په شاوخوا یو څرخیدونکی حر کت یاني پریځیسیون موشن (precession motion) هم تر سره کوي(75).

الف شکل: دهستي دوه قطبه مقناطیسي (Magnetic dipole) په خپل محور باندې را څرخي چې دهستي سپین (Spin) په نوم یادیږي	
ب شکل: کله چې د باندې خواځخه کومه مقناطیسي ساحه په یوه ماده اغیزه وه نه کړي، نو داتوم هستي دوه قطبه مقناطیسونه هرې خواته د یو احسایوي ویشتوب له مخې خواره واره پراته وي	
ج شکل: خو کله چې د باندې خواځخه یوه مقناطیسي ساحه په یوه ماده اغیزه وکړي، نو داتوم هستي دوه قطبه مقناطیسونه د باندنی مقناطیسي ساحي د لیکو په اوږدوکي موازي (Parallel) شکل غوره کوي. نوموړي هستي دیوي خوا په خپل محور راڅرخي او دبلي خوا د مقناطیسي ساحي په چاپیره هم یو ګرزیدونکی حرکت تر سره کوي. (شمال= N او جنوب = S)	

په ۱۳۵ **ـ الف شکل:** په پورتني شکل کې د یو نوکلیون څرخیدونکی حرکت ښودل شوې دی. د اتوم په هسته کې نیوترونه اوپروتونه د انرژي په ټاکلو مدارونوکي پراته دي او په خپل محورڅرخیږي. ټول هغه اتومونه چې د هغوې په هستوکې د پروتونو اونیوترونو شمیر یو جوت عدد وي (Even number) د هستي څرخیدل (سپین) یې صفرقیمت لري. دا ځکه چې د یونوکلیون څرخیدلوویکټور سمت پورته

خواته او دبل نوکليون ځرخيدلوويکټور سمت ښکته خواته دی ياني د يو بل سره مخالف سمت لري، نو له دي کبله دهغوی د ځرخيدلو(سپين) ويکټورمجموعه خنثي کيږي اود ويکټورمطلقه قيمت يي د صفر سره مساوي کيږي. خوټول هغه اتومونه چي په هستو کي د پروتونو اونيوترونو شمير يو تاک عدد وي نو د خپل ځان لپاره يوځانګړی فزيکي کميت لری چي د هستي سپين (Nuclear spin) ورته ويل کيږي. نومړۍ مطلب په لنډ ډول داسي ليکو:

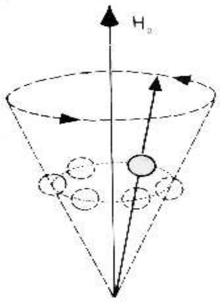
- يوازي هغه اتومونه چي په هسته کي د نوکليونو تاک شمير (Odd number) ولري د هستي ځرخيدني (Nuclear spin) خاوندان دي اوقيمت يي د صفر سره برابر نه دی. هغه اتومونه چي نومړي خواص ولري او په بدن کي په زياته کچه شتون لري عبارت دي له: هايدروجن، نايتروجن، سوډيم او فوسفور. خو په نومړو ټولو اتومونو کي ډيرکی برخه هايدروجن تشکيلوي. نو له دي کبله د هستي ځرخيدلو په ګرنلاره کي د عکس اخيستلوپه موخه يوازي د هايدروجن اتوم پروتون ونډه لري.
- په عادی حالت کي، يا ني بي له مقناطيسي ساحي څخه، د بدن د نومړوهستونوکليونونه د خپل محورپه شاوخوا، او د فضا په يوه نا ټاکلي سمت کي په غسر منظم ډول ځرخيږي. د بېلګه په ډول په **۱۳۵- ب شکل** کي يوه ماده ښودل شوي ده، چي د هستي ځرخيدلو ويکټوررونو څوکي يي د يوه احسايوي ويشتوب له مخي هرې خواته خوارې واری دي او دهستي ځرخيدني وکټوررونو (Vectors) سمتونه موازي شکل نه لري
- کله چي يو پروتون اويانيوترون په خپل محور ځرخيږي، نو په پايله کي يو مقناطيسي دوه قطبه مومنټ چي د ميو µ په توري سره يي ښيو، ورسره پخپله منځ ته راځي . دا په دي مانا چي داتوم هستي لکه کوچني مقناطيسونه دي، چي په خپل محور ځرخيږی. د بلي خوا هريو اتوم خپل ځانته يو ټاکلي فريکونسي لري، دا ځکه چي د هغوی مقناطيسي مومنټ د يوه بل څخه توپير لري. نومړی مقناطيسي مومنټ په خپل وار سره يوه مقناطيسي ساحه (B_{nuc}) توليدوي. د بېلګه په ډول د اوبويو (H_2O) ماليکول دهايدروجن اتوم پروتون په طبيعي ډول سره يو مقناطيسي مومېنټ (Magnetic moment) لري، چي که په يوه مقناطيسي ساحه B کي کيښودل شي، نودپوټنسيلي انرژي (E_{pot}) خاوند کيږي. د هايدروجن هستي نومړې انرژي د هغه د مقناطيسي مومېنټ ميو µ او د باندنی مقناطيسي ساحي B د شدت سره سم سيخ متناسب ده ياني (E_{Pot} =µ B) . که څه هم د هايدروجن اتوم هسته يوه کمزورې مقناطيس لري، خو په عادي حالت کي دانسان بدن پخپله، که څه هم ډيره برخه يي د هايدروجن اتوم څخه جوړه ده، په مجموع کي مقناطيسي خاصيت نه ښيي. دا ځکه چي په بدن کي د هايدروجن اتوم هستي په مليارډونو مقناطيسي دوه قطبونه (Magnetic Dipols) يا مقناطيسي ډيپول په نا منظم توګه سره خواره واره پراته دي او محصله مقناطيسي ډيپول مومنټ يي صفر دی.
- خو کله چي د بدن نومړي مقناطيسي ډيپولونه په يوه بهرنی ستاتيک مقناطيسي ساحه (B) کي کيښودل شي، نو دنومړې ساحي او د هستي مقناطيسي ساحي (B_{nuc}) تر منځ غبرګون منځ ته راځي اوپه پايله کي دهايدروجن اتوم هستي مقناطيسي سمت سم سيخ کيږي (۱۳۵ ج شکل).

دبدن اتومونو هغه هستي چې دڅرخېدني ياني (Spins) قيمت يې دصفر سره مساوي نه وي، نود هغوي مقناطيسي دوه قطبونه د باندنی مقناطيسي ساحې د ليکو په اوږدوکي موازي (Parallel) شکل غوره کوي اود څرخيدلو سمت يې، د باندني مقناطيس شمال څخه جنوب خواته سميږي. په داسي حال کي چې د هايدروجن اتوم ځيني نوري هستي هم شته دي، چې دهغوی مقناطيسي دوه قطبونه د باندنی مقناطيسي ساحې په اوږدوکي ضد موازی (Antiparallel) شکل ځانته غوره کوي. دا په دې ما نا چې د نوموړو هستود څرخيدلوسمت د باندنی مقناطيسي ساحې د جنوب څخه شمال خوا ته سميږي. په **۱۳۵ج شکل** کې د هستو مقناطيسي دوه قطبونو موازي او ضد موازي څرخيدني ښودل شوئ دی.

د بېلګه په ډول که چيرته د تودوخي درجه 37°C اود باندنی مقناطيسي ساحې شدت يو تيسلا (1Tesla) ومنو، نود هايدروجن اتوم هستو موازي څرخيدني د ضد موازي څرخيدني په پرتله لږ څه اووه برخي په مليون تشکيلوي (7 ppm). دا په دې مانا چې د بدن يوې برخي د يومليون اتومونو څخه يوازي اوه اتومونو شته دې، چې دهغوې مقناطيسي دوه قطبونه موازی شکل لري اود هغوې د پوتنسيلي انرژي زيګنال د اندازه کولو وړدی. د يو مليون اتومونو څخه ټول هغه هستي چې د هغوی دهستي څرخيدلووکتوررونه، په يوه سمت کې پراته وي، سره جمع کيږي، اوټول هغه وکتوررونه چې د يو بل سره مخالف سمت ولري، مجموعه يې خنثی کيږي. په پايله کې يوازې اوه هستي پاتي کيږي، چې د هغوې په مرسته سره د ماګنېتيک ريزونانس کږنلاره سر ته رسيږي. ددغواووه هستودڅرخيدني مجموعي مقناطيسي زيګنالونوڅخه د عکس اخيستلو په موخه کار اخيستل کيږی. دنوموړو اووهستو مقناطيسي انرژي اندازه کول په تخنيکي لحاظ ډير سخت تماميږي، اوددې اړ تيا ليدل کيږی چې په زرګونو ځله زورورہ شي. دبلي خوا په نسجونو کې داتوم هستي په ځانګړي توګه نه بلکه په يوه کيمياوي مرکب کې خوندي پټي شوې وي. د بېلګه په ډول يو ملي متر مکعب او به ($1mm^3$ H_2o) لږ څه اووه ضرب د لس په طاقت د نونس ($6{,}7\times10^{19}$ protons/mm^3) پرو تو نونه لري.

د لارمور فريکونسي (Larrmor frequency = ω_L)

که چيرته دبدن په يوه برخه کې چې هلته پوره هايدروجن موجودوي، دباندې خوا څخه دوخت په تړاو يوه ثابته او ډيره زوروره مقناطيسي ساحه B، چې قيمت يې د بېلګه په ډول د ځمکې د مقناطيسي ساحې په پرتله يو زرځله لوړوي، په کارواچول شي نو د همغې برخي پروټونو(H^+) مقناطيسي مومنټ يو ټاکلي موازي سمت ځانته غوره کوي (Alignment). په دې ترڅ کې د هايدروجن اتوم هسته په يوه وخت کې دوه ډوله حرکتونه تر سره کوي. لومړي داچې په خپل محوربانډی څرخيږي (Spin) دوهم دا چې دهايدروجن اتوم هريو پروتون (H^+) د باندنی مقناطيسي ساحې د ليکو په شاوخوا په يوه ټاکلي فريکوينسي (frequency) سره يو څرخيدونکی حرکت پيل کوي . نوموړئ څرخېدونکی حرکت د يوې سيلی سره ورته دی او له دې کبله ورته د پرېسيزيون موشن (precession motion) ياني د سيلی حرکت او په يوه ثانيه کې د څرخيدلو شميرته د څيرونکو هستود پرېسيزيون فريکوېنسي (precession frequency) په نامه سره ياديږي.



۱۳٦- د شکل: ديوي هستي دوه قطبه مقناطيس په خپل محور را څرخي (Spin) او هم ورسره جوت د باندنی مقناطيسي ساحي H په چاپيره يو ګرزيدونکی پرې سيسيون (precession motion) حرکت تر سره کوي (51)

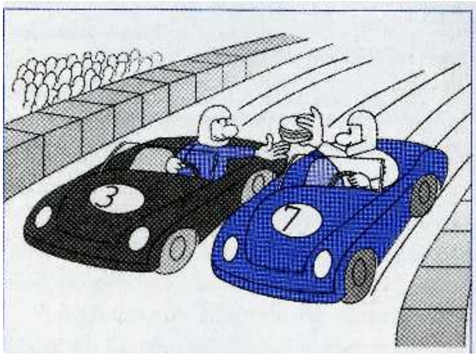
داتوم هستود پرېسيزيون فريکوېنسي (precession frequency) چې د بهرنی مقناطيسي (B) ساحي ليکو په شاوخوا يي سرته رسوي، يو بل نوم هم ورکړشوئ دی او د لارمور فريکوينسي (Larrmor frequency = ω_L) په نامه سره يادېږی. نوموړئ فريکوينسي په همغه کچه نورهم زيا تيرېږي، څومره چې د بهرنی مقناطيسي (B) ساحي شدت زياتيږي. دا په دې مانا چې د لارمور فريکونسي د بهرني مقناطيس (B) د شدت سره سم سيخ متناسب دی اود يو بل سره لاندنی اړيکي لري.

$\omega_L = \gamma \times B$	
دبهرنی مقناطيسي ساحی B په شاوخوا د هستو پرېسيزيون فريکوېنسي	ω_L =
د بهر نی مقناطيسي ساحي قوه	B =
د هر يواتوم هستي لپاره يوه ځانګړې ثابته ده	γ =
د بېلګه په ډول د پروتون لپاره چې بهرنی مقناطيسي ساحه يی يو تيسلا (T) قيمت ولري لږ څه دوه څلويښت ميګا هرڅ ده (42,6 MHz/T). دا په دې مانا چې يو پروتون په يوه ثانيه کي لږڅه دوه څلويښت مليونه ځله د بهرنی مقناطيسي ساحي په شاوخوا راڅرخيري.	

دهستي ريزونانس (Nuclear Resonance)

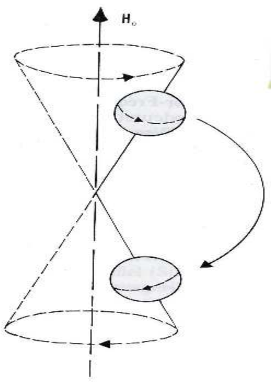
کله چې يوناروغ د MRI آلي منځ ته ور ننه ايستل شي نود شاوخوا ثابتي مقناطيسي ساحي په مرسته سره دهايدروجن هستي پروتون (H^+) مقناطيسي دوه قطبه مومنټ سم سيخ کيږي، اود لارمورپه فريکونسي سره (42 MHz) د مقناطيسي ساحي په چاپيره راڅرخيږي. که چيرته اوس ديوه بريښنايزګوټک په مرسته سره، چې د فريکونس جنراتورسرچيني سره ترلي ده، الکترومقناطيسي څپې د ناروغ بدن ته وليږل شي، چې کټ مټ همغه فريکونسي ولري، لکه دهايدروجن هستي د پروتون مقناطيسي دوه قطبه مومنټ ياني دوه څلويښت ميګا حرڅ فريکونسي قيمت ولري، نو د انرژي راکړه ورکړه کيدلای شي. نوکله چې د لوړ فريکونسي جنراتوراوپه بدن کي ديروتونوڅرخيدونکی فريکونس سره يو شان شي، نو د ريزونانس (Resonance) حالت منځ ته راځي.

په ۱۳۷ شکل کې د ریزونانس فزیکي پیښه ددو موټرود سرعت سره پر تله شوې ده. د بېلګه په ډول د انرژي راکړه ورکړه د دوو موټرچلوونکو تر منځ هغه وخت تر سره کیدای شي چې ددواړو موټرونوسرعت سره یو شان وي.



۱۳۷- شکل: ددواړوموټرچلوونکو ترمنځ د انرژي (Energy exchange) او یا دیوه شي راکړه ورکړه په هغه صورت کې تر سره کیدای شي چې دهغوی دموټرو سرعت سره یوشان وي(9).

په دې ترڅ کې د هایدروجن اتوم سم سیخ شوي هستوي مقناطیسونه، د نوموړې لوړفریکونسي سرچینې څخه انرژي تر لاسه کوي اوله دې کبله دموازي سمت څخه لکه دصفردرجې زاویې (0°) څخه ، د ضد موازي سمت خوا ته لکه یو سلواتیا درجې زاویې (180°) ته را اوړي، یانې سرچپه کیږي. نوموړې فزیکي کړنلاره په ۱۳۸ شکل کې ښودل شوې ده.



۱۳۸ - شکل: کله چې د اتوم هستې دوه قطبه مقناطیس ته د باندې خوا څخه انرژي ورکړه شي نو خپل اوسنۍ موازي (Parallel) څرخیدونکی پرې سیسیون حرکت (0°) سمت بدلوي، او سر په پښو خواته (180°) یانې موازي ضد (Anti parallel) څرخېدونکی حرکت غوره کوي(51)

کله چې درادیو څپې د ناروغ په بدن ولګیږي نو دهایدروجن اتوم پروتونه د ټیټې انرژۍ مدار څخه د انرژي یوه لوړ مدار ته پورته کوي. دا ځکه چې دنوموړو وړانګو شپکترم څخه یو داسې فوټون ځان ته

را جذب کوي چې مساعده انرژي ولري. په دې تر ځ کې دهایدروجن اتوم هسته تر هغه وخته پورې د تحریک په حالت کې پاتې کیږی تر څو چې د باندنی سرچینې څخه د رادیو څپې زیګنالونه ورته رسیږي. څرنګه چې داتوم په هسته کې لکه داتوم د پوښ (Atom shell) په شان هم دانرژي مداورنه شته دي، نودغه کړنلاره داتوم د مدارونو سره ورته ده یا نې کله چې یو الکترون د بېلګه په ډول لکه د K مدار الکترون یو فوتون جذب کړي نو د L پا سني مدار ته پورته خيږي. خو کله چې بیرته خپل پخواني مدار ته روالویږي، نود نوموړو مدارونو د انرژي توپیرد الکترومقناطيسي وړانګې په شکل خپروي. دهایدروجن اتوم په هسته کې هم نوموړې کړنلاره تر سره کیږي.

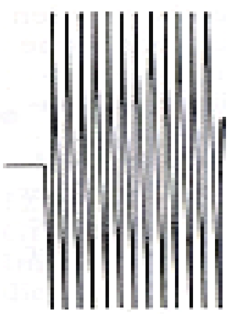
څرنګه چې اوس د هایدروجن اتوم هسته په یوه هیجاني حالت کې قرار لري (پریوځي) نو ډیر زیار وباسي چې دغه جذب شوې انرژي بیرته دځان څخه لیرې کړي. نوموړې پیښه هغه وخت پیل کیږي چې دالکترومقنا طیسي څپوباندنی سرچینه ورڅخه بیرته لیرې شي، نود هایدروجن هستو مقناطیسي مومنت بیرته خپل پخواني سمت خواته را ګرځي، او په دې ترڅ کې درادیوڅپو په ساحه کې الکترومقناطيسي وړانګې د ناروغ د بدن څخه خپرېږي. نوموړې وړانګې د یوه بریښنایز ګوټک (Electrical Coil) په مر سته سره اندازه کیږي چې په ۱۳۹ شکل کې ښودل شوئ دی. په اخیر کې دهایدروجن هستې همغه اضافګې انرژي د الکترو مقناطیسي څپو په څیر د لاسه ورکوي کوم چې لوړفریکونس جنراتور څخه یې تر مخه جذب کړې وه. نوموړې کړنلارى ته په فزیک کې ماګنېټیک ریزونانس شپیکټروسکوپي (Spectroscopy) هم ویل کیږي، داځکه چې دنوموړووړانګوپه مرسته سره دهمغه ځای نسجونو دهایدروجن هستوکثافت ویشتوب اوشاوخوا کیمیاوي مرکباتوجوړښت په هکله مالومات تر لاسه کیږي. همدا سبب(لامل) دی چې دهایدروجن هستې کثافت د ویشتوب سره سم، د بدن هرډول نسجونوترمنځ توپیر لرونکي شپیکټروسکوپي عکسونه لاس ته راځي. د بېلګه په ډول که دباندنی مقناطيسي ساحې شدت یو تیسلا (Tesla) وټاکل شي نو د هایدروجن اتوم هستې څخه خپرې شوې وړانګې چې ددیکتورونو په مر سته اندازه کیږی لړ څه ځلوېښت مېګا هرڅ(40 MHz) قیمت لري.

دلوړ فریکونسي جنراتورسرکټ (High-frequncy generator circuit)

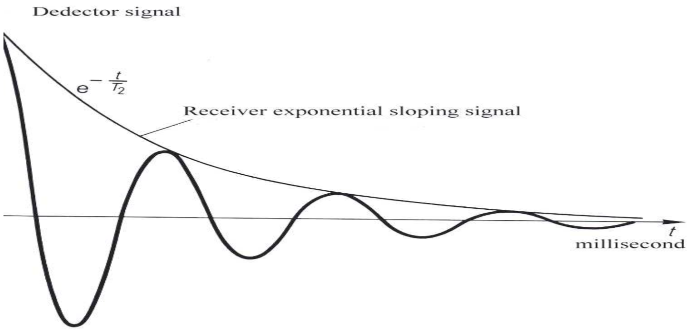
دالکترومقناطیسي وړانګوسرچینه یو لوړفریکونسي جنراتوراو یوبریښنایزګوټک تشکیلوي چې ټول د یوه بریښنایزسرکټ په شکل سره تړلي دي. په نوموړي سرکټ کې دبریښنایز ګوټک د الکترومقناطیسي وړانګو لیږونکي یاني ټرانمیټر(Transmitter) په ډول کارکوي، چې دجنراتور لوړفریکونسي زیګنالونه (Signals) د بدن هغو برخو ته استوي چې هلته د ناروغیو دپیژندلوپه موخه ټاکل شوي وي. دغه بریښنایز ګوټک درادیوستیشن (Radio station) سره ورته دي چې د یوې خوا د رادیو څپې استوي او دبلې خوا یې بیرته رانیسي (Receive) . دهمدغه بریښنایزګوټک په مر سته سره هغه زیګنالونه اندازه کیږي چې د بدن څخه راوزي. دنوموړي زیګنال څپې د ترانسمیټر څپې سره یو شان، خو امپلیتود (Amplitude) یې ډیرکوچنئ وي او په دې پورې اړه لري چې په څومره شمیر پروتونه په نوموړې کړنلاره کې برخه اخلي او په هیجان راغلي دي (Excitation) . په نوموړي سرکټ کې بریښنایز ګوټک د یو دیډکتور(Detector) دنده په غاړه اخلي چې په لومړې ځل د زیګنال ټرانسمیټر(Transmitter) اوبیا په دوهم ځل د زیګنال رانیوونکي (Receiver) په صفت کار ورکوي. په ۱۳۹شکل کې د ترانسمیټر زیګنال او رانیو ونکی زیګنال شودل شوئ دی.

د بريښنايز ګوټک په مرسته سره دراديوڅپې د ناروغ بدن ته ليږل کيږي چې لاندنی بڼه لري

(زيګنال ترانسميټر Transmiter)



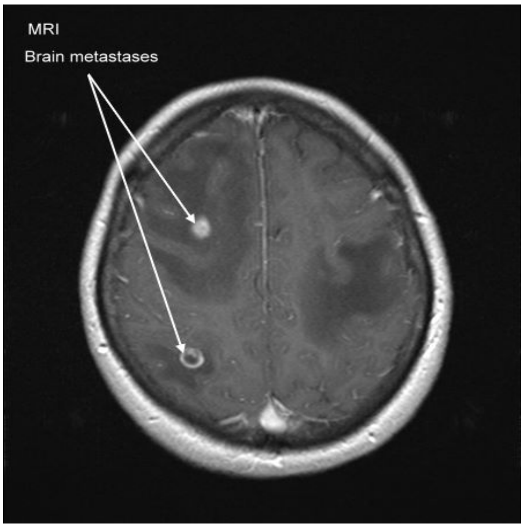
هغه الکترومقناطيسي وړانګې چې د ناروغ بدن څخه د پروتونود تحريک په پايله کې بيرته خپريږي د يوه ديدکتور (بريښنايزګوټک) په مرسته سره اندازه کيږي. نوموړي زيګنال د وخت په اړوند د يوې اکسپونيښيال تابع په بڼه کمښت مومي



۱۳۹- شکل: دمګنيټيک ريزونانس په کړنلاره کې ديوه جنراتورڅخه دراديو څپې يو زيګنال دناروغ بدن ته استول کيږي او بيا انعکاس شوئ زيګنال اندازه کيږي. دراديو څپې دواړه ليږونکی (Transmitter) اوبيرته رانيوونکی (Receiver) زيګنال د يوه بريښنايز ګوټک په مر سته سره اندازه کيږي.(51)

دا څرګنده ده چې رانيوونکی زيګنال د ليږونکي زيګنال په پرتله ډيرکوچنئ وي او له دې کبله بايد په زرګونو واره زورور شي تر څود اندا زه کولووړوګرزي.

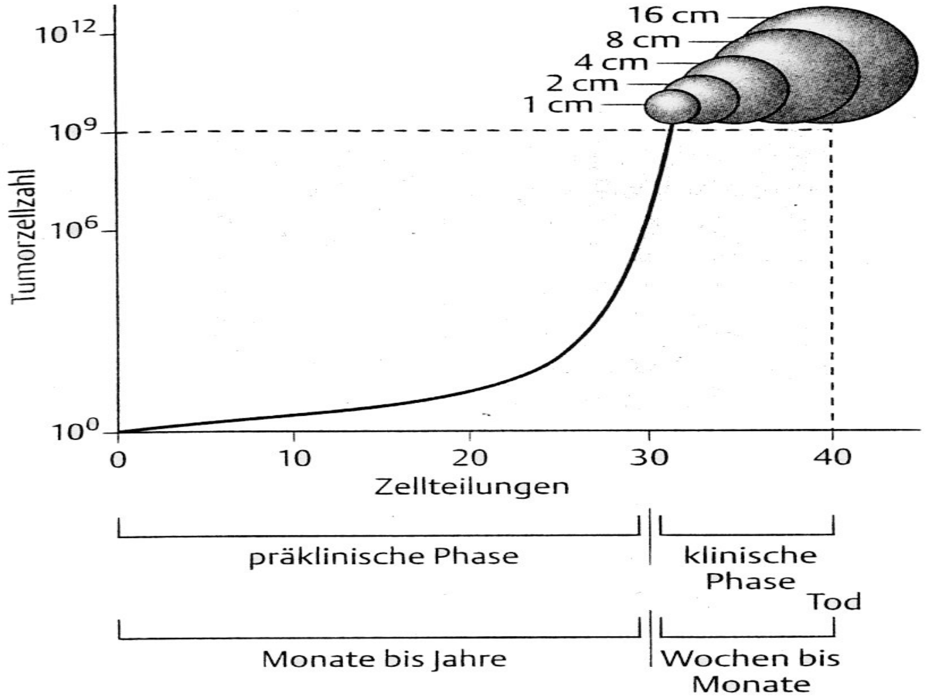
په ۱٤۰ شکل کې د يوې مقناطيسي ريزونانس توموګرافي آلې يوه بڼه شودل شوې ده.



۱٤۰- شکل دماګنيټيک ريزونانس (MRI) په مر سته سره د ناروغ په ماغزو کې د سرطان ناروغی ميتا ستاز (Metastase) پيژندل شوې ده.

دسرطان ناروغی د پیژندلو لومړني پړاونه

سرطان یوه داسي ناروغي ده چي په پیل کي دبدن په یوه روغه او عادي حجره(ژونکه) کي د نا څرګنده علتونو په بنسټ د موتیشن (Muation) بدلون منځ ته راځي او په پایله کي بیا دغه حجره(ژونکه) په خپل سر او دکنترول نه وتلي ویېنل کیږي. په لومړي پړاو کي د روغي او ناروغي حجرې تر منځ توپیر پیژندل ډیر سخت تماميږی. خو د سرطان یوه داسي د کنترول څخه وتلي ځانګړې حجره(ژونکه) د وخت په تیریدلو سره ګڼ شمیر نورې نوې حجرې پیداکوي، چي دبدن همغه برخه پرسیږي. دغه ډول پړسوب د تومور (tumour) او یا کانسر (cancer) په نامه سره یا دیږي. کله چي د کانسر حجروشمیر دیوه ټاکلي کچي او یا حجم څخه واوړي، نو بیا وروسته دنوموړو طبي آلو لکه کمپیوټر توموګرافي، اکسریزاو ماګنیټیک ریزونانس توموګرافي په مرسته سره پیژندل کیدلای شي. په ۱٤۱ شکل کي د دسرطان حجرو شمیر د نوموړو حجرودوېشتوب شمیر په تابع سره ښودل شوئ دی. په کلینیکي تړاو د سرطان ناروغي دعکس اخیستونکو طبي الوپه مر سته سره یوازې هغه وخت پیژندل کیدای شي چي غټوالی یي لږ څه یو سانتي متر قطرته ورسیږي.



۱٤۱- شکل: په عمودي محور کي، دسرطان ناروغی دحجروډیرښت شمیر، او په افقي محور کي دنوموړې ناروغی کلینیکي نښاني، دوخت په تیریدلو او د حجرودویشتوب (Mitose) شمیر ښوول شوي دی. دبیلګي په ډول دحجرو تر لږڅه دیرش ځله ویشتوب پورې یومخکنی کلینیکي پړاو ترسره کیږي، چي میاشتي اوکالونه وخت نیسي. دنوموړي وخت څخه وروسته یاني دحجروددیرشوځلو ویشتوب څخه وروسته کلینیکي پړاوپیل کیږي او یوه ناروغی دغټوالي اونوروکلینیکي کړنلاروپه مرسته پیژندل کیدای شي(9) .

دبلګه په ډول که ومنو چې دوخت په اړوند د سرطان نسجونو غټوالی د یوه اکسپونینسیال تابع (Exponential) په بڼه سترېږي، نومیاشتې او کالونه تیرېږي تر څو قطر یې لږ څه یو سانتي مترقیمت ځانته غوره کړي. په دې ترځ کې د پیدا شوو حجرو شمیر، لږ څه لس ملیونوته (10 Millions) رسیږي. ددې لپاره چې د سرطان نسجونه دیو سانتي متر په کچه غټ شي، نوورته ضرور ده چې د میتوز په هره یوه ویشنه کې خپل حجم لږ څه دیرش ځله دبل (Redoubling) کړي. کله چې د سرطان ناروغی غټوالی یوه ګرام ته ورسیږي نودحجرو شمیر یې لږ څه یو ملیارد اټکل کیږي. دسرطان ځینې ناروغی شته دې چې تر ځود لیدلو وړ پړاو ته رسیږي، نو دیروخت لکه میاشتې او کالونه ورته په کاردي او دهغې نه ترمخه یې پیژندل ډیر سخت تماميږي (8)

د سرطان نسجونو هیستولوژي(Histology) اومورفولوژي (Morphology) بڼه

هیستو لوژي یوه یوناني کلمه ده، چې مانا یې په ډیره نری (Thin slices) کچه د نسجونو پرې کول دي. مورفولوژي دسانسکریت (Sanskrit) ژبې یوه کلمه ده چې دنسجونومینځنی جوړښت اواناتومي بڼه تر څیرنې لاندې نیسي .دبدن هغه غړې او یا نسجونه چې د سرطان ناروغی شک ور باندې کیږي او پرسیدلي بڼه ولري، لکه بښه ډوله پرسوب (Benign tumor) اوناوړه پرسوب (Malign tumor) ،نو په لومړي ګام کې د هیستولوژي تګلارې په مرسته تر پلټنې لاندې نیول کیږي.

دسرطان ناروغی دپیژندنې او تشخیص په موخه دبدن هغه برخې څخه چې د سرطان او یا نورناروغیو شک ور باندې کیږي، دعملیاتوپه کړنلاره سره یوه برخه نسجونه پرې کیږي. نوموړې کړنلارې ته بیوپسي (Biopsy) ویل کیږي . د غه نسجونه دپاتولوژي ډاکتر (Pathologist) له خوا په یوه هیستولوژي لابراتوارکې دځانګړو تګلارو(Methods) په مرسته سره لکه دنسجونو اوبنتون عملیه (Tissue processing) ، ټینګول - فیکسیشن (Fixation) ، ننه ایستل - امبیډینګ (Embedding) ، ټوټه کول (Sectioning) ، کنګل کول (Frozen section) ، رنګول- سټینینګ (Staining) اوپه پایله کې د یوه مایکروسکوپ (Microscope) لاندې ترپلټنې لاندې نیول کیږي.

دنسجونو ټینګه ساتنه (Fixation)

دنوموړې کړنلارې موخه داده چې نسجونه دیوې خوا دتل لپاره په خپل لومړني بیوکیمیاوي حالت کې خوندي وساتل شي اوپه میخانیکي ډول کلک پاتې شي اود بلې خوا په طبيعي چاپيريال کې ځانته دانزایمورانیوولوپه پایله کې دنسجونوپه خپل سر تجزې(Enzyme Autolysis) مخنیوی وشي. نوموړې پروسه باید چې دنسجونودعملیاتو څخه وروسته سمدلاسه ترسره شي، ترڅود باکتریاوو،وایرسونو او نوروناوړوکیمیاوي اغیزوله کبله، نسجونه خراب نه شي اود خوسا کیدو څخه خوندي پاتې شي. دنسجونود ټینګ ساتنې لپاره لاندنیوموادو څخه کاراخیستل کیږي. لکه فورم الديهيد (formaldehyde) ، میرکیوریک کلوراید(mercuric chloride) ، میتانول (Methanol) ،پوتاسیم پرمنګانات (Potassium permanganate) اونور.

د بیلکه په ډول دبیوپسي نسجونه میخانیکي او بیوکیمیاوي کلکوالي د ساتنې په موخه دلس په سلو کې فورمالین (Formalin) څخه کار اخیستل کیږي .

1: Organ dissection Kidney cancer   2: Tissues embedding in paraffin   3: Paraffinblock   4: Staining   5: Histological slices (View under microscope)

۱- د یوه غړي پرې شوې برخه   ۲- نسجونه په مایع شوي پارافینوکي ډوب کیږي   ۳- نسجونه په کنګل شوی پارافین بلاک کې   دنسجونورنګول   دهیستولوژي نموني یوه ټوټه تر مایکروسکوپ لاندې لیدل کیږي.

په پارافین کي دنسجونونه ایستل (Tissues embedding in paraffin)

ددې لپاره چې دنسجونومیخانیکي کلکوالۍ ډیر شي او بیا یې په اسانی سره پرې کړای شو، نو په تاودو اومایع شویو پارافینو کې لمبول (ډوب) کیږي. په نوموړي کړنلاره کې دالکولوپه مرسته سره،چې غلظت یې پرلپسې پیئځه اویا، پینځه نوي او سل په سل کي وي(75%;95%;100% Alcohols)، دنسجونوڅخه پرلپسي اوبه ایستل کیږي (Dehydration). په ورپسي پړاوکي، دیوې بلې کیمیاوي مادي، یاني کسولین (Xylene) په کارولو سره، الکول دنسجونودمنځ څخه بیرته ایستل کیږي. په پایله کې نسجونه پاک، شفاف اوروڼ (Clearing) شکل ځان ته غوره کوي. دکسولین کیمیاوي مواد دیټرولوڅخه تر لاسه کیږي.

دنسجونوپرې کول (Tissues sectioning)

ددې موخي لپاره چي دنسجونوڅخه ډیرې نرې ټوټې تر لاسه شي، نو په پارافینوکې ننه ایستل شوي نسجونه دلږ څه منفي اویا درجوسانتی ګراد (-70 °C) په شاوخوا کي ساړه ساتل کیږي. ورپسي دیوه تیره چاقوډوله آلې په مرسته سره، چې د مایکروټوم (Microtome) په نامه یادیږي، دپارافینوبلاکونه په کوچنیوبرخوپرې کیږي. دنسجونوهغه نرۍ پرې شوې ټوټې، چې دنارو غیود تشخیص په موخه دشیشه یې سلاید (Glas Slides) پر مخ دمایکروسکوپ لاندې لیدل کیږي، پنډوالی یې ددریومایکرون نه تر لسو مایکرون (3-10 microns) پورې داړتیا سره سم ټاکل کیږي.

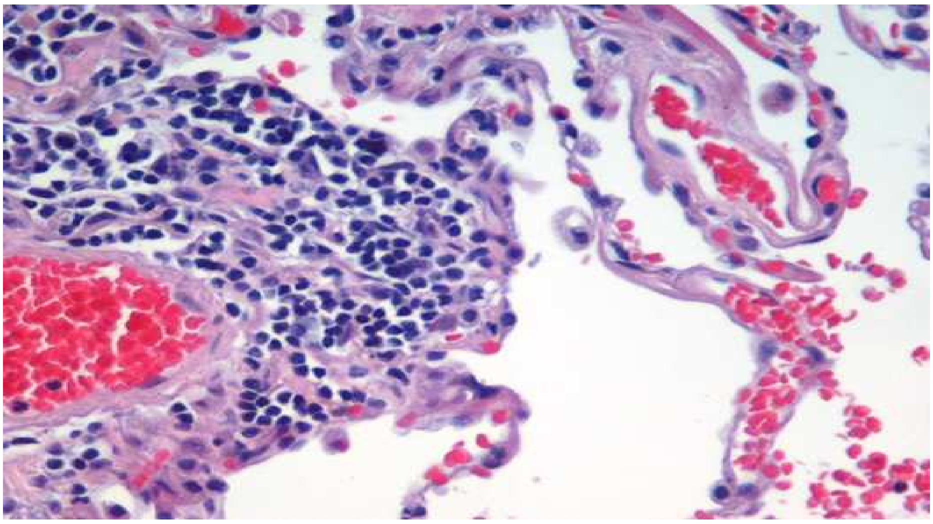
د نسجونورنګول (Staining)

ددې لپاره چې دیوې حجرې تولې برخې لکه دحجرې هسته، دحجرې سیتوپلازما (Cytoplasma) اونوریه توپیر سره وپیژندلای شو، نودنسجونورنګولوته اړتیا پیدا کیږي. دنوموړي موخي لپاره په لومړي پړاو کې دنسجونوپه مینځ کې کارول شوی پارافین موم (Paraffin wax) باید بیرته لیرې شي(Deparaffinization). دغه کړنلاره پرلپسي د کسولین، الکول اوبیا داوبوپه کارولوسره سرته رسیږي. په هیستولوژي کې د نسجونورنګولونامتومواد هیماتوکسیلین (Hematoxylin=H) اواې اوزین (Eosin = E) مواد تشکیلوي. دبیلګه په توګه هیماتوکسیلین دحجرې هستې (Nuclei) ته اسماني رنګ

اواې اوزين دحجرې سيتو پلازم (Cytoplasm) ته ګلابي اويا سور رنګ ورکوي. په پايله کې د يوه مايکروسکوپ په مرسته د نومړو حجرو مورفولوژي بدلون تر ځيرني لاندې نيول کيږي.

Haematoxylin and Eosin (H&E) stained lung tissues of emphysema patient

دايمفوزيما ناروغ دسږي نسجونوته دهيماتوکسيلين او اې اوزين موادوپه مرسته رنګ ورکړشوی دی

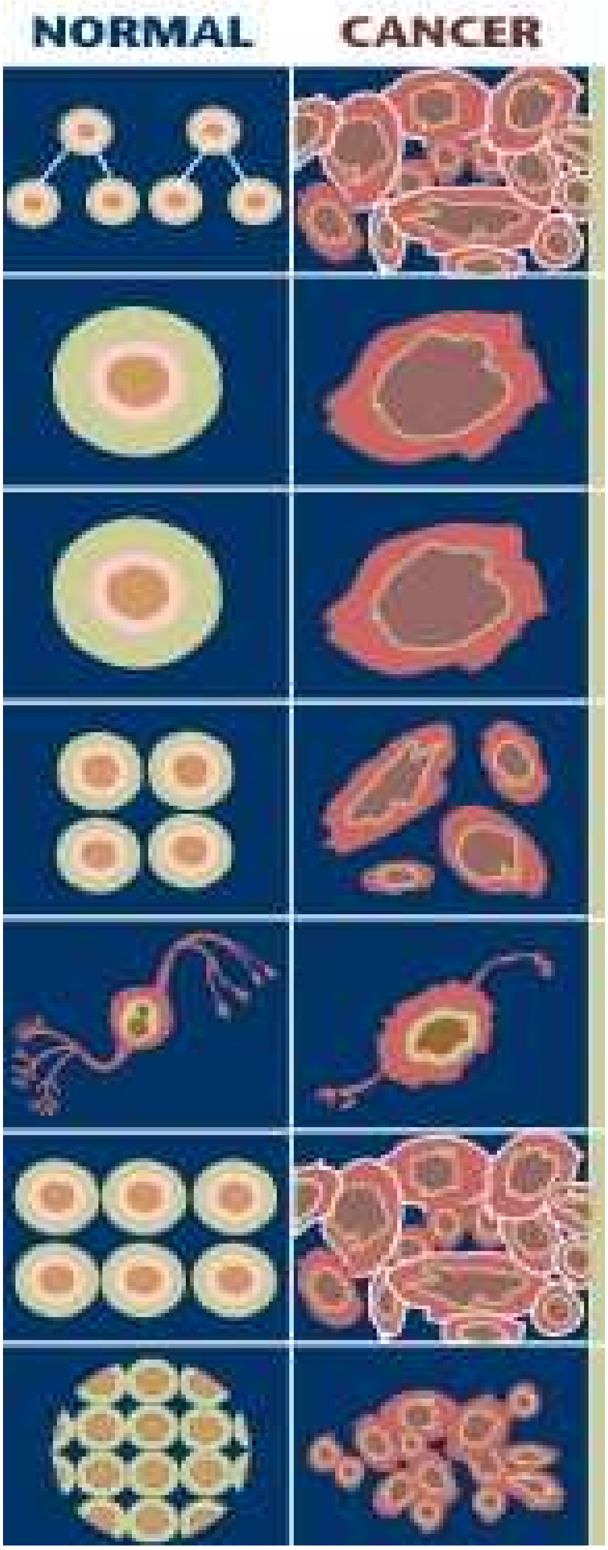


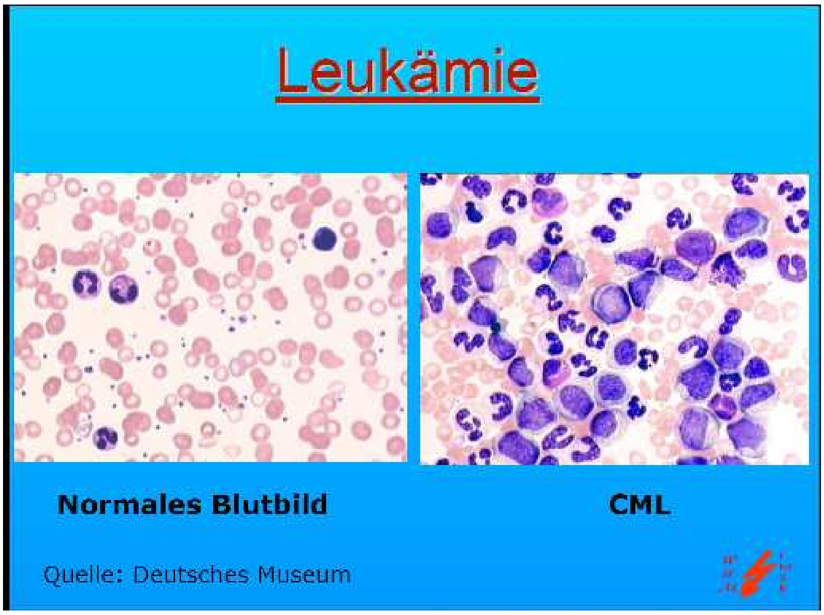
ديوه ناروغ سږي د سږي نسجونو هيستولوژي بڼه ښودل شوي ده چې د ايمفوزيما emphysema په ناروغی اخته دی. دحجرو هستې اسماني-ارغواني رنګ، دويني سره کرويات، سور رنګ، دحجرې بهرني مواد (Extracellular) مواد ګلابي رنګ او دهوابرخې سپين رنګ لري(71)

دسرطان حجروسيتولوژي (Cytology) او مورفولوژي (Morphology) خواص

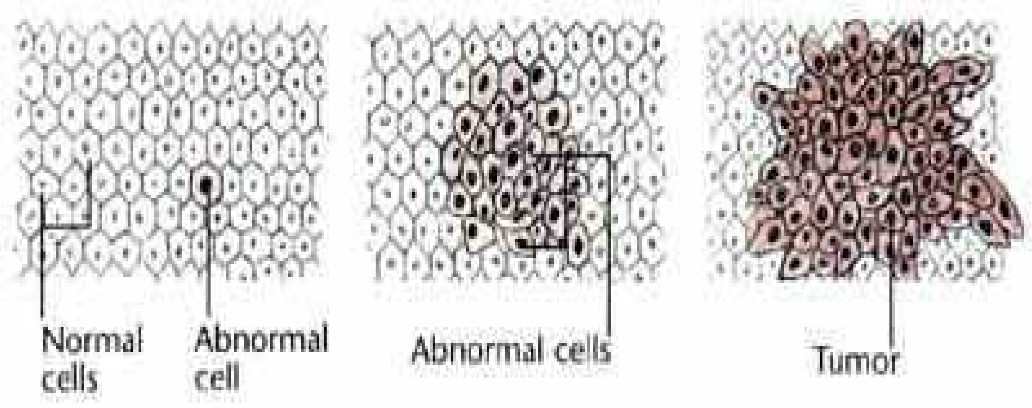
- دنورمال حجرې په پرتله د سرطان حجرې هر اړخيز بڼه (Cell polymorphy)
- د هستو هراړخيزبڼه، غټوآلي او ډولونه (Nuclear polymorphy; atypia)
- دهستو هراړخيز اويا خورا ډير رنګ کيدل (Polychromasia; Hyperchromasia)
- دهستې او سيتو پلازما غټوالي په تناسب کې ډيرتوپيرليدل کيږي
- د سرطا ن حجره(ژونکه) ديوی هستې په ځای ډيری هستې هم لرلای شي (Poly nucleus)
- د کروموزوموشميرېي د نورمال حجرې سره توپيرلري اويا نيمګړي وي(Aneuploidy)

د بېلګه په ډول په ١٤٢ شکل کې د ويني يوډول سرطان (CML) هيستولوژي بڼه شودل شوې ده. د نوموړې ناروغی سبب(لامل) دادی چې د هډوکو په ماغزوکې ديوې خوا داړتيا نه ډيرکرويات لکه ګرانولوخيت Granulocytes توليد کيږي او دبلې خوا نوموړي کرويات په سپينوکروياتو نه اوړي يانې د پوخوالي پړاو ته نه رسيږي. نوموړي کرويات چې د بلاست په نامه سره ياديږي Blasts کومه ځانګړې دنده نه شي تر سره کولای او دګټې په ځای بدن ته دزهرويوه سرچينه ګرزي.

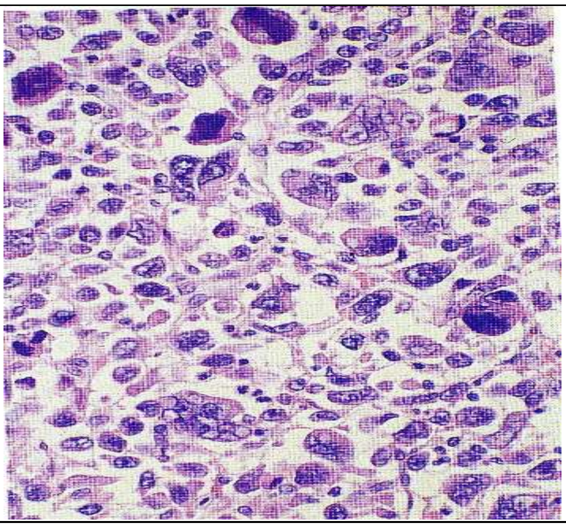
نورمال حجرې	دسرطان حجرو مورفولوژي او هيستولوژي خواص
	دسرطان په ناروغی کې دارتيا څخه ډيرې حجرې ويشل کيږي
	دسرطان حجرې هسته دنورمال حجرې په پرتله غټه کيږي اواناتومي بنه يې تغير کوي
	د سيتوپلازما حجم د هستې په پرتله ډيرکوچنئ وي
	د سرطان حجروتر منځ مورفولوژي بنه اوغتوالی يوشان نه وي
	دسرطان حجره(ژونکه) خپل تاکلی نورمال اناتومي او هيستولوژي شکل دلاسه ورکوي
	د سرطان حجرې په ډيرغير منظم شکل سره هرې خوا خورې ورې پرتې وي
	دتومورسرحدي پوله په بشپړ توګه نه ښکاري



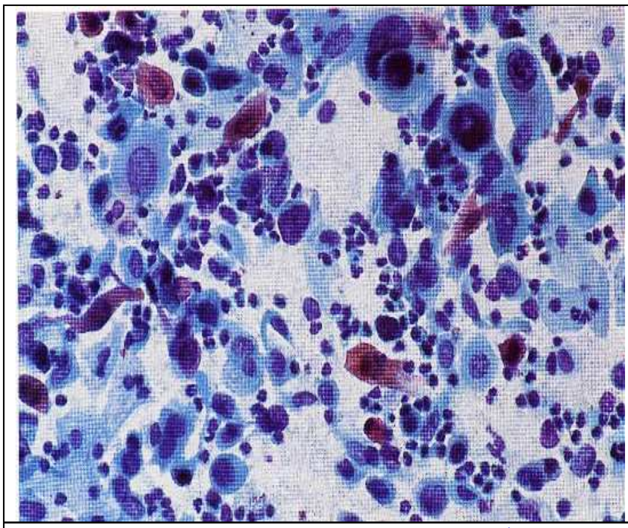
۱٤۲ شکل: په کيڼ اړخ کې دويني سپينو کرويانو عادي هيستولوژي بڼه اوپه ښي اړخ کې دويني سرطان (CML) يوه هيستولوژي بڼه ښودل شوي ده. په ښي اړخ کې د ګرانولوخيتو Granulocytes شميردکيڼ اړخ په پرتله ډيرليدل کيږي چې په ارغواني نيلي رنګ سره ښودل شوي دي.



۱٤۳ـشکل: د سرطان حجرې (Tumor) د نورمال روغو حجرو(Normal cells) سره يوځای ښودل شوي دي(39) دتومورحجرو مورفولوژي بڼه د نورمال حجرو سره ښکاره توپير لري.

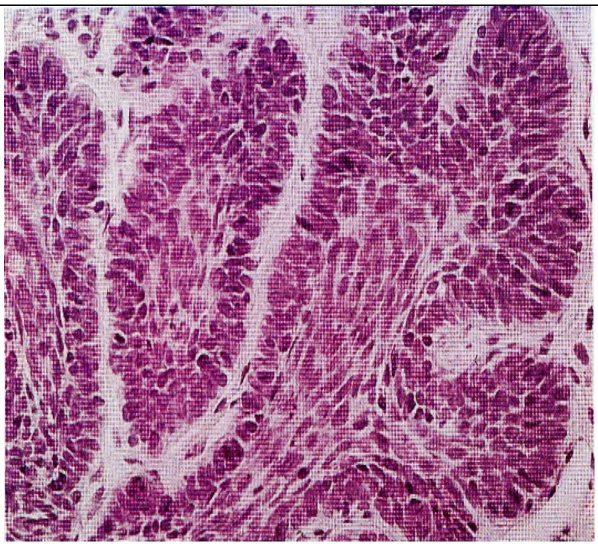


دتایراید سرطان:
دحجروجوړښت او غټوالی یوشان نه دی(Polymorphy) ، ډیري اوتوپیرلرونکي هستي لیدل کیږي (Anisokaryosis) د رنګ ډول H.E.



درحم سرطان:
دهستورنګ خوراډیر Hyperchromasia او غټوالی یي توپیر لريPolymorphy ، سیتو پلازما سپین بخون بازوفیل basophil رنګ لري اودپلاتین اپیتیل سرطان حجروپه منځ کي ګڼ شمیرسپین کرویات لیدل کیږي.

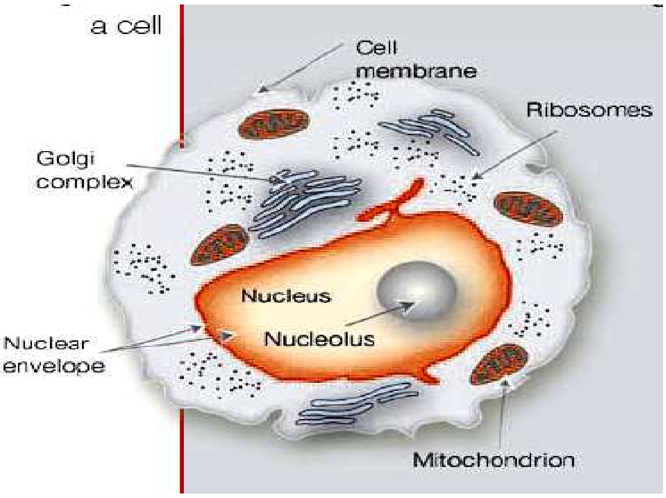
دپوستکي سرطان (Basalioma) :
تر سترګي لاندي دایروي شکله تومور لیدل کیږي چي په منځ کي یې خنډنه برخه ده اوپرسیدلی دی (Ulceration)



دپوستکي سرطان هیستولوژي بڼه ښودل شوي ده چي ګڼ شمیرحجرې دیوې لیکي په شکل او ډېرې نږدې سره پرتي دي او د هرې خوا څخه دیوې(Basal membran) باذال غشا څخه احاطه شوي دي

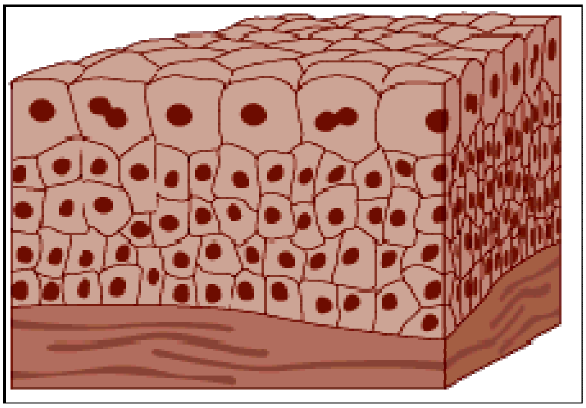
د بدن یوې نورمال حجرې جوړښت

دهرسړي بدن د بیلیونو (Billions) حجروڅخه جوړشوئ دی چي دژوند په اوږدو کې داړتیا سره سم دخپل ځان څخه یوه کاپي کولای شي اویا دا چي په نورونویو حجروویشل کیږی. یوه حجره(ژونکه) یوازې دیوه مایکروسکوپ لاندې لیدل کیدای شي. په ۱۴۴ شکل کې دیوې نورمال حجرې جوړښت شودل شوئ دی:



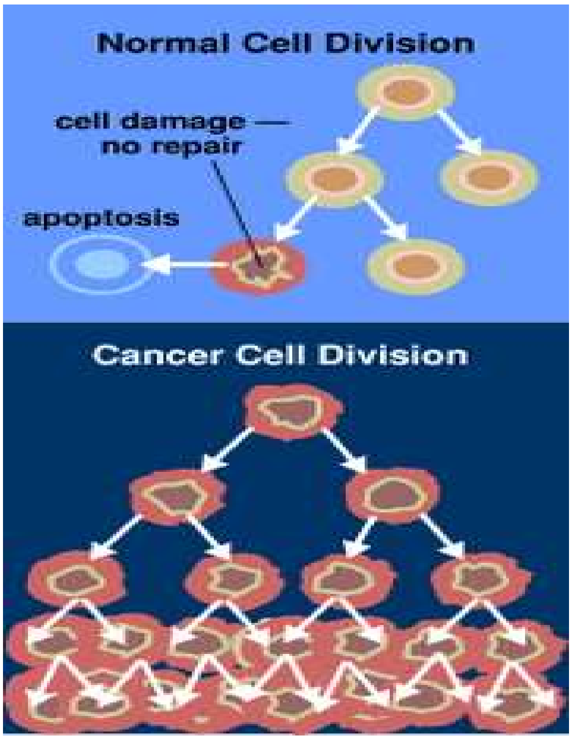
۱۴۴ـ شکل: دیوې نورمال حجرې جوړښت(69)

دبدن روغو حجروهیستولوژي بڼه داسي ښکاري چي په ډله ایزه توګه سره یوځای یوه په بل نښتي وي، اوپه دې ډول غړي او نسجونه سره کلک یوځای ساتي. په ۱۴۵ شکل کې د بدن یوه غړې د روغو حجرو بڼه ښودل شوي ده چي د یوه بلاک شکل لري.



۱۴۵ـ شکل: د بدن د یوه روغ رمټ غړي د حجرو جوړښت(69)

ځرنګه چې په بدن کې توپير لرونکې حجرې شته دي چې ځانګړې دنده سرته رسوي، خوبيا هم دهغوی اصلي بنسټ سره ډير ورته والی لري.

<table>
<tr>
<td rowspan="2">
</td>
<td>د نورمال حجر ې د ويښتوب کړ نلاره.
يوه نورمال حجره(ژونکه) تر هغه وخته پورې ويشتو ب ته پايښت ورکوي تر څو د اړتيا وړحجرو شمير پوره شي. کله چې يوه حجره(ژونکه) نيمګړې منځ ته راشي او دجوړېدلو امکان موجودنه وي نود ځان وژني لاره غوره کوي (Apoptosis)</td>
</tr>
<tr>
<td>د سرطان حجرې د ويشتوب کړنلاره
ديوی حجرې څخه په خپل وار سره دوه حجرې، بيا څلور حجرې، بيا اته حجرې، شپاړس حجرې .... او هم داسي نور مخ په زاتيد وپا ينبت کوي. د پيدا شوو سرطان حجروشمير رياضي فرمول داسي ليکلای شو: 2^N په دې ځای کې N د صفرنه تر لايتناهي پورې قيمت اخيستلای شي.</td>
</tr>
</table>

۱٤٦- ب شکل: د سرطان يوی حجرې او دنورمال يوې حجرې تر منځ د ويشتوب توپير پر تله کول ښودل شوي دي(69).

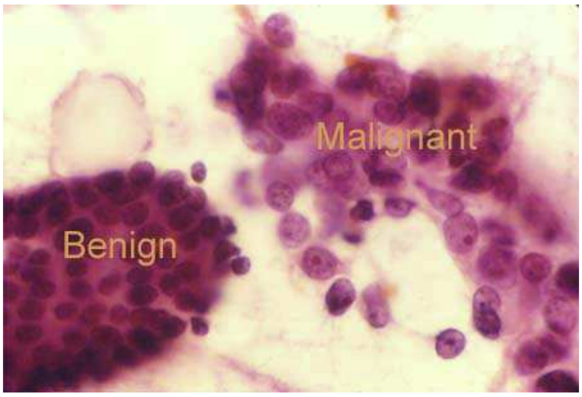
سرطان او جين (Genes and cancer)

هره يوه حجره(ژونکه) يوه هسته لري چې د نوکليوس (Nucleus) يا هستې په نامه سره ياديږي. جين په رښتوني کې د يوه کوډ code بيټونه bits جوړوي. هغه مالومات چې په جين کې موجود وی، کيدلای شي لکه د يوه بريښنايز سويچ په شان بل اومره شي او يا په بل عبارت مالومات پيل او بند شي. جين د يوې حجرې تولي دندې کنترول کوي. جين ددې پريکړه هم کوي چې يوه حجره(ژونکه) کله خپل ځان وويشي، يوه حجره(ژونکه) څه وکړي او کله ځان وژنه (Apotosis) وکړي. په عادي حالت کې جين ددې مسئوليت په غاړه اخلي چې د بدن حجرې په يوه منظم او تر کنترول لاندې شکل سره سترې شي، بيرته پوره شي اود اړ تيا سره سم ډيرې شي اود خپل ځان عوض يا نې کاپي پيدا کړي. خو که چيرته نومورې سيستم او کړنلاره ديوه نا ځرګنده سبب(لامل) څخه په نا سمه لاره روان شي، نو يا يله يې داسي ختميږي چې دغه حجره(ژونکه) مړه کيږي. دا په دې مانا چې مخکې له دې څخه چې يوه روغه حجره(ژونکه) د سرطان په حجره(ژونکه) واوړي او کانسر ناروغي ورڅخه جوړه شي نو دغه

حجره(ژونکه) دځان وژني لاره غوره کوي.
خو په ډیره نادره توګه rarely سره داسي هم پیښیږي چي دغه ټول سیستم په یوه نا سمه لاره روان شي اویوي حجرې ته ددي اجازه ورکړي چي دویشتوب کړنلاره مخ په وړاندې بوزي تر څو چي د سرطان یاني کانسرنا روغي منځ ته راشي.

د نسجونو شه او بد ډوله پرسوب (Benign and Malignant tumors)

که چیرته د بدن یوې برخي نسجونه وپرسیږي نو کیدای شي چي دداسي نسجونو دحجم غټوالی دسرطان د ناروغی سره هیڅ تړاوهم ونه لري نو له دي کبله ورته د نسجونو شه ډوله پرسوب او یا شه تومور (Benign tumours) وايي. خو که چیرته د نسجونو پرسوب د سرطان ناروغي له کبله منځ ته راغلی وي، نودنسجونودغه ډول حجم غټوالي ته خراب ډوله پرسوب (Malignant tumours) ویل کیږي.



۱٤۷ـشکل: د نسجونو ښه ډوله (Benign) او خرا ب ډوله (Malignant) پرسوب (37)

دنسجونو شه ډوله پرسوب دا مانا لري چي د سرطان ناروغي موجوده نه ده. د شه ډوله پرسوب یاني تومور خواص په لاندي ډول دي:

- په عادي ډول سره ډیر وروروسترېږي
- دبدن نورو برخوته نه غورېږي یا نې انتقال نه کوي
- په عادی ډول سره یوپوش لري چي د نورمال حجروڅخه جوړوي

دا په دي مانا چي شه ډوله تومور د داسو حجرو څخه جوړشوئ دی چي د نورمال حجرو سره بيخي ورته والی لري. خو دغه پرسوب هغه وخت د اندیښني وړ دي کله چي :

- دومره غټ شي چي په ګاونډیو غړو باندي فشار راولي
- داسي هارمونونه ازادوي چي د بدن نوروغړو په دنده باندې ناوړه اغیزه کوي

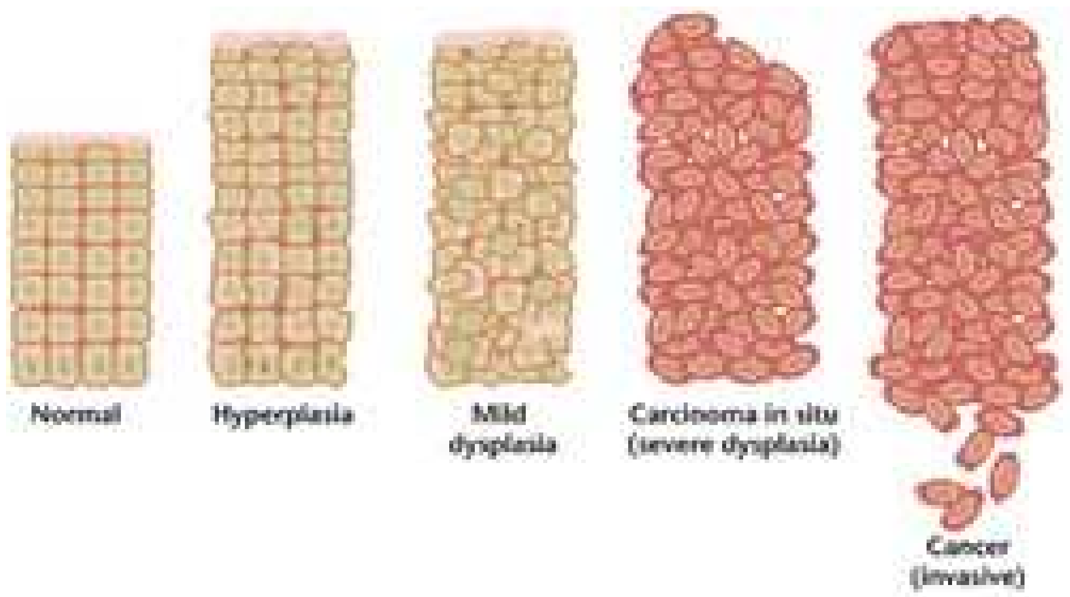
دنسجونوخراب ډوله پرسوب یاني خراب ډوله تومورونه (Malignant) د سرطان ناوړه حجرو څخه

جوړ وي. دنومړي تومور خواص په لاندې ډول دي:

- د شه تومور (Benign) په پرتله ډیر ګړندي ستریږي
- د شاوخوا نسجونه خرابوي او پکي ننوځي
- د بدن نورو برخو ته هم غوړیږي او انتقال کوي

په ۱٤۸ شکل کې د نورمال حجرو او د سرطان حجرو توپیر ښودل شوئ دی.

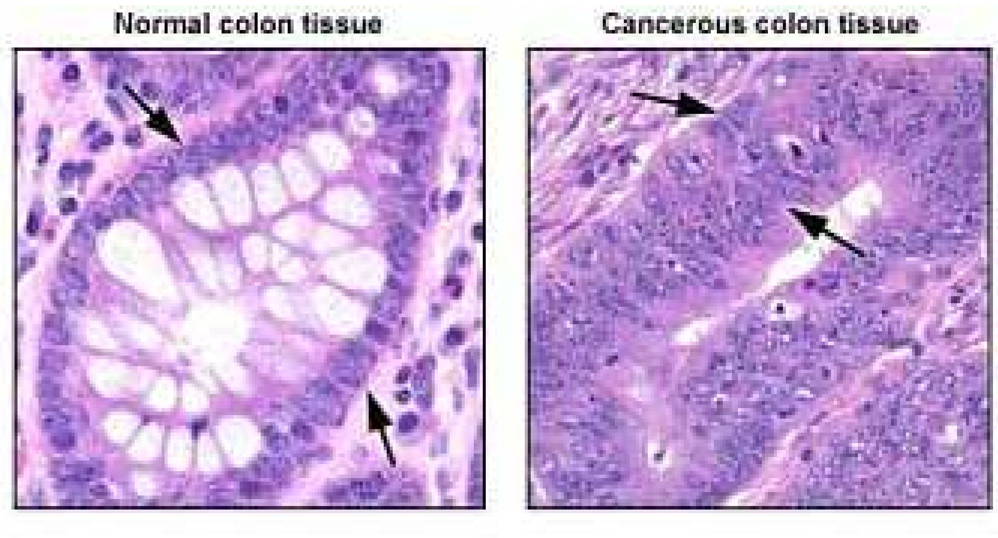
Normal نورمال حجرې	Hyperplasia دحجرودېربشت	Dysplasia غیرنورمال حجرې	Carcinoma in Situ سرطان په خپل ځای کې دی	Cancer سرطان دبدن نوروبرخو ته غزیږي



۱٤۸- شکل: په نومړي شکل کې کیڼ خوا ته نورمال حجرې اوپاتي ښیئ خواته دسرطان حجرو دمنځ ته راتلوڅلورپړاونه ښودل شوې دي(90).

د سرطان حجرې دومره زیاتیږي چې د خپل ښنتیز پوښ یا مېمبران څخه راوځي او د بدن په روغواو ګاونډیو نسجونو په تیره بیا که په اعصابو، غړو او رګونو باندې فشار راوړي، نو خطر یې لا زیات اټکل کیږي. که د سرطان یوه حجره(ژونکه) د تومور څخه را بیله شي، نو کیدای شي چې د وینې او یا لومپا تیک سیستم جریان ته لاره پیدا کړي، او بیا د بدن نورو برخو ته ورسیږي او هلته د سرطان نورې نوی حجرې منځ ته راولي.

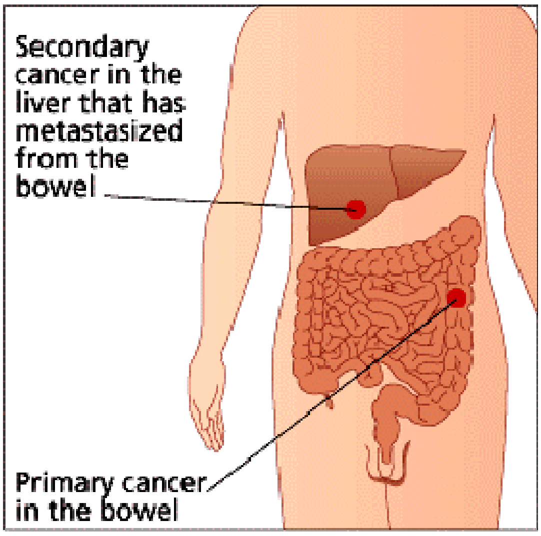
☜ نومړې کلینیکي کړ نلاره چې د سرطان ناروغي د بدن یوه ځای څخه و بل ځا ي ته انتقال وکړي د میتا ستاز **(Metastase)** په نا مه سره یادیږي.



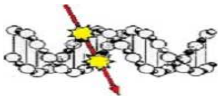
۱٤۹ـ شکل: په ښي اړخ کي دغټو کلموسرطان نسجونويو هيستولوژي بڼه اوپه کيڼ اړخ کي د روغو نسجونو هيستولوژي بڼه ښودل شوئ ده.

لومړنی او دوهم سرطان (Primary and secondary cancer)

په هغه ځاي کي چي د سرطان ناروغي پيل کيږي، د لومړني سرطان په نامه سره يادیږي. خوکله چي د سرطان حجرې دخپل ځاى څخه راووځي، او د ويني اويا لومپاتيک سيستم (lymphatic system) په مرسته سره د بدن نوروغړو ته وغوړيږي، نو د بدن دغي برخی ته چي په سرطان ناروغی اخته شوي ده، دوهم سرطان ويل کيږي. د بېلګه په ډول په ۱۵۰ شکل کي لومړنی سرطان په نرى کولمو (bowel) کي پيل شوئ او د مېتاستاز کړنلارې په پا يله کي د بدن بلي برخي ياني سږو ته ر سيدلي دی.



۱۵۰ـ شکل: لومړنی سرطان په غټوکولموکي پيدا شوئ دی او بيا د مېتاستاز دلارې د ينې (Liver) نسجونوته رسيدلي(69) .



د بدن مختلف غړي د توپير ډوله حجرو څخه جوړشوي دي. دنومورړوحجرو يو ډول يا تيوپ کيداې شي چې په لومړني سرطان واوړي. د توپير ډوله حجروسرطان هم مختلف خاصيت لري. د بېلګي په ډول :

- په توپير لرونکي سرعت سره غټ کيږي
- کله چې کيمياوي مواد وينو ته ازادوي نو په بدن باندې مختلفي اغيزې لري
- د دوايي په مقابل کې مختلف غبرګون شيي
- د ايو نايز کوونکووړانګو په مقا بل کې مختلف حساسيت شيي

د سرطان ناروغي کيداې شي چې په مختلفو وګړو کې د مختلفو سمپتومو (symptoms) سبب(لامل) و ګرځي.

د بدن حجرويشتوب کړنلاره

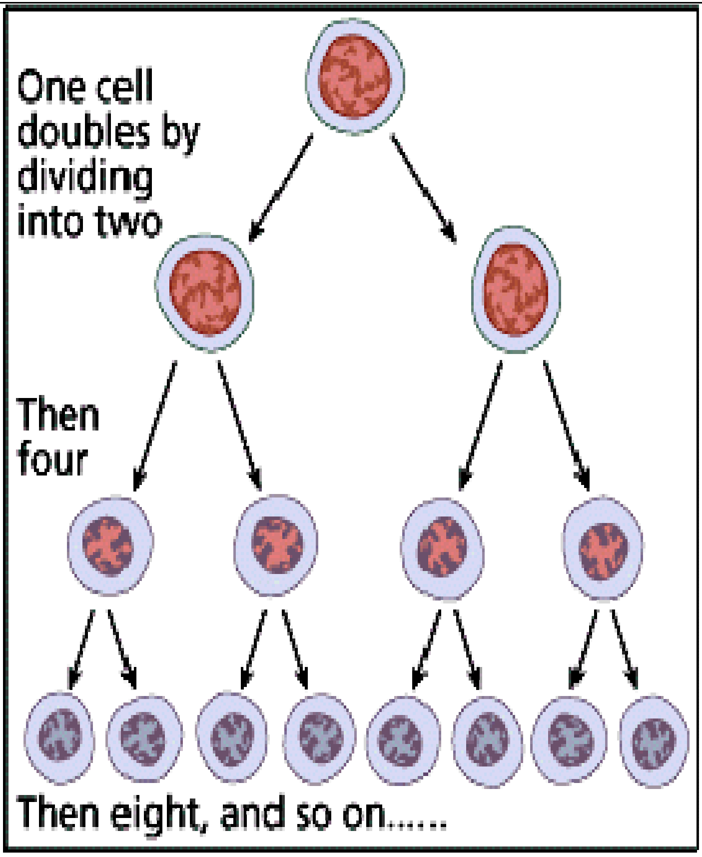
کله چې د بدن په يوه غړي کې حجرو ته اړتيا پيدا شي نو ځيني حجرې خپل ځان په دوه برخو ويشي تر څو د هغوې شمير ډير شي. نومورې حجرې دغه ډول کړنلاره په دومره سم او دقيق صورت سره تر سره کوي چې نوې حجرې دزړو حجرو سره کټ مټ يو شان وي.

په ۱۵۱ شکل کې د بدن دحجرو د زياتوالي کړنلاره ښودل شوي ده. هره يوه حجره(ژونکه) دخپلو ټولو جين (Genes) يوه کاپي کوي. بيا دغه جين په دوه ډيله کيږي ياني په دوه برخوويشل کيږې، چې هرې يوې حجرې ته يو جين ور رسيږي. هره يوه حجره(ژونکه) په دقيق ډول او کټ مټ يو شان په دوه نوروغبرګو حجرويشل (Mitose) کيږي. دغه دوه نوې حجرې بيا په خپل وار سره خپل ځان ويشي او په پايله کې څلورنورې نوې حجرې منځ ته راځي. دڅلورو حجرو څخه اته حجرې او داتو حجرو څخه شپاړس حجرې اود شپاړسو حجرو څخه دوه ديرش حجرې منځ ته راځي او دغه پرو سه په همدې ډول مخ په وړاندې ځي. د بدن حجرود ميتوز دغه ډول بيالوژيکي کړنلاره دکوچني توب د وخت نه راپدې خوا د يوه سړي د ځوانۍ تر موده پورې په ډيره چټکي سره پايښت مومي. خو کله چې يو سړى بالغ شي، نو د حجرو د ويشتوب پروسه سوکه يا وروکيږي او يوازې دومره نوې حجرې پيدا کيږي چې ورته اړتيا موجوده وي. د بېلګه په ډول هغه حجرې چې دناروغې او يا د بدن د يوې برخې د ټپي کيدلو په اساس دمنځه تللي وي نو ددغو حجرو په ځاى نورې نوې حجرې منځ ته راځي تر څو دهمغه غړو دنده په سمه توګه پايښت ومومي. دوخت په تيريدلو سره ديوه تومور غټيدلومنحني څوډولونه لري.

دتومورخطيزغتوالى (Linear growth): دتومورحجرووډيربښت دوخت سره سم سيخ متناسب دى او خطيزشکل لري. ياني دحجروډيربښت په واحد وخت کې ثابت پاتې کيږي.

دتوموراکسپونينسيال غتوالى (Exponential growth) : دتومورحجروشميرديوه ټاکلي وخت څخه وروسته دوه برابره کيږي.دبيلګي په ډول لکه دڅلوروساعتوڅخه ترشپږوساعتو پورې دتومورحجروشميرډبل کيږي. دنومورې موخي لپاره بايد چې دتومور ټولي حجرې دويشتوب په کړنلاره کې برخه واخلي. هغه وخت چې دتومورحجرو شمير دوه برابره کيږي ديوتنسيل تومورډبل وخت په نامه ياديږي.

دتومورزيګمويد ډوله غتوالى (Sigmoid growth) : په پيل کې دتومورحجرې اکسپونينسيال ډيربښت مومي خو بيا وروسته کميږي. داځکه چې يوه برخه حجرې دوخت په تيريدلوسره مړې کيږي او بله برخه يې ضايع کيږي.



په لومړي براو کې يوه حجره(ژونکه) وي
يوه حجره(ژونکه) خپل ځان ويشي او دوه نوی حجرې ورڅخه منځ ته راځي
همدارنګه د ويشتوب په پاتې کړنلار کي ددغو دوو حجرو څخه څلور حجرې پيدا کيږي .
بيا وروسته په خپل وار سره اته حجرې، شپاړس حجرې ، دوه ديرش حجرې ..... پيداکيږي

۱۵۱- شکل: دبدن حجرو دېريدلو کړنلاره چې د ويشتوب (Mitose) په پايله کې منځ ته راځي او هره حجره(ژونکه) په دوه برخو ويشل کيږی. نوموړې کړنلاره تر هغه وخته پورې پايښت مومي تر څو داړتيا وړحجروشمير پوره شي(69).

خود بدن ځيني حجرې خپل ويښتوب ته داړتيا سره سم همداسي پايښت ورکوي. د بېلګه په ډول لکه جنسي حجرې (Sperma cells)، د و يشتانو حجرې، هغه حجرې چې دهډوکو په ماژغوکي وينه جوړوي او داسي نور.

د بدن ټولي حجرې د ويشتوب قابليت لري ؟

دبدن ټولي حجرې ددې وړتيا نه لري چې ځان وويشی او د خپل ځان عوض حجره(ژونکه) پيدا کړي. په بدن کې د يرې داسي ځانګړې حجرې هم شته دي، چې د يوې مودې څخه وروسته يوه پوخ پړاو ته رسيږي اوبيا په بدن کې يوه ټاکلې دنده په غاړه اخلي. کله چې د بدن ځيني حجرې يو ځل بشپړ اوپوره پخې شوئ وي، نوکيداې شي چې خپل ويشتوب او دبيرته توليد کولو (Reproduce) خاصيت دلا سه ورکړي . خو بيا هم تل په کافي اندازه سره نه پخې شوې (immature cells) حجرې پاتې وي چې د ستم يا نې ستې حجرې (called stem cells) په نامه سره ياديږی. نوموړې حجرې کولاې شي چې په همغه شميرسره چې حجرې دمنځه تللي او يا نيمګړې شوې وي په ځاې يي نورې روغې حجرې منځ ته راوړي.

دبدن حجرې څرنګه پو هیږي چې خپل ډیربښت ودروي؟

دحجرو ډیربښت، د حجرو سټروالی او د بدن یوې برخې رغونه داټول دجین له خوا کنټرول کیږي. د بدن حجرې په دې هم پوهیږي چې څومره حجرو ته اړتیا ده او کله دحجرو د غټیدلو مخنیوئ وشي. ساینس پوهان اوس هم په دی لټه کې دي چې څرنګه حجرې دغه کړنلاره تر سره کوي. خو داسي اټکل کیږي چې حجرې په خپل منځ کې یوه بل ته د کیمیاوي تعاملاتو په بنسټ زیګنالونه او د مالوماتو راکړه ورکړه کوي. دغه خبر یا زیګنال پخپله د جین څخه راځي، چې د حجرې په ډې اېن اې کې پراته دي. د دې لپاره چې پوره باور ترلاسه شوې وي نو ځیني جېن فعال کیږي او حجروته داسي وایي چې په ټاکلي کچه نوې حجرې تولید کړی. په دې اړوند بیا یوبل جین هم فعال کیږي او هغوی ته وایي چې د اړتیا نه زیات حجرې تو لید نه شي. دا په دې مانا چې دلومړي جین په ضد کارکوي.

دبدن حجرې کولای شي چې خپل ویشتوب ته تل پایښت ورکړي؟

د بدن حجرې د تل لپاره خپل ویشتوب ته پایښت نه ورکوي بلکه وروسته له لږ څه پنځوس او یا شپیته ځله بیرته تولید یاني ویشتوب څخه نور نه زیاتیږي. داځکه چې دهغوې په جېن کې یو مخکنی داسي پروګرام شوئ کوډ موجوددی چې دهغوی ډیروالی ته یو لېمېټ ټاکلی دی. وروسته د نوموړي ویشتوب څخه پخپله مړي کیږي. په داسي یوه حالت کې چې د حجرو کمښت منځ ته راشي، نو بیا د ستم حجرې فعالی کیږي او دهغوی پر ځای نوې حجرې تو لید کوي. خو هغه وخت چې پخپله د یوی حجرې جین ته زیان ورسیږي نوځپل ځان پخپله له منځه وړې چې دغه ډول کړنلاره د ځان وژني یا اپوپټوزیس (apoptosis) په نامه سره یادیږي.

د سرطان حجرې او د یوې نورمال حجرې تر منځ څه توپیر دی؟

لومړې: دیوې نور مال حجرې خواص

د بدن نورمال یاني عادي حجرې یو لړ ځانګړي خواص لري چې په لاندي ډول بیان کیږي:

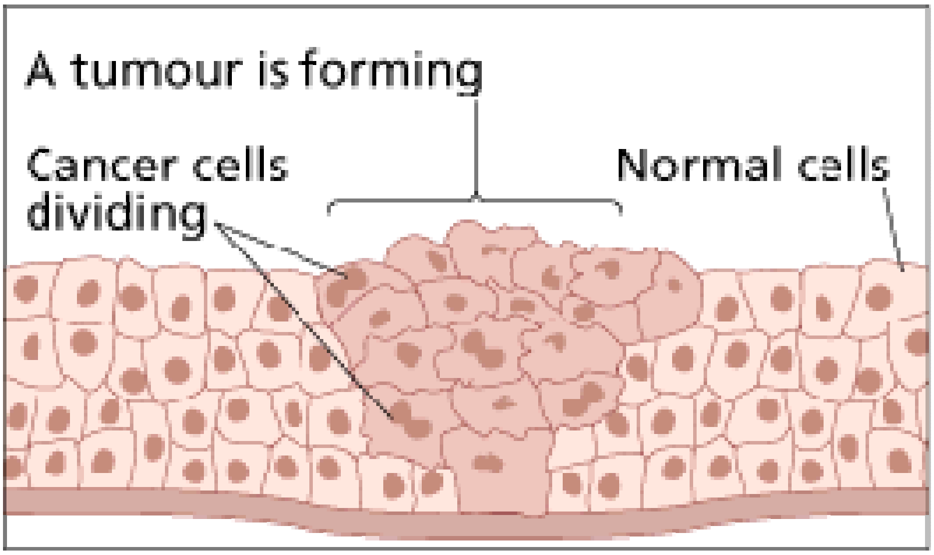
- هغوې کولای شي چې خپل ځان پخپله په دوه بشپړپوره برخوو ویشي اوپه دې ډول بیرته دارتیا ورنوې حجرې تولید کړي
- خپل بیا تولید کړنلاره په رښتوني وخت کې ودروي
- د یوې او بلې سره په سم ځاې کې ونښلي
- کله چې نیمګړې او یا زیانمني شي نو پخپله ځان له منځه وړې (apoptosis)
- کله چې د پوخوالي پړاو ته ورسیږي نوځانګړې او ټاکلي دنده تر سره کوي

دويم: د سرطان حجره(ژونکه)

د سرطان حجره(ژونکه) د نورمال حجرې سره تو پير لري. ديوې سرطان حجرې ځينې خوا ص په لاندې ډول سره بيان کولاي شو.

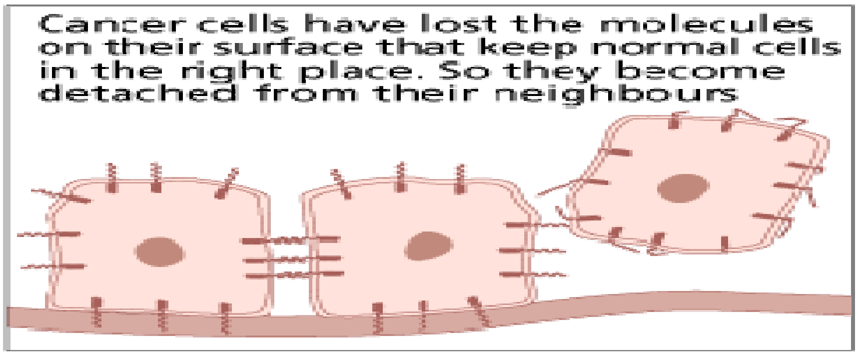
- خپل بيا توليد اوويشتوب ته همداسي پايښت ورکوي او په خپل سر ډيريږی
- د خپلو ګاونډيو حجرو زيګنالونوته نه پام کوي او نه يې اطاعت کوي
- دسرطان حجرو ترمنځ اړيکې پرې کيږي اوديوې بلې سره نه نښلي
- هغوې خپل پاخه شوي پړاو ته نه رسيږي او له دې کبله ځانګړې دنده هم تر سره کولای نه شي
- که د بدن بل ځا ي ته هم وخوځيږي بيا هم ژوندي پا تې کيږي.

دسرطان حجرې د نورمال حجرې په برخلاف له پنځوس او يا شپيته ځله ويشتوب څخه وروسته خپل بيا توليد نه دروي بلکه همداسي نور هم پايښت ورکوي. دا په دې مانا چې د يوې حجرې څخه دوې، د دوو حجرو څخه ثلور، بيا اته، بياشپاړس ..... نوې حجرې جوړيږي. په ۱۵۲ شکل کې د سرطان حجرو د ويشتوب اوډيرېدلو کړنلاره ښودل شوې ده.



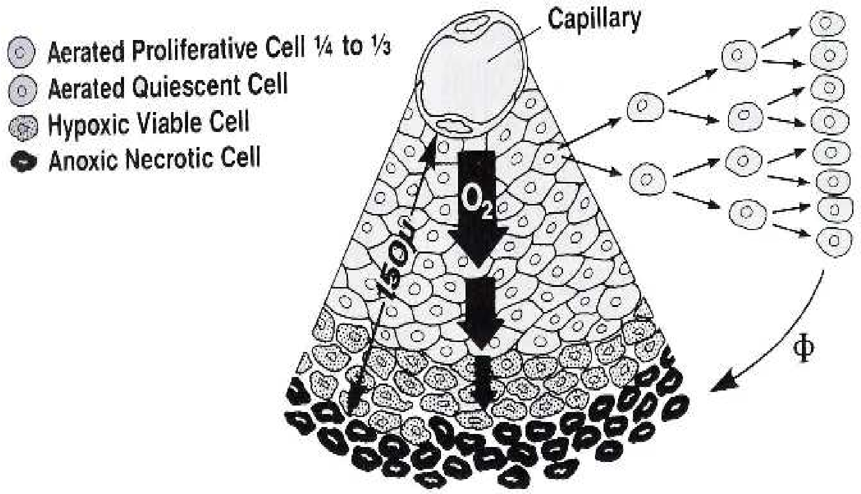
۱۵۲- شکل: ديوستکي سرطان حجرو ويشتوب او د تومور جوړيدلوکړنلاره ښودل شوې ده. په دغه شکل کې ښي او چپ اړخ ته نورمال حجرې او په منځ برخه کې دسرطان حجرې د ويشتوب په پړاوکې ليدل کيږي.

که چيرته د سرطان حجرودزيا تيدلو مخه وه نه نيوله شي نو دوخت په تيريدلو سره دهغوې شميردومره ډيريږي چې دبليونوحجروڅخه هم اوړي (69)



۱۵۳- شکل: د سرطان حجرې هغه ما لیکولونه د لاسه ورکوي کوم چې د هغوی سطحي پر مخ پراته وي او نورمال حجرې په خپل ټاکلي او صحیح ځای کې سره یوځای ساتي. همدا سبب(لامل) دی چې هغوی دخپل سم ځای ځخه بېلیږي(69)

په ۱۵٤شکل کې ښودل شوې ده چې څرنګه د سرطان حجرې د یوه کاپیلار په شا وخوا کې په زیتیدلو پیل کوي .



۱۵٤- شکل: دویني یوه کاپیلار (Capillar) په شاوخوا کې د سرطان حجرو درې ډوله هیستولوژیکي بڼه را ښیي. ۱- کاپیلارته ورځرمه برخه هغه حجرې دي چې پوره اکسیجن لري او په بشپړتوګه زیاتوالي مومي ۲ - د لږ اکسیجن حجرو برخه (Hypoxic cell) ۳- د پیاوار یا نیکروتیک اکسیجن نه لرونکي برخه (Anoxic Necrotic Cell) چې د کاپیلار څه په یو سلو پنځوس مایکرو متر کې پراته ده (26).

د پاتولوژي ځانګو درمل پوهانوډیر پخوا دسرطان حجرو یوډیر ځانګړی خاصیت وپیژندلو په دې ما نا چې دسرطان ناروغوحجرو هیستولوژیکي او مورفولوژیکي بڼه د روغو نسجونو سره توپیر لري. په ۱۵٤ شکل کې ښودل شوې ده چې د ویني یو ډیر کوچني رګ (Capillary) په شاوخواکې د سرطان حجرې درې ډوله پراونه او یا په بل عبارت درې ډوله برخي جوړیږي. د لومړې پراو نسجونه هغه

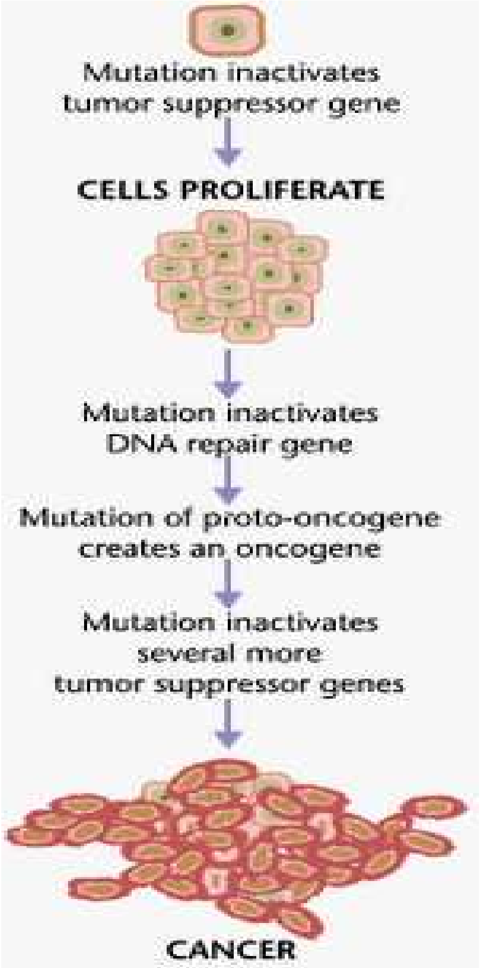
دې چې د سرطان ناروغی په پيل کې پيداشوي وی، خو دنورو نويو سرطان حجرو د زياتيدلو په کړنلاره کې شاته تمبول شوې وي او د کاپيلار څخه په يوسلوپنځوس مايکرو متر (150 µm) واټن کې پرتې وي. څرنګه چې نوموړو حجرو ته اکسيجن هيڅ نه رسيږي نو په پايله کې په يوه پياوار شکله (Necrotic) نسجونو اوړي او له دې کبله ورته (Anoxic Necrotic cell) ياني اکسيجن نه لروونکي پياواري حجرې ويل کيږي. په دوهم پړاوکې دسرطان هغه حجرې دکاپيلار په شاوخوا کې پرتې وي چې لږاکسيجن پکې وي (Hypoxic cell) اود نيکروتيک حجرو سره شريکه پوله او سرحد لري. ددريم پړاوډحجرې د کاپيلارڅنډې ته ور څرمه او نږدې نسجونه تشکيلوي چې د يوې خوا پوره اکسيجن ورته رسيږي اودبلې خوا د ويشلواو ميتوز کړنلاره په پوره ډول تر سره کولاې شي. دغه ډول حجروته د نورونويورا پيد ا کيدونکو حجرو برخه ياني سرچينه ويل کيږي (Proliferative cell). په دې اړوند د يادولو وړ خبره خو داده چې په راديوتيراپي کی، يوازې هغه حجرې دوړانګو په واسطه دمنځه وړل کيدلاې شي چې پوره اکسيجن ولري. دا ځکه چې يوازې اکسيجن لرونکې حجرې د وړانګو پمقابل کې زيات حساسيت ځرګندوي او له دې کبله ورته (Radio sensetive cell) هم ويل کيږي. په داسې حال کې چې د سرطان هغه نسجونه چې هيڅ اکسيجن وه نه لري لکه دنيکروتيک نجسونه دوړانګو پمقا بل کې مقاومت شيي او له دې کبله يې راديوتيراپي هم په پوره ډول نه شي تر سره کيداې. دسرطان نسجونو پورته ويل شوي خواص د ناروغيو په پيژندنه کې ډير مهم رول لوبوي. د بېلګه په ډول دوړانګو درمل پوهان د سرطان ناروغی په پيژندنه کې د بدن په شکمنو برخوپه تېره بيا لکه تيو (Mamma)، تايرايد (Thyroid)، پروستاتا(Prostata) اوغدو باندې لاس مشي، اودفشار او تماس په اساس د نيکروتيک په ډول کلک غوټه شوي نسجونه لټوي.

سرطان څرنګه پيل کيږي؟

نن ورځ ساينس پوهانو ته پوره جوته ده چې د سرطان ناروغي ديوې حجرې څخه پيل کيږي. يوه نيمګړې حجره(ژونکه) په عادې حالت سره ډير کلونه پخوا مخکې له دې نه چې سړی يې پخپله حس کړي د سرطان په حجره(ژونکه) اووښتې وي. په هغه وخت کې چې د سرطان ناروغي پيژندل کيږي د سرطان يوې حجرې خپل بې کنتروله ويشتوب اود بيا توليد کړنلاره ډيره پخوا پيل کړې وي. داځکه چې دسرطان حجرې ځينو جينو ته يا داچې زيان رسيدلی وي او يا بيحې دمنځه تللي وي. ساينس پوهان نوموړي بدلون ته **موتيشن** وايي.

دتومورحجم د بل کيدلووخت (Tumor doubling time)

دتومورحجم دبل کيدلووخت هغه وخت ته وايي چې په نوموړې موده کې دتومور اويا سرطان نسجونوحجم دلومړي وخت په پرتله دوه ځله غټ شي. کله چې يو تومورپه کلينيکي ډول پيژندل کيږي نودهغه دستريدنې دوه په دريمه برخه وخت تيرشوئ وي. دبيلګې په ډول د تيو سرطان (Mamm carcinom) دحجم دبل کيدلووخت لږڅه دوه سوه ورځې اټکل کيږي. ترڅو چې په تيوکې يوه دانه دتماس له لارې د پيژندلووړګرځي دا په دې مانا چې په دومره کچه غټيدلو لپاره يې لږ څه پينځلسو کالوته اړتيا ليدل کيږي. په داسې حال کې چې په نوموړې موده کې شل په سلوکې ميتاساز(Metastasis) د بدن په نورو برخو کې غوړيدلې وي.



موتیشن دتومور سپرپسر ګېن غیرفعال کوي
دحجرود ډیروالي پروسه ترسره کیږي
موتیشن ددي این اي جوړونکی جېن غیر فعال کوي
د پروتواونکوګېن موتیشن یواونکوګېن تو لید کوي
موتیشن دتومورسپرپسر ګېن څونورجېن هم غیرفعال کوي
سرطا ن

۱۵۶ـ شکل: دیوې حجرې د موتیشن په پایله کې دسرطان ناروغی دمخنیوی جینونه لکه (P53) (Tumor suppressor genes) غیرفعال کیږي اود سرطان ناروغی منځ ته راځي(69).

جین او موتیشن (Genes and mutation)

جین د حجرې په منځ کې کوډ شوي پیغامونه او مالومات دي چې حجرې ته دا لارښوونه کوي چې څرنګه خپل چلن دډیربښت او ویشتوب په تړاوپر مخ بوزی. جین داسي کوډ لري چې حجرې ته وایي چې څرنګه ډیر ډوله او توپیر لرونکي پروټیـن proteins جوړکړي. **دجین له خوا یو کوډ نمبر هریوه پروټیـن ته تاکل کیږي**. ځینی پروټین بیا داسی دنده لري چې دیوه بریښنایز سویچ په څیرکارکوي چې بل کیږي او مړکیږي. د بیلګه په ډول دیوه هارمون زیګنال په یوه حجره(ژونکه) اویا پروټین باندی اغیزه کوي. همدغه پروټین بیا یو زیګنال استوي چې دیو لړ نورو ځنځیری سویچونو څخه تیریږي، هغه وروستی زیګنال بیا یوې حجرې ته وایي چې ځان په دوه برخو وویشه.

موتيشن دا مانا لري چې يو جين دمنځه تللی او يا داچې ورته زيان رسيدلی دی نو له دې کبله يوه داسي حجره(ژونکه) نيمګړې ده. موتيشن دی ته هم ويل کيږي کله چې دارتيا نه زيات پروټين توليد شي او يا داچې پروټين هيڅ جوړ نه شي. د بېلګه په ډول د يوه زيګنال خپروونکی پروټين سويچ (switch) د تل لپاره بل يا ترلی پاتي شي اويا داچې ځينې نور پروټين چې هغوی ديوی حجرې د وېشلوشميراو ليميت کنترول دنده په غاړه لري د تل لپاره خلاص پاتي شي. هر هغه شی چې يوې حجرې ته زيان رسوي او په پايله کې په يوه سرطاني حجره(ژونکه) اوړي د کارسينوګن (carcinogens) په نامه سره ياديږي. دبېلګه په ډول لکه سګرټ څکول، ايونايزکوونکي وړانګې، وايرس اونور.

د سرطان په حجره(ژونکه) کې کوم جين غير نورمال شکل لري؟

درې ډوله توپير لرروونکي جېن شته دي چې د يوې سرطان حجرې په منځ ته راتللو کې مهم رول لوبوي.

- هغه جېن چې يوه حجره(ژونکه) ودې ته هڅوي چې خپل شمير زيات کړي
- هغه جېن چې هغوي د حجرو د ډيريدلو مخ نيوی کوي
- هغه جېن چې نيمګړي وي اويا داچې د کارسينوګن موادوپه واسطه ورته زيان رسيدلي وی

لومړی: اونکوجېن (Oncogenes)

داونکو Onco کلمه يو يوناني لغت دی اود پړسوب مانالري. اونکوجين هغه جينونوته ويل کيږي چې د نسجونود پړسوب سبب(لامل) ګرځي. نوموړي جينونه په دوه ډوله دی.

✍ **الف:** وايرسي اونکوجين (Viral oncogen): کله چې يو وايرس يوې نورمال روغي حجرې ته ننوځي نودغه حجره(ژونکه) دسرطان په يوه ناروغه حجره(ژونکه) اړوي. تر نن ورځ پورې لږځه شل وايرسي اونکوجين پيژندل شوي دي.

✍ **ب:** حجروي اونکوجين اويا پروتواونکوجين (Cellular oncogen = proto oncogen)

حجروي اونکوجين هغو جينونوته ويل کيږي چې په عادي حالت کې ديوی حجرې دو يشتوب ، ستريدلو، توپيرکولوDifferentiation اود حجرې سايکل Cell cycle دندی کنترول کوي.په عادي صورت سره د بدن ډيرې حجرې يواځې هغه وخت نوري نوې حجرې جوړوي چې اړتيا ورته پيدا شي. د بېلګه په ډول کله چې د بدن کومه برخه ټپي شوې وي او يادا‌چې کوم طبي عمليات تر سره شوي وي. يونورمال جين چې نوموړې دنده تر سره کوي د پروتو اونکوګين (Proto-oncogen) په نامه سره ياديږي. خوکله چې يونورمال پروتواونکو جېن دايونايزکوونکووړانګواويا د کانسروجين موادو(Cancerogene) داغيزې له کبله په غير نورمال شکل واوړي او مو تيشن پکې منځ ته راشي نوداونکوجين (Oncogenes) په نامه سره ياديږي. دا ځکه چې نوموړئ جين حجرې ته داسې زيګنالونه استوي چې ګڼه خپل شميرداړتيا نه نور هم زيات کړي. نوموړو جېنو ته يو هانواونکوجين او يا دسرطان جين (Cancer genes) نوم ورکړی دی.

دويم: دتومور سپرېسرجېن (Tumour Suppressor genes)

په حجره(ژونکه) کې ځینې داسې جېن هم شته دي چې دهغوی ځانګړې دنده په دې کې ده چې د حجرودډېربښت مخه هغه وخت ونیسي کله چې دارتیا نه زیات نورې حجرې تولید شي.

نوموړو جېنو ته دسرطان سپرېسرجېن (Tumour Suppressor genes) او یا دتومورمخنیوونکي جېن ویل کېږي. داځکه چې دغه جېن د سرطان ناروغۍ دمنځ ته راتلومخنیوۍ کوي اوپه ټپه یې دروي. دا په دې مانا چې داونکوجېن په ضد (antagonist) عمل کوي .کله چې اونکو جېن او یا تومورسپریسر جېن ضررمن اویا نیمګړي شي او خپله دنده په سمه توګه تر سره نه کړي نو یوه حجره(ژونکه) خپل ډېربښت ته دتل لپاره پاینبت ورکوي. د سپرېسرتومور جېن د ډلو څخه یو نامتو جېن د p53 په نامه سره یادیږي. نوموړې جېن په عادي صورت سره دیوې حجرې دډېربښت ټول سرلیک تر کنټرول لاندې لرې او هغو حجروته چې نیمګړې وي اوخپله دنده پوره او سمه نه شي تر سره کولای داسې سپارښتنه کوي چې ځان وژنه (apoptosis) وکړي. په هغو وګړو کې چې دسرطان په ناروغۍ اخته وي همدغه جېن p53 یا داچې نیمګړی وي او یا داچې بیخي دمنځه تللی وي.

دریم : هغه جېن چې نور نیمګړي جېن بیرته جوړوي

د حجرې په کروموزومو کې ځینې نور داسې جېن هم شته دي چې پخپله د ډي این اې (DNA) نیمګړي جېنونه بیرته جوړوي. نو کله چې نوموړي جېن زررمن شي نو د یوې حجرې موټیشن نیمګړتیا په خپل حال پاتې کیږي اوکه ومنو چې همدغه حجره یوه جنسي حجره وي، نو کولای شي چې نورو راتلونکو نسلونو ته نوموړې نیمګړتیا دموټیشن په ډول انتقال کړي. نوموړې جېن په هغو ناروغانو کې چې د غټو کولمو سرطان په ناروغي اخته وي نیمګړي پیدا کیږي.

موټیشن څرنګه منځ ته راځي ؟

څر نګه چې یوازې لوی ښښتن (ج) بشیر دی اوپه خپلو کارونو کې غلطي نه کوي، خودا باید ومنو چې طبیعت پخپله هم کله کله تیر وتنه کوي یانې د طبیعت په قانونو کې پخپله هم کله کله ناسمې اوغلطې منځ ته راځي. دبېلګه په ډول کله چې دحجرې موټیشن پیبنه منځ ته راشي نودنورو علتونوپه څنګ کې یو سبب(لامل) یې پخپله دطبیعت غلطي هم کیدای شي. نوموړې پیبنه کېدلای شي چې هغه وخت منځ ته راشي کله چې یوه رک رمټ روغه حجره(ژونکه) خپل ځان ویښې اود بیرته تولید کولو کړنلاره پیل کړي او په دې ترځ کې یوه نیمګړې حجره(ژونکه) منځ ته راشي. یوه داسې نیمګړې حجره(ژونکه) یا داچې خپل ځان پخپله وژني او یا داچې د بدن د دفاع سیستم له خوا دیوې غیرعادي یانې پردۍ او دښمنې حجرې په صفت پیژندل کیږي، او له دې کبله د منځه یووړل کیږي. دا په دې مانا چې ډیرې زیاتې او د سرطان لومړي پړاوحجرې مړې کیږي، مخکې له دې چې هغوی د سرطان ناروغې سبب(لامل) وګرزي.

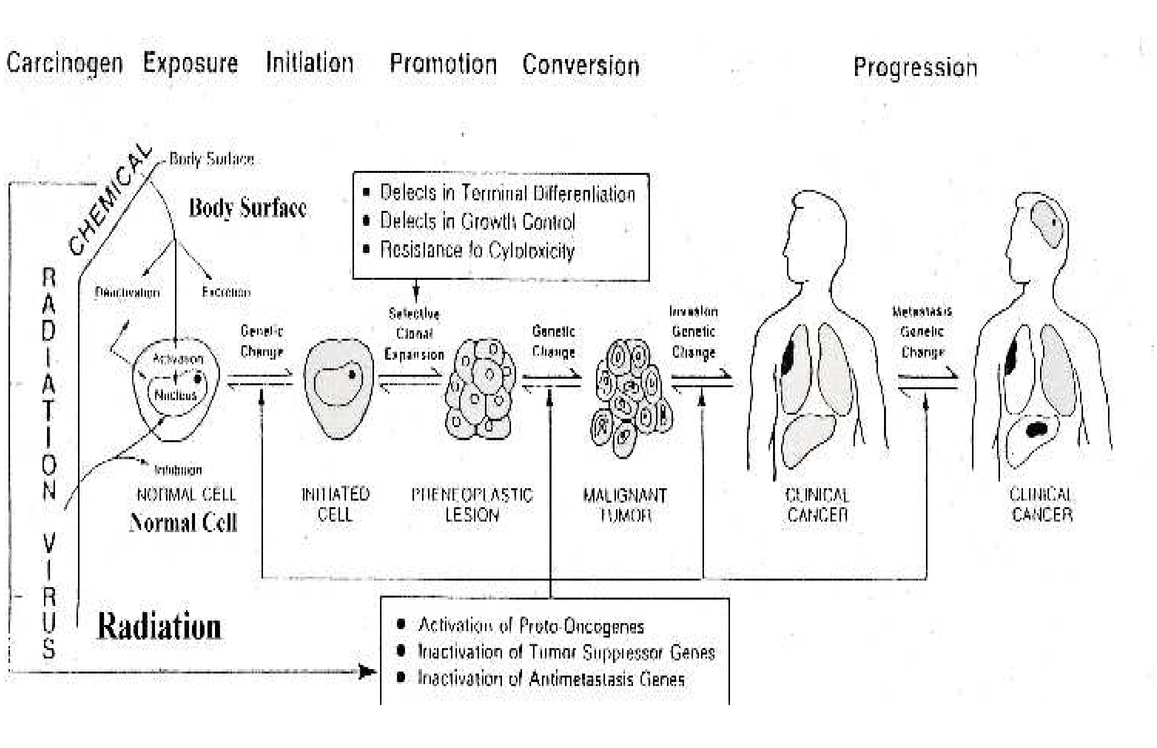
خوسره دهغې هم یو داسې ډیر کم توکلي چانس او پیبنه هم منځ ته راتلای شي، چې یوازې یوه حجره(ژونکه) کوم چې دموټیشن نیمګړتیا پکې پاتې وي مړه نه شي او د سرطان په ناروغه حجره(ژونکه) واوړي.

کوم شيان د سرطان ناروغی سبب(لامل) ګرځي؟

ځرنګه چې پخپله د سرطان ناروغی ډېر ډولونه لري نو دلاند نيو شيانو ځخه لږ تر لږه يوشي ددې سبب(لامل) کېداي شي چې د سرطان ناروغی سبب(لامل) وګرځي:

- دډيرو فکتورونو علتونه
- کارسينوګېن مواد Carginogens
- عمر Age
- د بدن دفاع سيستم Immune system
- دهر سړي جنيتيک جوړښت Genetic predisposition
- دخوراک او څښاک کړنلارې
- د چاپيريال هر اړخيزې اغيزې
- درادیو اکتیوموادوطبیعي اومصنوعي وړانګې
- وايرسونه، ما يکروبونه Viruses

دسرطان ناروغی راپاراوونکي مواد واغيزه	په يوه حجره کې موتيشن پيل کيږي	په حجرو کې جنيتيک بدلون	دتومورمخه نيوونکي جين غيرفعال کيږي	دسرطان ناروغی پرمختګ او کلينيکي نښې منځ ته راځي



۱۵۷ـ شکل: د سرطان ناروغی دراپارولولپاره هراړخيزفکتورونه لکه وړانګې ، کيمياوي زهرجن

مواد وایرس اونورددې سبب(لامل) ګرځېدلای شي چې د بدن یوه روغه حجره(ژونکه) د سرطان په حجره(ژونکه) واړوي. په نوموړي شکل کې د یوې روغې حجرې کلینیکي بدلون په سرطا ني حجره(ژونکه) بنودل شوئ دی.

لومړی: د ډیرو فکټورونو علتونه

دسرطان لړ. څه دوه سوه توپیرلروونکي ډولونه شته دي چې دبدن په مختلفوحجرو باندې ناوړه اغیزه کوي. نو که یوکارسینوګېن شي دبدن یوې برخې نسجونو باندې ناوړه اغیزه اچوي ددې مانا نه لري چې د بدن په یوه بله برخه باندې هم ناوړه اغیزه اچوي. د بېلګه په ډول، که څوک زیات سګرټ څکوي نو کیداې شي چې د سږي په سرطان اخته شي. همدارنګه که چیرته د چا پوستکي ته زیات لمر ورسیږي نو کیداې شي چې د پوستکي سرطان (melanoma) ورته پیدا شي. نو کله چې نوموړي دواړه اغیزې او همدارنګه نور فکټورونه سره یوځای پیښ شي نو د سرطان ناروغی دمنځ ته راتلو احتمال هم ورسره زیاتیږي. نو ډیر فکټورونه دا مانا لري چې د سرطان نا روغي نه یوازې دیوه فکټور بلکه دیو لړ ډیرو فکټورونود حاصل ضرب په پایله کې منځ ته راځي.

دویم: کارسینوګن مواد (Carginogens)

کارسینوګن هغو موادوته ویل کیږي چې دسرطان ناروغۍ په منځ ته راتللوکي مرسته کوي او سبب(لامل) یې ګرځي. د بېلګه په ډول سګرټ څکول، الکوهول څښل د کارسینوګنو نامتو موادو په ډله کې شمیرل کیږي.

دریم: عمر (Age)

د سرطان ډیر ډولونه شته دي چې د سړي عمر په اخیرکي زیات خود ځواني په وخت کې ډیر لږ پیدا کیږي. داځکه چې هغه بدلون چې په یوه نورمال حجره(ژونکه) کې پیل کیږي او بیا په سرطان حجره(ژونکه) اوړي ډیر وخت نیسي. دبېلګه په ډول د پروستاتا سرطان (Prostata cancer)

څلورم: جنېټیک جوړښت (Genetic predisposition)

ځیني داسي موتیشن هم شته دی چې د سړي د پیدا ینبت سره یوځای په یوه حجره(ژونکه) کې موجودوي. نو کله چې ددغه موتیشن سره بیا د ژوند په اوږدو کې نورموتیشن یوځای شي نود احسایي له مخې ددې زیات احتمال شته دی، چې سړي دسرطان په ناروغۍ اخته شي. نوموړئ موتیښن ته جنېټیک پرې دېسپوزیسیون (genetic predisposition) ویل کیږي. د تیوسرطان (breast cancer) دوه جینونه لکه BRCA1 او BRCA2 د جنېټیک پرې دېسپوزیسیون وتلي بیلګې دي. نو هغه ښځې چې یوله نوموړو جینوڅخه په خپل ځان کې لري دهغو ښځو په پرتله چې نه یې لري یوډیر لوړاحتمال شته دئ چې د سرطان په ناروغۍ اخته شي.

پنځم: د بدن دفاع سیستم یا ایمون سیستم (Immune system)

هغه کسان چې دبدن دفاع سیستم سره ستونځې لري نوددې احتمال یې زیات دی چې دسرطان په ناروغۍ اخته شي. د بېلګه په ډول هغه چاته چې په بدن کې د منځه تللي یوه غړي پر ځای ورته دبل چا یونوی غړی اچول شوئ وي نو داسي دواګاني ورکول کیږي چې هغوې ددفاع په سیستم باندې فشارراولي تر څود انتقال شوي غړي په مقابل کې ناوړه غبرګون وه نه ښیي او ضد مواد لکه (Antibody) جوړنه کړي.

شپږم: دخوراک او څښاک اغیزه:

په لویدیزه نړی کې وګړي نه یوازې ډیرخوراک او څښاک کوي بلکې دحیواناتوډیره وازده هم خوري.
داډول ژوند کول دا پایله لري چې د سرطان ناروغی د پیښیدلواحتمال لړخه ډیرش په سل کې پورته بیايي.

اووم: د چاپیریال اغیزه:

په چاپیریال کې هم ډیر شیان شته دي چې د سرطان ناروغی سره تړاولري. دبیلګي په ډول لکه د لمر وړانګې، طبیعي او مصنوعي ایونایزکوونکي وړانګې، په تنباکوککړه هوا، دفابریکوڅخه راوتلي فاضله مواد او اسبیست (Asbestos) او داسې نور.

اتم: وایرسونه (Viruses)

- ☑ ځینې وایرسونه هم ددې سبب(لامل) کیدلای شي چې دسرطان ناروغی منځ ته راولي. وایرس کولای شي چې دحجرې په جېن کې بدلون راولي او دسرطان په حجره(ژونکه) واوړي. ځینې ناروغی هم شته دي چې د یوه ټاکلي وایرس سره تړ او لري. د بیلګه په ډول :
- ☑ دغاړې سرطان او د جنسي ناروغی دمنځ ته راتلو وایرس چې د (HPV= **H**umanpathogenen **P**apilloma-**V**irus) په نامه سره یادیږي.
- ☑ د ینې سرطان او د هیپاتیټیز بي وا یرس (Hepatitis B virus)
- ☑ د وینې ټي حجرې سرطان (T cell leukaemia) اود وینې ټي حجرې وایرس
- ☑ Epstein-Barr virus (EBV) یو داسې وایرس دی چې د هوجکین لیمفوم ناروغی Hodgkin’s Lymphoma) سره تړاولري. نوموړې داسې ناروغي ده چې دبدن دلومف سیستم حجرې په غټیدلو پیل کوي.

د سرطان ناروغی پړاوونه (The stages of a cancer)

کله چې په یو ه سړي کې دسرطان ناروغي دلومړي ځل لپاره وپیژندل شي، نو تر ټولومهمه پوښتنه داوي چې دنوموړې ناروغی دپرمختګ کچه څومره ده اودسرطان حجرې دخپل ځای څخه دبدن کومونوروبرخو ته غوړیدلي او انتقال شوي دي، ترڅو ددرمل په اړوند یوه پریکړه تر سره شي. نوموړې تګ لارې ته دسرطان ناروغی پړاوونه وایي. په دې اړوند دډیرو سرطان ناروغیو لپاره د درجې سیستم (Staging systems) څخه کار اخیستل کیږي. نن ورځ دوه مهم سیستمونه منل شوي چې د ډاکترانو له خوا استعمال کیږي او یو یې د ټي این ایم سیستم (TNM) او بل یې د شمیر سیستم (AJCC) په نامه سره یادیږي. په نوموړې لنډیز کې د ټي توری (T= Tumour) د تومور او د این توری (N= Noode) لومف او د ایم توری (M=Metastasis) میټاستاز مانا ورکوي. ددغه سیستم په مرسته سره کولای شو چې د تومور لومړنۍغټوالی وښیو،او داچې د بدن په کومو لومف غدوکې دسرطان حجرې پیداشوې دي، او په اخیر کې داهم چې دسرطان حجرې دبدن کوم بل ځای پورې رسیدلې دي.

د **T** توری دسرطان ناروغی غټوالي اود شاوخوا نسجونوسره اړیکي ښيي او قیمت يې د يوه نه ترڅلوروپورې دی. (T=1- 4) او يو دا مانا لري چې دتومورغټوالی کوچنۍ دی او څلور په دې مانا چې تومور ډيرغټ شوئ دی. دبیلګه په ډول:

- T_0 د کانسر(Cancer) ناروغي په لومړي پړاو کې ده او د ومره کوچنۍ ده چې پيژندل يې سخت تماميږي.
- T_1 کا نسر د دوه سانتي متره څخه کوچنی دی (< 2 cm) .
- T_2 کانسر ددوه سانتي متره څخه ستر دی (> 2 cm)
- T_3 کانسردغړي سرحد ي برخې ته رسيدلی اود پينځو سانتي مترو (> 5 cm) څخه هم اوړي.
- T_4 کانسر ګاونډيو غړو ته غوړيدلی دی.

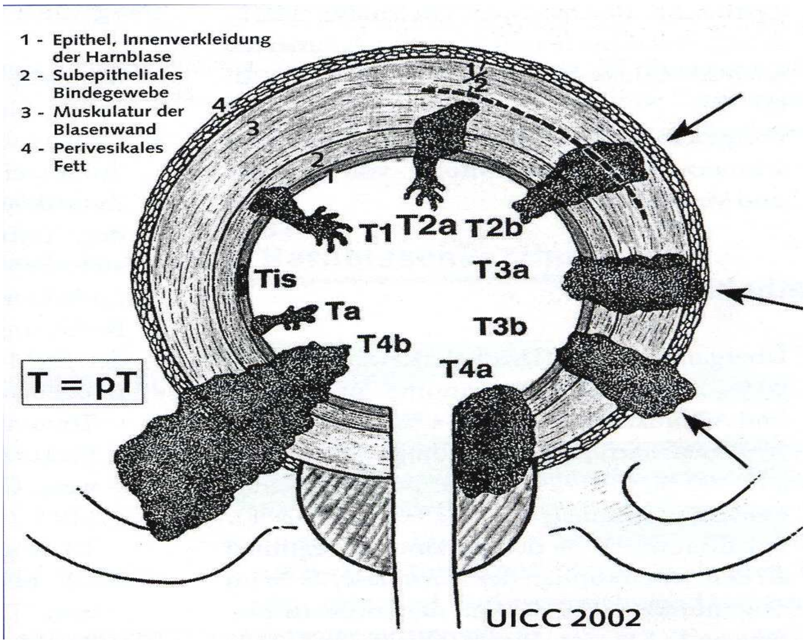
د **N** قیمت د صفر نه تر دريو پورې رسيږي (N= 0-3) اوصفردا مانا لري چې هيڅ مثبت لومف موجودې نه دي او درې په دې مانا چې خورا ډيرې مثبت لومف موجودی دي.

- N_0 دسرطان لومفاوي غدې نه شته، او د بدن نورو برخو ته نه دی غوړيدلی، یاني میتاستاز نه شته.
- N_1 دسرطان دلومفا وي غدې شته، خوپه خپل ځای کې پرتې دي، او د بدن نورو برخو ته نه دي غوړيدلي.
- N_2 دسرطان دلومفا وي غدې شته او د بدن نورو برخو ته غوړيدلي دي یاني میتاستازې شته دي.
- N_3 دسرطان ګڼ شمير لومفا وي غدې شته ، چې غټوالی يې د شپږ سانتي مترو نه هم اوړي.

د **M** قیمت ياداچې صفر او يا يووي (M= 0-1) او صفر په دې مانا چې سرطان په خپل لومړني ځای کې دی اويو په دې مانا چې دسرطان ناروغي دبدن نوروبرخو ته غوړيدلي ده.

☜ $pT_1pN_0M_0$ په دې ځای کې د پي توری P دا مانا لري چې د عملیا ت څخه وروسته د سرطان ناروغی پړاونه لکه T_1 او N_0 وټاکل شول. دا په دې مانا چې دبدن عملیات شوې برخې مواد د پاتو هيستولوژي په کړ نلاره سره تر څيړنې لاندې ونيول شوه او بيا يې د سرطان ناروغی پړاونه وټاکل شول او له دې کبله دعملیا ت څخه وروسته یاني (Post operative) نوم وکړ شوئ دی.

که چيرته د ارتوری (r) پر ليکه شوئ وي نو دا مانا لري چې د سرطان ځینې پاتې شوي نسجونه شته دي او يا دا چې د سرطان ناروغي بيرته راګرزيدلي ده (r = recidive) .



۱۵۸- شکل: د کیسه مثاني سرطان (Bladder cancer) هر اړخیزپړاونه چې د (TNM) سیستم په اساس د یوه ګراف په شکل ښودل شویدي. دکیسه مثانه د ننه برخې اپیتېل (Epihel) په یو(1) اوورپسي لاندنی پوست اپیتېل په دوه (2) او د عظلاتو(Muscle) برخه یې په دریو (3) سره ښودل شوې ده (9).

تومورمارکر (Tumormarker)

نن ورځ د سرطان ځینې داسې ناروغی هم پیژندل شوې دي چې دسرطان حجرې پخپله یو ډول مواد لکه انتیګین Antigen، پروتېین، اینزایم او هارمونونه جوړوي. په وینه او یا پخپله دسرطان په حجروکې دنورمال په پرتله د نومورو موادودغلظت ډیرښت او یا کمښت دا مانا ورکوي چې دنومړي غړي دکارکولودنده د خطرسره مخامخ ده او کیدای شي چې دسرطان ناروغی دلومړي پړاو مخکنی نښاني وي. نومړي مواد د تومور مارکر په نامه سره یادیږي چې ځینې یې د یوه غړي سرطان ناروغی سره سم سیخ تړاو لري. دبیلګې په ډول لکه مولتیپل میولوما Multiple myeloma دسرطان یوه داسې ناروغي ده چې دپلازما په حجروکې پیل کیږي.نومړې حجرې د سپینو کرویاتو څخه منځ ته راځي. مولتیپل میولوما دسرطان یوه داسې ناروغي د ه چې د یوې خوا د هډوکو په ماغزو اووینه کې د پلازما حجروشمیرډیریږي اودبلې خوا یې په جوړښت کې هم بدلون راځي. نومړې حجرې کولای شي چې دبدن د دفاع سیستم دوینې جوړونکو حجرو په تولید باندې ډیره ناوړه اغیزه واچوي. دپلازما حجرې د هډوکو په ماغزو کې راټولیږي او هلته یو تومورمنځ ته راولي چې د پلازما سیتوماس plasmacytomas په نا‌ه سره یادیږي. هغه ناروغان چې د مولتیپل میولوما په ناروغی اخته وي د هغوی په میتیازو کې یوډاکلی پروتین د Bence jones proteine پیژندل کیدلای شي. نومړئ پروتین یوازې د پلازما حجروڅخه جوړیږي.

دبیلګې په ډول پروستاتا (Prostata) یوه غده ده چې په عادې حالت کې هم یو ټاکلی پروتېین افرازکوي او د پروستاتا سپیسیفیک انتیجن (Prostata specific antigen = PSA) په نامه سره یا دیږي. نومړئ پروتېین یوداسې اینزایم دئ چې دسپرم حرکت سره مرسته کوي اودهغه جین په نونسم کروموزوم کې

موقعيت لري (Chromosom 19q13). خو کله چې پروستاتا وپرسيږي او غټه شي نو په وينه کې د نوموړي انتيجن اندازه د پخوا په پرتله بدلون کوي. په عادي صورت کې د پي اېس اې PSA قيمت په وينه کې دصفر څخه ترڅلورنانوګرام په ملي ليترکي ټاکل شوئ دی(0-4 ng/ml). خو په دې اړوند بايد وويل شي چې په وينه کې د پي اېس اې PSA قيمت لوړوالی سل په سلو کې ددې مانا نه لري چې ګنه د سرطان ناروغي سره تړاوولري. دا ځکه چې د پي اېس اې نوموړئ قيمت هغه وخت هم پورته ځي کله چې پروستاتا ښه پرسوب (Benigne tumor) ولري. په ٤٣ الف جدول کې د يو لړمهمو کلينيکي تومور مارکرنومونه او دناروغيو سره د هغوی تړاو ښودل شوئ دی.

دتومور ډول Tumortyp	**Tumormarker** تومور مارکر
دسږي سرطان، دمعدې سرطان، دتيوسرطان Mamma او د ينې سرطان Liver	CEA (karzinoembryonales Antigen)
دتريخي سرطان pancreas ، دتيوسرطان	CA 15-3 (Cancer Antigen 15-3)
دمعدې سرطان، د ينې سرطان Liver دتريخي سرطان	CA 19-9 (Cancer Antigen 19-9)
دجنسي غدو سرطان، د تيوسرطان Mamma	CA 125 (Cancer Antigen 125)
د تايرايد سرطان Thyride carcinom	Calcitonin
دپروستاتاالتهاب،غټوالی اويا دسرطان ناروغی په پايله کې پورته ځي. د صفر نه تر څلورنانوګرام په ملي ليتروينه	PSA (prostata specific antigen)
دسږي سرطان، دينې سرطان ، دوينې سرطان او دتريخي سرطان	Ferritin
پلازما سيتوم، په وينه کې د ماکروګلوبولين ډيربنت	IgM (Immunoglobuline)
په وينه کې د پلازما حجروډيربنت ، multiples myelom	Bence-Jones-Proteine

٤٣ـ الف جدول: دسرطان هغه ناروغی ښودل شوې دي چې ديوه ټاکلي تومور مارکرسره تړاولري.

دسرطان ناروغی د درمل يا دعلاج تګ لارې (Cancer Treatment methods)

که څه هم دسرطان ناروغی د درملنې (علاج) په اړوند په اوسني وخت کې ډيرې زياتې او پرمخ تللې تګ لارې ښته دي، خوبيا هم دياودونې وړخبره داده، چې هغوې ټولې يوازې هغه وخت ګټوره اغيزې لرلای شي، چې د سرطان ناروغی ډير پرمختګ نه وي کړی. دسرطان د درملنې ياني علاج (Therapy) پيژندل شوې تګ لارې په لاندې ډول دي:

- عمليات (Surgery)
- کيمياوي تيراپي (Chemotherapy)
- دوړانګو درملنه يا راديو تبراپي (Radiotherapy)
- دهډوکوماغزو او د ستم حجرو ترانسپلانت (Bone marrow and stem cell transplants)
- بيالوژيکي تيراپي (Biological Therapy)
- هارمون تيراپي (Hormone therapy)
- جين تبراپي (Gene therapy)

دنومړو تولوکړنلاروځخه عملیات، کیمیاوي تیراپي او راديو تیراپي خورا پراخ استعمال موندلی دي.

لومړی: دعملیات کړنلاره (Surgery)

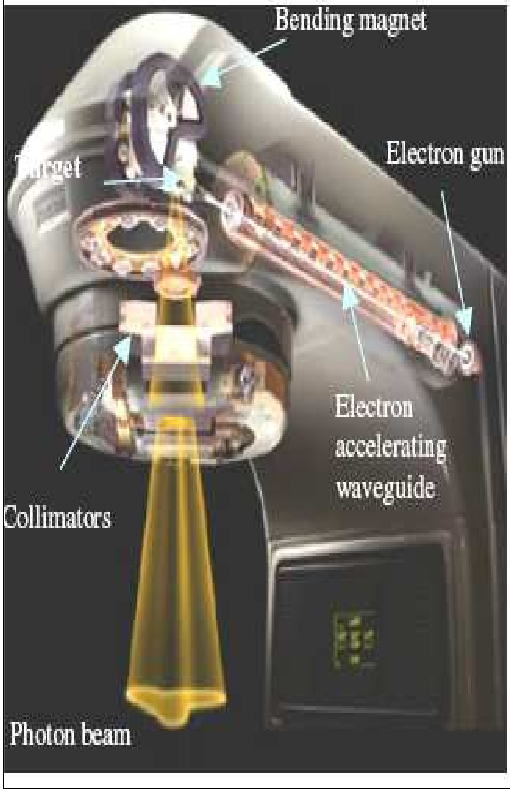
دعملیات په تګ لاره کې پخپله دسرطان نسجونه او د هغه د سرحد څو ملي متره روغ نسجونه او کله هم د روغ غړي یوه برخه، کوم چې د کمپیوترتوموګراف اونورو طبي الاتو په مرسته پیژندل شوي وي، لیري کوي. نومړې کړنلاره په هغه وخت کې تر سره کیږي کله چې دسرطان ناروغي دبدن نورو برخوته نه وي غوړېدلې یاني میتاستاز یې نه وي کړې او په یوه ټرلي او محدود ځای پورې اړه ولري.

دوړانګودرملنه یا راديو تیراپي کړنلاره (Radiotherapy)

نومړې تګ لاره هغه خت په کار اچول کیږي چې د سرطان نسجونو سرحد پوره ځرګند نه وي اود شا و خوا روغو نسجونوسره دومره شریک شوي وي چې پیژندل یې سخت تماميږي، اویا داچې سرطان د بدن نورو برخو ته هم غوړيدلی وي. راديو تیراپي دسرطان ناروغی ددرملني یوه داسي کړ نلاره ده چې د راديو اکتیو ایزوتوپو او ایونایزکوونکو وړانګو څخه کار اخېستل کیږي. په نومړې کړنلاره کې لوړ انرژي الکترونو، فوتونو،نیوترونو او ایونوزرو په مرسته سره د سرطان حجرې د منځه وړل کیږي. دنومړو وړانګو نورې ګټورې اغیزې په لاندې ډول دي:

- مخکې د عملیات څخه د سرطان نسجونه سره راغوړنډ اوحجم یې کوچنۍ کوي
- د عملیات څخه وروسته د سرطان ناروغی دبیرته پیل کیدلوخطر کم کوي
- پخپله وړانګې هم دسرطان حجرې وژني خو سالمې یاني روغي حجروته دومره زیات زیان نه رسوي دا ځکه چې روغي حجرې خپل ځان بیرته چمتو کولای شي
- کله چې دسرطان ناروغی ډيره پر مخ تللي وي او دعلاج چانس یې ډير کم وي نو د وړانګو په مرسته دناروغ د پاتې ژوند کیفیت ورشه کو لاې شي.

په ۱۵۹ شکل کې د فوتون او الکترون وړانګو یوه آله ښودل شوې ده چې د سرطان ناروغی ددرملني په موخه ورڅخه ګټه اخیستل کیږي او دکلینیکي خطي تعجیل کوونکي (Clinical Linear Accelerator) په نامه سره یادیږي. د نومړې آلي په کوپـړې کې دالکترونو او فوتونو یوه سرچینه ځاې په ځاې شوې، چې وړانګې یې سم سیخ دالکترومقنا طیسي ساحي په مرسته د ناروغ بدن په هغه برخه کې فوکس کیږي، چې د سرطان نسجونه پکې پیژندل شوي وي. دخطي تعجیل کوونکي بنه والی په دې کې دی چې انرژي یې دډاکټر دزړه په خوښه دیومیګا الکترون ولټه څخه تر لړ څه شلو میګا الکترون ولټه پورې ټاکل کیدلاې شي. د نومړې ټکنالوژي ګټه په دې کې ده چې په بدن کې دسرطان ناروغی د ژوروالي سره سم دوړانګو انرژي په ازاده توګه ټاکلاې شو. د بیلګه په ډول پوستکي ته نږدې سرطان لپاره لږڅه پینځه میګاالکترون ولټه انرژي او د سرطان هغه نسجونه چې په بدن کې ژور پراته وي د بیلګه په ډول لکه لس سانتي متره داسي وړانګې ورکولاې شو چې انرژي یې شل میګا الکترون ولټه قیمت ولري.

د خطي تعجيل كوونكي كلينيكي كړنلاره	دخطي تعجيل كوونكي تخنيكي بنه
	

۱۵۹- شكل: د راديولوژي متخصص ډاكترغازي محمد سلطانزى ديوه كلينيكي خطي تعجيل كوونكي (Clinical Linear accelerator) په څنګ كې ليدل كيږي. دوړانګودرمل پوه په دې لټه كې دى چي د سيمولاسيون (Simulation) ټكنالوژي په مرسته سره د خطي تعجيل كوونكي هغه زاويه او نورهندسي پارامېترونه ولټوي ، ترڅو د سرطان ناروغو نسجونو ته تا كل شوې انرژي ډوزپه بشپړ توګه ورسيږي. په نوموړي كړنلاره كې ډېره پام لرنه دې ته وشي، چي دشاوخوا روغو نسجونوته تر خپله وسه لږ وړانګې ورسيږي، تر څو سالمې حجرې د وړانګو د زيان څخه وژغورل شي.

دكلينيكي خطي تعجيل كوونكي سرچيني Electron gun څخه الكترونونه راوځي او د الكترو مقناطيسي څپوپه مرسته سره تعجيل وركول كيږي(Accelerating waveguide). ديوه مقناطيس په مرسته سره نوموړي الكترونونه په نوي درجه زاويه (90°) خپل سمت بدلوي او بيا په يوه فلزي نښنه (Target) لګيږي. كله چي دغه الكترونونه دنښي اتومونوهستې په نږدې كې تيريږي نو دكولومب بريښنايزقوه وربانديې اغيزه كوي اولكه يو موټر چي بريک ووهي، نو الكترونونه هم بر يک كيږي او خپله حركي انرژي د لاسه وركوي اولوړانرژي فوتون وړانګې ورڅخه منځ ته راځي. نوموړې وړانګې ناروغ ته مخامخ د يوه كوليماتور (Collimators) په مرسته سره فوكس كيږي.

درادیو تېراپي په کړنلاره کي د سرطان حجرو د بیخي له منځه وړلو په موخه دوړانګو بشپړ ډوز په عمومی ډول سره د پنځوس څخه تراویا ګرې (70 Gray -50) پورې ټاکل کیږي. نوموړې وړانګې داسي ویشل کیږي (Fraction) چي په یوه ورځ او یووار سره دوه ګرې 2 Gy او پینځه واره په اونی کي ناروغ ته ورکول کیږي او له دي کبله لږ څه شپږ اوني وخت نیسي.

د کیمو تیراپي (Chemotherapy) کړنلاره

دسرطان ځیني داسي ناروغی هم شته دي چي د رادیو تېراپي او عملیاتو په پرته د دواګانوپه مرسته سره هم له منځه تللاي شي. نوموړې کړنلاره د کیمو تېراپي په نامه سره یادیږي.

کیمیاوي تېراپي ددرمل پوهني یوه داسي کړنلاره ده چي دسرطان ځانګړو ناروغیود حجرود منځه وړلو او همدارنګه دځینومیکروبونودوژلو په موخه دیولړطبیعي اومصنوعي دواګانو څخه کار اخیستل کیږي. نوموړې دواګاني چي د کیموتېراپویتیک (Chemotherapeutic) په نامه سره یادیږي داسي خواص لري، چي د سرطان حجرویه میتابالیزم باندي اغیزه کوي. په دي مانا چي دحجرې په یوه ګرځیدونکي ځانګړي پړاو کي (Cell cycle) چي د (DNA-Synthesephase) په نامه سره یادیږي د دي این اې بیرته غبرګ جوړیدلو(Reduplication) اوکاپي کولو مخنیوئ کوي. په نوموړې تګلاره سره کیموتېراپویتیک دواګاني د سرطان حجرو لپاره داسي پایله لري لکه ذهر او له دي کبله یې وژني او په روغو حجرو باندي نسبتا کم ناوړه اغیزې لري. د کیموتېراپویتیک دواګاني په لاندي ډول ویشل شوې دی.

- الکایل انځین (Alkylating agents = Alkylanzinen) :

  د بېلګه په ډول لکه Cisplatin; Cyclophosphamid; Dacarbazin; Mitomycin; Procarbacin

- انتي مېتابولیستین (Antimetabolisten) :

  دبېلګه په ډول لکه: Methotrexat; Fluoruracid; Azathioprin; Mercaptopurin

- انتي بیوتیک (Antibiotics)

  د بېلګه په ډول لکه Daunorubicin; Doxorubicin; Mixoantro; Epirubicin

دکیمو تېراپي کړنلارې بنه والی د عملیات او رادیوتیراپي په پرتله په دې کې ده، چي دبدن په هره برخه کي دواګاني کولاي شي، چي د ویني او دلومف سیستم په جریان کي ننوځي او دسرطان حجروته ځان ورسوي او هغوې دمنځه یوسي. د کیموتیراپي دواګاني دسرطان ناروغی د ډول سره سم دعملیات او رادیو تیراپي څخه وړاندې او یا وروسته ناروغ ته ورکول کیږي.

لومړی: اد جیووانت کیموتیراپي (Adjuvant Chemotherapy)

د کیموتیراپي دواګاني ناروغ ته د عملیاتو او یاراډیوتیراپي ددرملني په اخیر کي پیل کیږي. دنومورې کړنلارې ګټه په دې کې لیدل کیږي چې د عملیات څخه وروسته دیوې خوا د سرطان ناروغی دبیرته راګرزیدلو (Rezediven) خطر کم کیږي او دبلې خوا د میتاستازو (Metastase) منځ ته راتلومخ نیوی وشي.

دویم: نیو ادجیووانت تیراپي (Neoadjuvant Chemotherapy)

د کیموتیراپي دواګاني ناروغ ته د عملیاتو او یاراډیوتیراپي ددرملني څخه په مخ کې ورکول کیږي . دنومورې کړنلارې ګټه په دې کې لیدل کیږي چې د عملیات څخه مخکې د سرطان نسجونه سره راغونډ وي اوحجم یې کوچنۍ کوي.

دسرطان ناروغی د خطرږومبی نښې

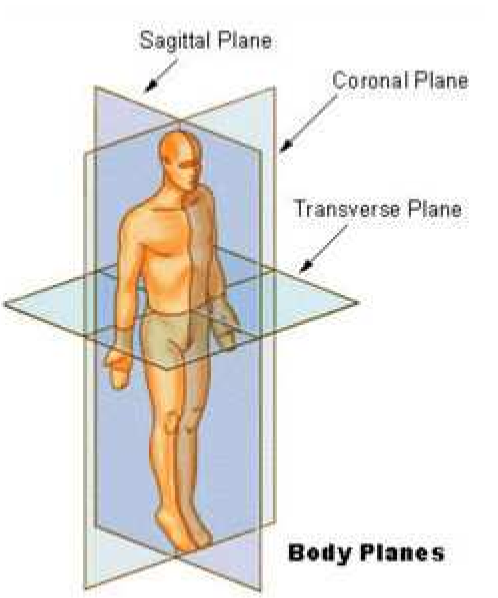
۱ - د یوې غدې ستریدل او دبدن په یوه برخه کې دغوښې څخه د یوه کلک غونداري لکه مرغرې په شکل دیوې داني منځ ته راتلل. د بیلګې په ډول لکه دښځوپه تیوکې Breast knots
۲ - دپوستکي یوه خال او یا زخي warts په بڼه کې بدلون او د نوروخالونومنځ ته راتلل
۳ - دکولمو او یا د میتیازو کڅوړې bladder په کار کولوکې بدلون
٤ - دستوني دیرتخماریدل او دیر ټوخیدل
٥ - دویني کمښت Anemia اویا دبدن خینو غړولکه د نس او یا مهبل (Vagina) څخه دویني بایلل
٦ - دهارمونوپه میتابالیزم اوکچه کې بدلون او همدارنګه د ښځې جامې یا حیز دریدل
٧ - دستوني څخه دخوراکي موادو تیرولو ستونځه
٨ - داشتها نشتوالي او دغوښي څخه کرکه کول
٩ - د زخم او پرهارببرته نه جوړیدل
١٠- دسترګود لید کمښت او په غوږو ناڅاپي کونیدل
١١- په لنډ وخت اویوه ناڅا په دوزن کمښت
١٢- پایښت لرونکی درد

دسرطان ناروغی د تشخیص په موخه یوه ډیره وتلي فزیکي کړنلاره د کمپیوترتوموګرافي په نامه سره یادیږي چې د بدن په درې بعدونوکې د اکسریزعکسونه اخیستل کیږي

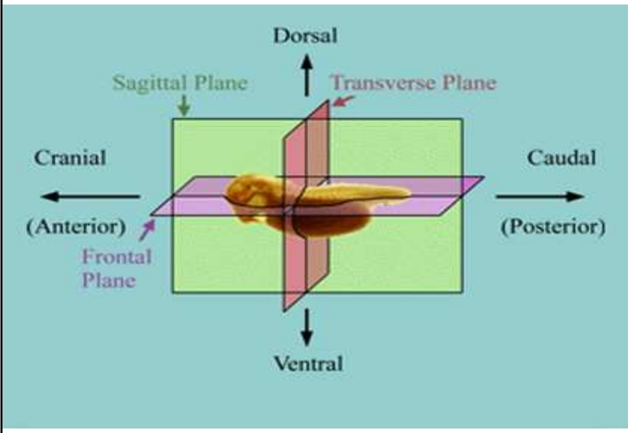
☑ دافقي محورسطحه (Transversal plane) : هغي عمودي سطحي ته ویل کیږی چې بدن په افقي ډول د سرنه پښوخواته په ساره پرې کوي.

☑ کورونال سطحه (Coronal plane = frontal plane) : هغي عمودي سطحي ته ویل کیږی چې بدن په اوږدوسره په مخ یوه برخه اوپه شا یوه برخه ویشي

☑ زاګيتال سطحه (Sagittal plane): هغي عمودي سطحې ته ويل کيږي چي بدن د مخ نه شا خواته په دوه ښکځنوبرخوويشي



دښت خواته Dorsal ، ډيپنوخواته Caudal
دسرخواته Cranial ، دمخ خواته Ventral



۱۲۸- **الف شکل:** په کمپيوتر تومو ګرافي کي د بدن اناتومي درى بعده محوررونه اوسطحي ښودل شوي دي.

پوښتنې(Questions) :

۱۸-۱- دسرطان ناروغی ددرملنې نامتوکرنلاري په ګوته کړی .

۱۸-۲- يو ښه ډوله پرسوب benign او د يوه ناوړه ياني خطرلرونکي پرسوب malignant پرسوب تر منځ توپير څه دی؟

۱۸- ۳ يوه ناروغی چي د درملنې وروسته بيرته راوګرزي څه نوميږي؟

۱۸- ٤ د سرطان ناروغی د غتوالي اوانګړوخواصو په اړوند د تي، اين، ايم T,N,M درجه ورکولوڅخه کاراخيستل کيږي. نوموړئ تکی د سرطان ناروغی او يا پرسوب په تړاو څه ما لومات وراندې کولئ شي؟

۱۸-٥ دايونايز کوونکووړانکوسوماتيک ستوخاستيک زيان څه ډول اتکل کولای شو چي ګڼه د سرطان ناروغي به منځ ته راولي او دخطر ضريب يي څومره دی ؟

۱۸- ٦ دسر طان ناروغی دخطر دوولس نامتوپيژندل شوي ږومبی نښي په ګوته کړی؟

۱۸- ۷ تومورمارTumor marker کرڅه ته وايي ؟

۱۸- ۸ ځيتو ستاتيکا Zytostatika څه ډول مواد دي او اغيزه يي څه ده؟

د یورانیم مخ نیوی اودککړشووکسا نو ددرمل کړنلارې

- تر نن ورځ پورې یوه اغیزمنه فزیکي اویا طبي کړنلاره نه شته چې د تنفس شوي او یا بدن ته وررننوتلي یورانیم مخنیوئ او یادرمل وکړي
- هغه چا ته چې یورانیم دتنفس، څښاک او یا خوراک له لارې بدن ته ور ننوتلی وی نوددې لپاره چې دیورانیم ذرې په غړوکي جذب نه شي، اود بدن څخه زر ووځي، نو دسوډیم بیکاربونا ت (Sodium bicarbonate) یونیم په سل % 1,5 تینګ شوئ محلول د رګونو له لارې بدن ته ورتیر شي (Intravenous transfusion)
- که په چا ددې شک وشي چې ګنه د یورانیم په موادوبه ککړ شوي وی، نو تر ټولو دباوروړاوچټکه کړنلاره داده، چې هره ورځ په رنې میتیازو(urine) اوخړې میتیازو(Faeces) کې دالفا شپیکترومتري تر سره شي او دیورانیم اکتیویتي اندازه شي. نوموړې اکتیویتي د پښتورګودکارکولوپه اړوندرښتونی اوګتورمالومات ورکوي.
- په بدن کې دغریب شوي یورانیم کچه د یوې حساسي فزیکي الې (کتلې ماس شپیکترومتر) په مرسته ترسره کیږي. ددې موخې لپاره د څلرویشت ساعتولپاره د ککړشوي وګړي رنې میتیازې راټولیږي اود یورانیم دوه سوه پینځه دیرش او یورانیم دوه سوه اته دیرش تناسب (U^{238}/ U^{235}) ټاکل کیږی.
- هغه او به اوخوراکي مواد چې دیورانیم په موادو ککړ شوي وي وه نه خوړل شي
- هغه سیمی چې د یورانیم سرګولی پکې چاودلي وي د فزیکي الا توپه مرسته سره یې رادیو اکتیویتي اندازه شي اوبیا دهر لوري څخه د ازغن تار په مرسته سره احاطه شي. نوموړې سیمه د یوه رادیو اکتیو سمبول په مرسته نښانه شي اودعام اولس په ټګ او راتګ بندیزولګول شي.
- دیورانیم په رادیو اکتیو موادو ککړشوې سیمه د مسلکي کارپوهانو په مرسته پاکه شي او نوموړي مواد یوه خوندي ځای ته ولیږدول شي.
- په هغه سیمه کې چې دیورانیوم سرګولۍ چاودلي وي او هلته کوچنیان په ریګ اوخاوروکي لوبې کوي، نوددې امکان ډیراتکل کیږي چې لاسونه او بدن یې په رادیواکتیو موادوککړشي اود تنفس اوخوراک څښاک له لارې ډیرزیان ورته ورسیږي. دمخ نیوی لپاره بایده دي چې د اړتیا وړسرښتي ونیول شي اودکوچنیانودککړتوب اکتیویتي اندازه شي
- دیورانیم هغه سرګولی چې په خاوروکي خښي پرتي وي او نه وي چاودلي هیڅ کله په لاس کې وه نه نیول شي . داځکه چې دوړانګو کچه یې دوه ملي سیورت په ساعت کې ده
- که چیرته په ککړشوې سیمه کې څوک د پښتورګودرد څخه دیرشکایت لري نو ددیالایزیس درمل (Dialysis treatment) سپارښتنه هم اړینه ده. که چیرته د پښتورګوتوبولوس ته زیان رسیدلي وي نو په رنې میتیازو کې د دبیتا مایکروګلوبولین پروتوتین کچه پورته ځي. β_2-microglobolin
- دسیني اکسریزعکس اخیستل دیورانیم غټي ذرې په سږو کې رابرسیره کوي

دوولسمه برخه

نونسم څپرکی

لنډيز (Summary)

- طبيعي يورانيوم يوراديواکتيو فلز دی چې دهستوي بتۍ لپاره د سونګ موادوپه موخه ورڅخه کاراخيستل کيږي. طبيعي يورانيم ددوايزوټوپوڅخه جوړدی چې يو يې يورانيوم دوه سوه اته ديرش نوموېړي او نهه نوي عشاريه دری په سل اوبل يې يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش نوميږي او دری په زرمه برخه تشکيلوي. په هستوي بتۍ کې د يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش برخه دسونګ موادو په موخه بډای کيږي او تر لږڅه دری په سلو کی پورته کيږي.

- غريب شوئ يورايم (Depleted Uranium) دطبيعي يورانيوم هغه ډول مرکب تشکيلوی چې د غني کولوپه کړنلاره کې ديورانيوم دوه سوه پينځه ديرش سليزه برخه د صفر عشاريه اووڅخه (0,7%) تر صفر عشاريه دوو(0,2%) پورې راټيټه شوي وي. نوموړئ فلز د طبيعي يورانيم هغه وروسته پاتې فاضله مواد و ته ويل کيږي، چې د چاوديدونکي يورانيوم دوه سوه پينځه ديرش U-235 د بډای کولو په کړنلاره کې پاتې کيږي.

- د۱۹۹۱ څخه راپدې خوا دنړې ډير هيوادونه دغريب شوئ يورانيوم څخه په پوځي موخه لکه په ټانکونو، سرګوليواوتوغنديو کې ديوه کلک اوچاوديدونکي فلزپه صفت کاراخلي. څرنګه چې دنوموړي فلزکثافت د اوسپنې پرتله لږ څه دری ځله لوړدی نو له دې کبله د يورانيم سرګولی دهغوی د سرعت سره سم په ډيره اسا نۍ سره دپوځي الوتکو، ټانکونو او نوروهغوپوځي وسلو څخه چې د اوسپنې او يانورو فلزاتوڅخه جوړې وي تيريدلای شي او هغوی بيخي له منځه وړي.

- کله چې ديورانيم يوه سرګولی په نښه ولګيږي نو سمدلاسه په کوچنيوذرو اوړي او بيا وروسته لکه چاوديدونکي کيمياوي مواد پخپله اوراخلي اوپه پايله کې چاپيريال ته دغاز يا ايروزول (Aerosol) په بڼه دباد په واسطه خواره واره کيږي. دغه راديو اکتيو ګرد داتموسفيرڅخه دځمکې په مخ پريوځي اوبيا ژورواوبوته هم لاره پيداکوي چې په دې ډول په چاپيريال کې ټول ژوندي اونه ژوندي شيان په راديو اکتيوموادو ککړ کيږي. نوموړي مواد کيدلای شي چې دخوراک، څښاک او دتـنفس له لاری بدن ته ننوځي.

- په دغه راديو اکتيوغاز کې ديورانيوم دوړو ذرو قطر لږڅه لس مايکرو متره دي نو له دې کبله په آسانۍ سره د تنفس له لارې سږو ته ور ننوځي . يوه برخه يې په سږو کې جذب کيږي او پاتې برخه يې د وينې له لارې دبدن ټولو غړو ته ليږدول کيږي چې بيا هلته د هرغړي څخه په توپير سره جذب کيږي. دبيلګه په ډول شپيته په سل (60%) په هډوکو، شپاړس په سل (16%) په سږو،

اته په سل (8%) په پښتورګوکي جذ ب کيږی. په سږو کي ديورانيوم بيالوژيکي نيمايي وخت دښپاړسوکالوڅخه هم اوړي.

- ديورانيوم هغه برخه چي دبدن په پلنو هډوکوکي جذ ب شوې وي کوم چي د ټول بدن لپاره وينه جوړوي نود هډوکوماغزوته وړانګې رسوي. که چيرته دويني حجرې دوړانګودناوړه اغيزې په پايله کي زيا ن وموومي نوتولي هغه حجرې چي دهغوی څخه نورې نوې حجرې جوړيږي هم نيمګړې وي، اوله دي کبله دموټيشن او د ويني سرطان ناروغی سبب(لامل) ګرزيدلای شي. په پايله کي دويني کمښت، دويني دفاع سيستم (Imunsystem) کمزورتيا، درنګ سپينوالی، د انتاني ناروغي اونورې ناروغی منځ ته راځي.

- دلږ څه يوکال نه وروسته يورانيوم په توريم (Th-234) او پروتاکتينيم (Pa-234) تجزيه کيږي اودالفا وړانګو په څنګ کي د بيتا او ګاما وړانګي هم خپروي نوله دي کبله دچاپيريال ټولواوسيدونکو، نباتاتو، څنګلونو،څلورپښيواونورو ژوندسوري اورګانيزمو ته په راتلونکوڅو لسيزوکي دخطريوه سرچينه ګرزيدلای شي. داځکه چي دنوموړو اورګانيزمو دې اين اې ديورانيوم وسلود کيمياوي، فزيکي، بيالوژيکي، اووړانګيزو زهرجنوناوړواغيزوپه پايله کي موټيشن منځ ته راولي.

- دغريب شوي يورانيوم فزيکي نيمايي وخت څلورنيم مليارده کاله دی. دا په دې مانا چي دنوموړي وخت څخه وروسته د يورانيم اکتيويتي د لومړي وخت په پرتله نيماييی ته رالويږي .نو له دي کبله هغه سيمي چي ديورانيوم وسلي پکي خورې ورې شوې او په راديو اکتيو موادو ککړې شوې وي تر زرګونو کالو پورې به هم په نوموړي عنصراودتجزيي په کړنلاره کې پيدا شوو نويوراديواکتيوعنصرونو ککړې پاتي شي.

- ديورانيوم فلز لکه سيماب (Hg) ، ارزين (Arsen) ، سرب (Pb) او نيکل (Ni) يوډير زهرجن فلز دی چي د بدن ډير وغړو دندې په تيره بيا د پښتورګو کارکول نيمګړی کوي. دنړيوال روغتيا سازمان د سپار ښتني سره سم دعام وګړو لپاره په يوه ګرام پښتورګوکي د يورانيوم اندازه د دريو ما يکروګرام (3µg) څخه وا نه وړي.

- ځرنګه چي د يورانيم وسلوڅخه په ډيره ټيټه کچه وړانګي خپريږي، چي ليول يې د ځوملي سيورت نه هم نه اوړي نو له دې کبله دوړانګو زيان يي يوه تصادفي اغيزه يا ستوخاستيک اغيزه ګڼل کيږي چي اټکل يي يوازې د احسايوې شميرني په بنسټ ولاړدی. خو د تيوري له مخي لکه د الفا وړانګو يوه ذره او يا يو فوټون هم کولای شي چي د بدن په حجرو Somatic cell او يا جنسي حجرو Genetic cell کي دومره بدلون يا موټيشن راولي چي په پايله کي ډير کاله وروسته په همغه نسل کي دسرطان ناروغی اويا په راتلونکو نسلونو کي عيبناک (Malformation) او لادونه منځ ته راشي. دوړانګو ستوخاستيک اغيزې يوازې هغه وخت بې زرره ګڼل کيدای شي چي دوړانګوانرژي ډوزيې صفر قيمت ولري يانې چاته هيڅ وړانګي وه نه رسيږي.

اخرنۍ خبرې اوپايله

دگران افغانستان په خاوره کې اوه ويشت کلنې جګړې دا په ډاګه کړه چې ترنن ورځ پورې افغان ولس ديوې خوا ګڼ شمير ژوندي دښمنان او دبلې خوا نه ژوندي دښمنان لري. دبېلګه په ډول د نه ژونديو او اوږدې مودې دښمنانو په ډله کې لاندنۍ وسلې شميرل کيږي.

- د ۱۹۸۰م کال څخه راپدې خواد هيوادپه هرګوټ کې ديورانيوم وسلوڅخه دجګړې په ډګرکې کار اخيستل کيږي او په پايله کې چاپيريال په راديواکتيو او زهرجنوموادو ککړکيږي.
- په ټول هيوادکې د ماينونو(land mines) شته والی داسې پايله رامنځ ته کړي چې په راتلونکو لس ګونو کالونوکې چاپيريال د افغان ولس لپاره دخطريوه ستره سرچينه او غميزه وګرځي.
- د۱۹۹۸ م کال څخه راپدې خوا دافغانستان ګڼ شمير ګاونډي هيوادونه هستوي ازمويني تر سره کوي. په نوموړې کړنلاره کې دهيوادچاپيريال په راديو اکتيو موادوککړ کيږي.

څرنګه چې ديورانيوم وسلود ناوړواغيزوپه اړوند تر ننه پورې ديوې علمي اود باور وړڅيړنې د بې پلوه حکومتونواونامتو پوهنيزتولنوله خوا نه دي تر سره شوې نو ديورانيوم وسلود هستوي وړانګود رښتونې زيان اټکل تر اوسه پورې ډير سخت او ګنګ پا تې شوۍ دۍ. داځکه چې:

تجربو وښودله چې دسرطان هغه ناروغۍ کوم چې د يورانيم وسلو د استعمال په پايله کې منځ ته راتلای شي، اود سرطان هغه ناروغۍ کوم چې په چاپيريال کې دنوروناوړواغيزو، لکه کيمياوي زهرجنو موادو، په طبابت کې د وړانګوکارول، په چاپريال کې طبيعي وړانګې، دچرنوبيل هستوي وړانګې، هستوي ازمويني او د هستوي بټيو څخه را پيدا کيږي دنوموړوتولو تر منځ په کلينيکي تراوکوم توپيرکيدلای نه شي.

ددۍ لپاره چې په دې هکله يوه غوڅه پريکړه وکړای شو،په دې مانا چې ګنه د يورانيوم وسله په کومه کچه داولس په روغتيا اوپه چاپيريال باندې ناوړه اغيزې لرلې، نو اړينه ده، چې په دې اړوند د ټيټې کچې وړانګوپه هکله نورې علمي څيړنې په ملي اونړيواله کچه تر سره شي. دټيټې کچې وړانګې او لوړې کچې وړانګې بيلګې په لاندې ډول دي.

- په لوړه کچه وړانګې (High level radiation) لکه په جاپان باندې داتوم بم وړانګې، او يا داتومي وسلود کارولوپه پايله کې چاپيريال ته خپرې شوې وړانګې چې دانرژۍ دوزيې ديو ګرې (>1Gy) نه پورته وي.
- په ټيټه کچه وړانګې (Low level radiation) لکه ديورانيم وسلووړانګې، په طبابت کې د وړانګواستعمال، په چاپريال کې طبيعي وړانګې، دچرنوبيل هستوي وړانګې، ديورانيوم دکان کېندنې وړانګې، او د هستوي بټيوځخه ازاد شوې وړانګې چې دانرژۍ دوزيې ديو ګرې ځلورمې برخې (<0,25Gy) نه ښکته وي. نومورې وړانګې دطبيعي وړانګوپه پرتله لږ ځه سل برابره دی.

د۱۹٤۰ م کال څخه راپدې خوادلوړې کچې وړانګې په هکله ګڼ شمير اپيډيمولوژي Epidemiology څيړنې تر سره شوې دي چې د تجربو په بنسټ دوګړوروغتيا او چاپيريال ته د زيان خطراتکل وړاند وړينه درياضي موډلونه په مرسته تر سره کيدای شي.

په داسې حال کې چې د خلکو روغتيا په تړاو د لوړې کچې وړانګو دزيان اوخطر په هکله دنړيووالومسلکي ساينس پوهانو تر منځ پوره يووالى شته دی خو د ټيټې کچې وړانګو په هکله ساينس پوهان په دوه ډلو ويشل شويدي.

لومړی ډله پوهان:(3;4;79;83)

هغه ډله پوهان اونړيوال سازمانونه دي چې دخلکو روغتيا اوچاپيريال ته د ټيټې کچې او ديورانيوم وسلې وړانګې داندېښنې وړ نه ګڼي او په لاندې ډول خپل نظروړاندې کوي.

- ديورانيوم وسلودخطر کچه دهغو حکومتونوله خواچې دجګړو په ډګر کې ديورانيم وسلو څخه کار اخلي نه منل کيږي اود زيان احتمال يې په چاپير يال کې د طبيعي وړانګو اونورو زهرجنوکيمياوي اوبيالوژيکي موادو سره برابراټکل کوي.
- داتومي انرژۍ نړيوال سازمان (IAEA)، دملګرو ملتودچاپيريال ساتنې کمسيون(UNEP) او د نړيوال روغتيا سازمان (WHO) د يورانيوم وسلو زهرجنې اووړانګوناوړه اغيزې مني، خو د زيان کچه يې ډيره ټيټه او داندېښنې وړ نه ګڼي.
- په نړۍ کې وتلي مسلکي کارپوهان (83;57;47) ديورانيم وسلودخطر کچه دعامو وګړو روغتيا ته داندېښنې وړ نه بولي . دبيلګې په ډول مېکډيارميډ (McDiarmid et al 83) لږ څه دوولس کاله وروسته په هغو عسکرو باندې چې په ۱۹۹۱ م کال کې يې دګلف خليج په جګړه کې برخه اخيستې وه بيالوژيکي او کلينيکي تجربې تر سره کړی .نومړو کارپوهانوډګڼ شمير عسکرو ميتيازې په يوه موده کې د ځلرويښت ساعتونولپاره راټولې کړی اود يورانيوم غلظت کچه يې دځانګړې (ICP-MS) تکنالوژۍ په مرسته سره اندازه کړه. دتجربوپايلو په ډاګه کړه چې دعسکروپه بدن کې د يورانيوم کچه دطبيعي کچې سره برابره وه.

دويمه ډله بوهان:(1;2;5)

هغه ډله پوهان اونړيوال بي پلوه علمي سازمانونه دي چې دخلکو روغتيا اوچاپيريال ته د تيتي کچي او ديورانيوم وسلي وړانګي په راتلونکو څو کالونو کې بيخي دانديښني وړ ګڼي او خپل نظر په لاندې ډول وړاندې کوي.

دويمه ډله نړيوال بي پلوه مسلکي ساينس پوهان اوپوهنيزنا دولتي ټولني د بيخي نوو څيړنو او اپيډيمولوژی شميرنوپه بنسټ نه يوازی دلوړې کچې، بلکه د تيتي کچي وړانګي دخطر څخه هم ډيره انديښنه ښيي. نوموړې ډله مسلکي پوهان په ډاګه کوي، چې د هغو پخوانيو فرضيو(Hypotheses) کلاسيک موډلونه، کوم چې په جاپان باندې داتوم بم دکارولونه وروسته د ژونديو پاتي شوواو دسرطان په ناروغی اخته کسانوڅيړنواواپيډيمولوژی شميرنوپه بنسټ ترلاسه شوي دي، دتيتي کچي وړانګو لپاره د باوروړنه دي. داځکه چې دغه کلاسيکي موډل دتيتي کچي وړانګو دخطرضريب کچه ددرندو هستوي ذرو لکه د الفاذرې لپاره کله چې دخوراک ښناک له لارې بدن ته ننوځي بيخي لږ ښيي. نوموړې ډله پوهان د تيتي کچي وړانګي لکه ديورانيوم وسلي دخطرضريب په هکله خپل دريزونه لاندنيوورته هستوي پيښو، نويوڅيړنواواپيډيمولوژی شميرنوپه بنسټ په ډاګه کوي (61-65).

- هغه حجرې چې دوړانګودرنا کيدوپه پايله کې ورته زيان رسيدلي وي خوبيا هم ژوندې پاتي شوي وي. په ډير احتمال سره به په نوموړوحجرو کې څوکاله وروسته دغه وررسيدلي نيمګړتيا را برسيره شي (Genomic instability)
- دبايستېنډراغيزه (Bystander effect) دتيتي کچي وړانګو يوه بيخي نوې او ازمويل شوې بيالوژيکي هغه ناوړه اغيزه په ګوته کوي چې درنا شوو حجرو په شاوخواګاونډيوحجروکې پيښيږي او زيان ورته رسوي. په داسي حال کې چې ګاونډيو حجروته هيڅ وړانګي هم رسيدلي نه وي. دبيلګه په ډول دځانګړوحجرو په کلچرکي (Cell culture techniques) يولړتجربو وښودله چې دهستوي درندوذرولکه دالفا ذره اود تيتي کچي انرژي ډوزلپاره د پيژندل شووفرضيو (Hypotheses) پرخلاف په ډي اين اې کې دوړانګو د موتيشن خطرکچه لږ څه دلسو نه تر سل ځله پورې لوړه ده(61-65) .
- دتيتي کچي وړانګو دخطر وړاند ويني اټکل تراوسه پورې ديوې خطي بريد نه لرونکې فرضي (Linear-non threshold hypothesis =LNT) په بنسټ تر سره کيږي چې په نړيواله کچه دډيرو مسلکي پوهانوله خوا منل شوې او دباوروړموډل تشکيلوي. نوموړې فرضيه داسي مني، چې که دوړانګويوه ذره د ډي اين اې يوه ماليکول سره غبرګون وکړي، نو په پايله کې کولای شي چې د سرطان ناروغی منځ ته راولي (66) . دا په دې مانا چې دسرطان حجرود راپاريدلو احتمال د الفا ذرو دشمير سره سم سيخ متنا سب دی. نوکه دالفا لس ذرې د بدن يوه ډي اين اې په يوه ماليکول ولګيږي نود سرطان دمنځ ته راتلو خطر يې هم لس ځله پورته ځي. دا په دې مانا چې څومره ډيرې ذرې د ډي اين اې (DNA) په ماليکول ولګيږي نو په

همغه کچه يې د زيان احتمال هم زياتيږي. دنومړي تيوري په اساس دوړانګودخطرڅخه که په هره کچه هم وي خلاصون نه شته (No level of radiation is safe).

- ځيني نړيوال بې پلوه اونه حکومتي پوهنيز ټولني په ډاګه کوي چي په عراق ، په پخواني يوګوسلاويا (کوسوو) ، کوويټ او افغانستان کي د يورانيوم وسلي کارول شوئ دي (1;2;5). په نوموړوسيموکي خلک ديو لړناروغيواخته کيدوڅخه وروسته شکايت لري. دبېلګه په ډول:

د هډوکوخوړيدل، دغړوکمزورتيا، تبه لرل، عصبي تکليف، دسترګو ديد کمښت، سرخوږيدل، دحافظي کمښت، زوړخفګان (Depression) او داسي نور.

دبېلګه په ډول دنړۍ بې پولي ډاکټران (84) په ډاګه کوي چي په ځينوهيوادولکه عراق اويوګوسلاويه کي دسرطان ناروغۍ کچه د پخوا په پرتله څو ځله پورته تللي ده. دنوموړو وسلو په کارولو سره د سيمي وګړو په تيره بيا په کوچنيانوکي دويني سرطان، د معيوبو ماشومنوزيږيدل (Malformation) ديخوا په پرتله ډيرښت موندلي دی.

- هغو عسکرو چي پخپله ديورانيوم وسلو په کارولو او يا دخليج جګړي په ډګرکي دنده تر سره کوله په ګوته کوي چي دنوموړو وسلوله کبله دهغوی روغتيا ته زيان رسيدلی دی.د بېلګي په ډول دهغوی په رنې ميتيازوکي (Urine) دنوروکنټرول کسانو په پرتله په لوړه کچه يورانيوم اندازه شوئ دی او دبډوډي په ناروغۍ اخته دي(Nephritis) . په دغو عسکرو او د سيمي په وګړو کي يو ډول نوي ناروغي منځ ته راغله چي د ګلف جګړي سيندروم (Gulf war syndrom) په نامه سره ياديږي.د نوموړي ناروغۍ وتلي کلينيکي نښې دبدن ددفاع سيستم (Immune system) کمزورتيا اود معيوبوماشومانوزيږيدل دي(68).

- دملګروملتو دچاپيريال ساتني پروګرام ټولني (UNEP) دراديو کيمياوي تحليل تجربوپه ډاګه کړه چي په پخواني يوګو سلاويا کوزوو (Cosovo) کي د يورانيوم داسي سرګولی کارول شوي دي چي نور ډير راديو اکتيو اوډير زهرجن ايزوټوپونه لکه يورانيوم دوه سوه شپږديرش، پلوتونيم دوه سوه نهه ديرش، پولونيم دوه سوه لس او نيپتونيم عنصر هم پکي شته دي. نوموړي ايزوټوپونه په مصنوعي ډول سره په هستوي بټۍ کي منځ ته راځي او دروغتيا په تراو تر ټولو د اندیښني وړ دي. داځکه چي هغوی ديوی خواډيرسخت زهرجن مواد اودبلي خوا ډير راديواکتيو خاصيت لري(82).

- يوه بله اړينه اوديورانيوم وسلو سره ډيره ورته اپيډ يمولوژي شميرنه په هغوپينځه ځلويښت زرو کارګرانوتر سره شوې ده، چي د١٩٤٦ م کال څخه تر ١٩٩٠ م کال پورې دجرمني هيواد يورانيوم په کانو کي په کارونو بوخت وو. دنوموړو کارګرانو څخه تر نن ورځ پورې لږ څه نيمايي د سږي سرطان، دهډوکو سرطان او دويني سرطان په ناروغۍ مړه شوئدي او دغه لړۍ نورهم پايښت لري. دغوکارګرانو د رادون راديواکتيو غاز (Radon) چي الفا وړانګي خپروي په ټوله موده کي تنفس کړی وه. په دې تړاو بايد وويل شي چي دغريب شوي يورانيوم دالفا وړانګواکتيويتي درادون غاز په پرتله ډيره لږ ده. خو که ديورانيوم په وسلو کي دهستوي بټۍ د سونګ سوځيدل شوي فاضله مواد وکارول شي چي دپلوتونيم اونور ايزوټوپونه هم پکي ګډ شوې وي نو د روغتيا په تړاوډير دانديښني وړګڼل کيږي(29).

دافغان دولت چارواکو ته وړاندیزونه

په پښتو کې یو متل دی چې: (هغه ځای سوځي چې اور په بلیږي). د ا رښتیا خبره ده چې نن ورځ په افغانستان کې اوربل دی، خو هغه څه چې دکارپوهانوپه وس کې پوره وي باید ډګرته راووځي. دا په دې مانا چې که چیرته دافغا ن دولت چارواکي د خپل ولس دروغتیا، سلامتیا اودهیواد چاپیریال ساتنې سره دزړه له کومې مینه لري نوپه لاندنیو وړاندیزونو، دخپل ملي اونړیوالو مسئولیتونو په پام کې نیولو سره په دې اړه ټینګ او موثر ګامونه واخلي.

- خرنګه چې افغانستان د اتومي انرژی نړیوال سازمان (International Atom Energy Agency = IAEA) او هم دنړیوال روغتیا سازمان (World Health Organization = WHO) یو ډیرپخوانی او ټینګ غړی دی، نو د نوموړو سازمانو دمنشور سره سم مجبور او مکلف دی، چې په رادیواکتیو هستوي موادو او زهرجنو کیمیاوي او بیالوژیکي موادوباندې دچاپیریال ککړتوب کچه دخپل تخنیکي، علمي اومالي وس سره سم ټیټه وساتي او دیوه ټاکلي کچې یا لیول(Level) څخه وا نه وړي. په دې اړوند دایونایز کوونکو وړانګودخطر څخه دځان ساتنې نړیوال کمیسیون، (International Commisstion of Radiation Protection = ICRP) په یوه څیرکي کې لاندنی سپارښتنه لیکل شوې ده:

د هریوه هیواد وګړ و روغتیا او چاپیریال دایونایزکونکووړانګو دخطر څخه چې څومره په تخنیکي، تنظیمي، او علمي توګه امکان ولري باید دوس سره سم خوندي او په امن کې وساتل بنې. نوموړی ماده په علمي اثاروکي د الارا (ALARA) پرنسیپ په نامه سره نامتو ده.

- دافغان دولت مسئول چارواکي باید دنړیوال اتومي انرژی سازمان (IAEA) او همدار نګه د روغتیا نړیوال سازمان (WHO) څخه په رسمي توګه غوښتنه وکړي چې په ښکمنو سیموکې داوسیدونکو د ناروغیو پیژندلو په تړاوچې دیورانیوم وسلو سره اړیکې ولري څیړنه پیل کړي.

- نوموړي موخې ته درسیدلوپه خاطر باید دافغانستان واکمن چارواکي سمدلاسه دنړیوال اتومي انرژی سازمان (IAEA) او دنړیوال روغتیا سازمان (WHO) په مرسته یوه څیړونکې پروژه پرانیزي چې دیوې خواپه رادیواکتیو موادو دتول هیواد دچاپیریال ککړتیا کچه شپه اوورځ یانې د څلیرویینت ساعتونو په موده کې دیوې څارونکې آلې (Environmental Monitoring) په واسطه اندازه کړي اودبلې خوا دسرطان ناروغی په تړاود ثبت اوپر لیکه کولو یوه اپیي ډیمولوجي شمیرنه (Epidemiological cancer register statistic) په تول هیواد کې پیل کړي.

- ددې لپاره چې په افغانستا ن کې دیورانیوم وسلو په هکله دنړیوالوبې پلوو پوهنیزو ټولنو خپور شوې طبي مالوماتوربتونوالی وازمویل شي، نوددې اړتیا لیدل کیږي چې پخپله افغان مسلکي کار پوهان داړوندو سیمو اوسیدونکو په رنو میتیازو(Urine) ، وینه اوچاپیریال، لکه اتموسفیر، نباتاتو، ځنګلنو، دڅښاک اوبواو دځمکې پرمخ دیورانیوم کچې او اندازې څیړنه او سپیناوی وشي. څرنګه چې په رنو میتیازو اووینه کې دفزیکي او بیالوژیکي دوزیمتري په مرسته سره دیورانیوم ټاکل شوې کچه، د هغه یورانیوم سره چې په ټول بدن کې جذب شوې وي سم سیخ اړیکي لري نود نوموړې کړنلارې له مخې سرې کولای شي چې تر ډیرو کالوځخه وروسته هم په بدن کې دیورانیوم کچه وټاکل شي او دروغتیا دناوړو اغیزوپه هکله وړاند وینه تر سره کړي.

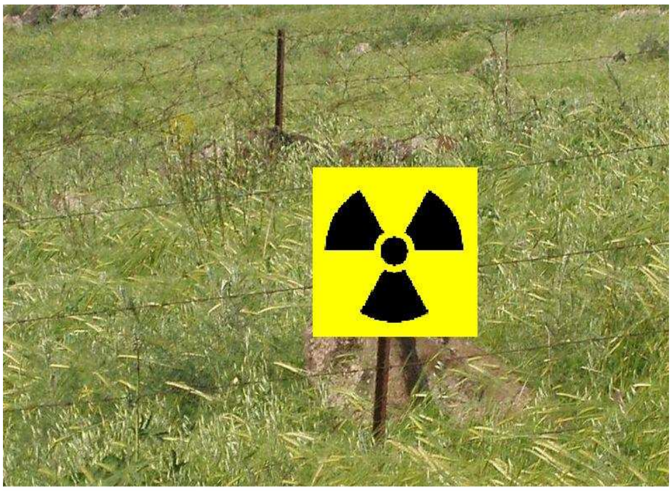
- د یورانیوم په وسلوکې ددؤ اړینوایزوټوپونو لکه (U235/U238) د پیژندلوپه موخه یو لړ فزیکي آلي لکه دکتلې شپکټرومتریوه وتلي د ستګاه (Inductively coupled plasma mass spectrometry) او دالفا، بیتا او ګاما وړانګو د یدکتورونه دکابل پوهنتون طبیعي علومو پوهنځي په واک کې ورکړه شي. بیا د یو شمیرافغاني اونړیوال وتلواستاداناواوکارپوهانو له خوا پراخ بنسټیزریسرچ او څیرنې پیل شي. نوموړې دستګاه دنړیوال مرستو دپروژوپه لړکې تر لاسه شي.

- څرنګه چې د افغا نستان حکومتي چارواکي دهراړخیزوناوره موادو لکه بیالوژیکي،کیمیاوي اوراديواکتیوموادو څخه دچاپیریال د پاک ساتلو اودعام ولس دروغتیا د ساتلومسئو لیت په غاړه لرې، نو له دې کبله مجبور او مکلف دي چې په د ې هکله خپلې ټولې هغه څیرنې چې د چاپیریال ککړتوب په هکله په لاس کې لري خپل ولس اونورونړیوالو سازمانونوته په رسمي ډول وړاندې کړي.

- دتجربو په بنسټ باید ددې لټونه وشي چې دهیواد په کومه یوه سیمه کې خوبه دیورانیوم په وسلوکې دهستوي بټۍ د سونګ سوځیدل شوي فاضله مواد (Nuclear power plant waste fuel) نه وي کارول شوي. داځکه چې په نوموړوموادو کې په هستوي بټۍ کې په مصنوعي ډول جوړ شوي رادیو ایزوټوپونه لکه پلوتونیم دوه سوه نهه دیرش Plutonium 239 اونورهم ور ګډ شوي وي.

- هغه سیمي چې د یورانیوم سرګولی یکي چاودلي وي د فزیکي الا تویه مرسته سره یې رادیو اکتیویتي اندازه شي. دیورانیوم په رادیو اکتیو موادو ککړشوې سیمه باید د مسلکي کارپوهانو په مرسته پاکه شي او نوموړي مواد یوه خوندي ځای ته ولیږدول شي. وروسته بیا دهر لوري څخه د ازغن تار په مرسته سره احاطه شي. نوموړې سیمه د یوه رادیو اکتیو سمبول په مرسته نښانه شي اودعام ولس په تګ او راتګ بندیزولګول شي. په ۱۹۶ شکل کې دورانګو دخطررادیو اکتیونښانه یا سمبول ښودل شوی دی.

Radiation hazard symbol



Forbidden Zone دبندیز سیمه

Radioactive contamination

رادیو اکتیوککړتیا

١٩٦ ـ شکل: د وړانګود خطرنښه یا سمبول

(ومن الله توفيق)

اخځونه
(References)

1. A. Durakovic: Uranium Medical Research Center, Washington DC –USA
2. Dai Williams: “Mystery Metal Nightmare in Afghanistan”, 2002
3. WHO , Depleted Uranium (Sources, Exposure and Health Effects) , 2001
4. International Atomic Energy Agency Reports Series 2003,Vienna
5. World Uranium Weapons Conference ; Hamburg/Germany Oct. 2003
6. E.B. Podgorsak, „Radiation Oncology Physics“, A Handbook for Teachers and Students, IAEA 2005
7. Th. Herrmann: „klinische Strahlenbiologie;Gustav Fischer Verlag, 2000
8. Pschyrembel :“ Klinisches Wörterbuch 260 Auflage 2004
9. Sauer, Rolf: Strahlentherapie und Onkologie 2004 (Urban & Fischer)
10. Achakzi, D. : Deutsch –Afghanisch, 1990
11. Günter, Rack : Mathematisch Naturwissenschaftliches Wörterbuch; Deutsch- Dari ; Julius Gross Verlag 1977
12. WAK Foundation for Afghanistan : The ethnic composition of Afghanistan, Safi Druck Verlag 1998 ; Peshawar–
13. W.Jacobi et all ; Verursachungs-Wahrscheinlichkeitvon Lungenkrebs durch die berufliche Exposition von Uran-Bergarbeitern der WISMUT AG; GSF-Bericht S-14/92
14. H. Fritzsch, Eine Formel verändert die Welt, Piper Verlag GmbH Münden, 2003 Germany
15. JRCunningham, The Physics of Radiology, Charles Thomas Publischer, 1983 USA
16. Samuel Glasstone, P.Dolan “ The Effects of Nuclear Weapons” 1964”
17. Spektrum der Wissenschaft: “ Radioaktivität” 1/1997
18. International Commission on Radiological Protection, Report No. 60 (1991) 1990 Recommendations of the International Committee on Radiological Protection
19. Annals of the ICRP, vol. 21, no. 1-3. Oxford, New York: Pergamon Press, 1991, p. 15.
20. National Research Council, Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations. “Health Effects of Exposures to Low Levels of Ionizing Radiation (BEIR V)”. Washington, D.C.: National Academy Press, 1990, pp. 27-30.
21. National Research Council 1990, pp. 5-8.

22. U.S. Environmental Protection Agency. Issues Paper on Radiation Site Cleanup Regulations. EPA 402-R-93-084. Washington, D.C.:Office of Radiation and Indoor Air,September 1993, p.7.
23. Hanno, KriegerStrahlenphysik,“ Dosimetry und Strahlenschutz“, Band 1, 5. Auflage, Teubner Verlag, 2002
24. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). “Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation”. New York: United Nations, 1993, pp. 16-17
25. Carlson A.Perez, W.Brady ,”Principles and practice of Radiation Oncology”; J.B.Lippincott Company; Fourth Edition, 2002
26. Eric J.Hall, “Radiobiology for the Radiologist”, Fifth Edition , Lippincott & Williams Willkins, NewYork,2000
27. International Atomic Energy Agency (IAEA), “Radiation, People and the Environment”, Veinna ,2004
28. International Atomic Energy Agency (IAEA), Scientific & Technical Publication , 2005
29. P.Jacob, “Von Roentgen bis Tschernobyl” 2006, http://www.gsf.de/
30. www.sprawls.org/ppmi2/RADIOACT/
31. www.infokreis-kernenergie.org/informationskreis/de
32. www.wise-uranium.org/
33. www.chernobyl.info/ - 66k - 3. Mai 2006
34. www.kernenergie.net/documentpool/basiswissen2005.pdf
35. www.science.mcmaster.ca/mciars/Doug%20Boreham/Website_July2/basic clinical.htm
36. www.wisc.edu/wolberg/breast.html#anatomy
37. www.sprawls.org/ppmi2/RAD
38. www.wellesley.edu/Chemistry/chem227/nucleicfunction/cancer/adeno-p53.gif
39. www.Imaginis.com¸ Copyright © 1997-2006 Imaginis Corporation,
40. www-pub.iaea.org/MTCD/publications/ PDF/eprmedt/Day_3/Day_3-10.pps
41. www.uic.com.au
42. International Commission on Radiological Protection (ICRP)
43. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)
44. National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP)
45. Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR)
46. Radiation Effects Research Foundation (RERF)
47. Strahlenschutzkommission (SSK)
48. Vano E., Gonzalez L., et al ,Br.J. Radiol. 71، 954-960 (1998)
49. H. Cember, Introduction to health physics, 3 rd ed., McGraw-Hill, 1996, p.132
50. Siemens Aktiengesellschaft ,Medizinische Technik,Daten,Formeln,Fakten,Ausgabe1991

51. T.Laubenberger,“Technik der medizinischen Radiologie“ Deutscher Ärzte Verlag 1986
52. www.practicalphysics.org
53. www.google.de/search?hl=en&q=chart+of+plato
54. www. Varianinc.com
55. The Lancet Volume 351, issue 9103 , 28 Feb. 1998
56. www.Ortec-online.com
57. www.gsf.de
58. www.arpansa.gov.au/basics/units.htm
59. www.duob.org.uk/minutes23.pdf
60. www-ns.iaea.org **“**International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources , 2003)
Safety Series No. 115”
61. http://www.traprockpeace.org/1476-069x-4-17.pdf
62. Hall E.J.; „The bystander Effect“ Health Physic 2003; 85(1);31-5
63. Zhou H, et all ;”Radiation inuced bystander effect .” Adv. Space Res. 2004, 34(6); 1368-72
64. Suzuki M; “Heavy charged particles produce a bystander effect ”; Biol Sci Space, 2004,18(4);241-6
65. www.nupecc.org/iai2001/report/B41.pdf
66. www.newscientist.com/article.ns?id=dn6550
67. www.haciendapub.com/article50.html
68. Hodge SJ et al; „Detection of depleted uranium in biological samples from gulf war veterans“; Mil.Med. 2001, Dec;166(12 suppl):69-70
69. www.cancerhelp.org.uk/
70. Bushberg J,T,Seibert J.A.,Leidholdt et al ;”The essential physics of medical imaging”; Baltimore , Williams & Wilkins 1994
71. wikipedia.org/wiki/Uraninit
72. www.iaea.org/NewsCenter/Features/DU/du_qaa.shtml
73. Chadwick, KH, and HP Leenhouts” The Molecular Theory of Radiation Biology. Springer Verlag. Berlin. 1995
74. Sinclair, W.K.;“Risk research and radiation protection“;Radiation Res.112(1987)191-216
75. Morenburg,H,”Bildgebende systeme für die medizinische Diagnostik“ Siemens Aktiengesellschaft MCD Verlag Erlangen 1995
76. Bond, V.P.“The cancer risk attributable to radiation exposure” , Health phys. 40(1981)108-111
77. Steven A. Belinsky : http://carcin.oxfordjournals.org “Plutonium targets the p16 gene for inactivation by promoter hypermethylation in human lung” Carcinogenesis, Vol. 25, No. 6, 1063-1067, June 2004
78. Chris Busby; www.llrc.org/2ndevent/2ndeventframes.htm” The second events theory” 2001

79. www.epa.gov/US Environmental Protection Agency
80. www.physik.uni-oldenburg.de/Docs/puma/radio/Uran_Munition.html
81. www.doctorswithoutborders.org/link.cfm
82. www.deploymentlink.osd.mil/du_library/pdfs/unep_du_kosovo_1999.pdf
83. www.environmental-expert.com/ Melissa A McDiarmid et all/Biological monitoring and surveillance results of gulf warI veterans exposed to depleted uranium 2005
84. www.ippnw.org/DUStatement.html
85. www.nrc.gov/“ "Uranium enrichment”;U.S. Nuclear Regulatory Commission
86. www.answers.com/topic/uranium-enrichment
87. Bushberg Jerrold T; et al “The essential physics of medical imaging”; Williams & Wilkins, Baltimore 2001.
88. http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html
89. Grundmann E., “Spezielle Pathologie” , Urban & Schwarzenberg 1986
90. http://en.wikipedia.org/wiki/Cancer
91. http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Worldwide_nuclear_testing.png
92. U.Oeh, H. Paretzke „Untersuchungen zur Gesundheitsgefärdung durch Munition mit abgereichertem Uran“ : Institut für Strahlenschutz; GSF-Bericht 03/05
93. Robert W.Nelson „Low yield Earth penetrating nuclear weapons „ http://www.fas.org/faspir/2001/v54n1/weapons.htm
94. Veith, “Strahlenschutzverordnung 2001”; Bundesanzeiger Verlag
95. Haken,W.: Atom- und Quantenphysik,Springer Verlag 1990
96. Mayer-Kuckuk,T.:Kernphysik, Teubner Stuttgart1992
97. DIN 6814: Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik 1985
98. Richtlinie Strahlenschutz in der Medizin 2001
99. Jaeger,R.G. Hubner,H.: Dosimetrie und Strahlenschutz
100. Faiz:M.Khan,: The physics of Radiation Therapy, Lippincott Williams&Wilkins 2003
101. Selman,J.: The basic physics of Radiation Therapy, C.C. Thomas 3rd edition 1990
102. Attix,F.H.:Introduction to radiological physics and radiation dosimetry,Wiley interscience 1986
103. Mark Oldham, Radiation physics and application in therapeutic medicine, 2001 IOP publishing Ltd; p 460-470
104. Bushberg et al;”The essential physics of medical imaging; 2nd ed.819; Lippincott Williams & Wilkins; 2.00 edition (December 15, 2001)
105. G.F.Knoll;Radiation detection and measurement”, Wiley; 3 Sub edition (January 5, 2000)
106. W.Huda,:”Review of radiological physics”, Lippincott Williams & Wilkins; 1.00 edition (January 13, 2003)
107. Kenneth S.Krane,”Introductory nuclear physics”; Wiley & Sons; Auflage: 1 (November 1987)

دډاکترغازي محمد سلطانزي ژوندليک

نوم	دطب ډاکترغازي محمد د ډاکترنظر محمد زو
کورنی نوم	سلطانزی
دزيږيدلونيټه	۱۹۶۳/۸/۱۰
دزيږيدلوځای	ځدراڼ د پکتياولايت
په خته	پښتون
دزده کړي لړ ليک	
۱۹۷۰ ـ ۱۹۷۶م کال: د کابل ښاربي بي مهروپه ښوونځی کي لومړنی زده کړې	
۱۹۷۶ ـ ۱۹۸۱م کال: د کابل ښار داماني په ليسه کي زده کړې	
۱۹۸۲ ـ ۱۹۹۰م کال: د المان روستوک په ښارکي د طب لوړې زده کړې	
۱۹۹۰ ـ ۱۹۹٤ م کال: دالمان مالبنين ښار روغتون د داخله طب په څانګه کي د مرستيال په توګه په کاربوخت وه	
۱۹۹٤ ـ ۱۹۹۹م کال: دالمان فرانکفورت (اودر) په ښارکي د راديولوژي په څانګه کي تخصص تر لاسه کړ	
۱۹۹۹ م کال څخه را په دې خوا دالمان فرانکفورت (اودر) ښار روغتون او د راديولوژي په څانګه کي د متخصص په توګه دنده تر سره کوي	

Answers
دپوښتنوځوابونه

لومړی څپرکی

۱-۱ په نوموړي سیستم کې کتله په کیلوګرام kilogram ، وخت په ثانیه second اواوږدوالی په متر meter سره ښودل کیږي.

۱-۲ دراديواكتيويتي پخوانی واحد کیوري اونړیوال واحد یي بیکاريل نومیږي.

۱-۳ یو رونتګن په هوا کې لړڅه صفرعشاریه نهه سانتي ګرې 0,9 cGy انرژي ډوز منځ ته راولي

۱-٤ یوګرام کتله د لړ څه لس په طاقت د ځوارلس ژول کیمیاوي انرژي اویا شل کیلو ټن 20 kiloton TNT هستوي انرژي سره برابر قیمت لري

۱-٥ په فضا کې دنورسرعت په یوه ثانیه کې لړڅه درې سوه زره کیلومتره دی 300 000 km/s

دویم څپرکی

۲-۱ په یوه سانتي مترمکعب تومورنسجونوکي لړڅه لس په طاقت دنهو 10^9 cells یاني یوملیاردحجرې اټکل کیږي.

۲-۲ تریسیوم یا تریتون، دویترون او پروتون

۲-۳ ایزوتوپ هغو عنصرو ته ویل کیږي چې د پروتونو شمیرېي سره یو برابر خو د نیوترونو شمیر یې د یوه بل څخه توپیر ولري

۲-٤ په یوه مول کې لړڅه لس په طاقت ددرویشت اتومونه اویا $N_L = 6,022\times10^{23}$ particle /Mol

۲-٥ داتومي کتلي واحد د خنثی کاربون اتوم کتلي $(^{12}C_6)$ یو په دوولسمي برخي سره مساوي دی

۲-٦ داتومي کتلي واحد مساوي دی له:

$$u = 1,66\times10^{-24}g = 1,66\times10^{-27}kg = 931\ Mev/c^2 = 1,5\times10^{-10}\ J/c^2$$

دریم څپرکی

۳-۱ داتوم کلمه یو یوناني ویی (لغت) دی اوپه کیمیاوي کړنلاروسره نه ویشونکی مانا لري. اتوم د یوه کیمیاوي عنصر تر ټولوکوچنۍ عنصر تشکیلوي چې که تر دې نورووېشل شي نودیوه عنصرټاکلي کیمیاوي خواص د لاسه ورکوي.د اتوم په مرکز کې یوه هسته ده چې دپروتونو اونیوترونوڅخه جوړه ده

۳-۲ یواتوم چې د کتلي شمیره او داتوم شمیره په واسطه بشپړټاکل شوی وي

۳-۳ دیوه اتوم په ایزوتوکې د نیوترونوشمیرسره یوشان نه وي او داتوم په ایونوکې دالکترونو شمیر سره یوشان نه وي

٣-٤ اکسریز داتوم په مدارونواو دګاماوړانګي د هستي په مدارونوکي منځ ته راځي. د بلي خوا دهغوی
دانرژي شپیکترم سره یوشان نه دی
٣-٥ دپرتونوشمیره یي سره توپیر لري
٣-٦ ایزوټوپ هغو عنصرونو ته ویل کیږي چې په هسته کې دهغوی د پروتونو شمیرسره یوشان خو د
نیوترونو شمیر یې د یوه بل څخه توپیر ولري
٣-٧ ایونایزیشن یوه داسي فزیکي کړنلاره ده چې یوخنثی اتوم او یا مالیکول یو یا ډیر الکترونونه د
لاسه ورکړي او یا یې ځان ته راونیسي.

څلورم څپرکی

٤-١ کله چې دیوه اتوم په هسته کې دنیوترونوشمیر او دپروتونوشمیر تناسب دیوه بل څخه ډیرتوپیر
ولري نو په پایله کې هستي څخه دفوتون وړانګي اودبخرکووړانګي خپریږي. نوموړې کړنلارې
ته رادیواکتیویتي وایي.
٤-٢ درادیواکتیویتي واحد بیکارل دی اویوه تجزیه په یوه ثانیه کې ده
٤-٣ دوړانګوپه ډول ، فزیکي نیمایي وخت ، دوړانګو انرژي، بیالوژیکی نیما یي وخت اواغیزمن
نیمایي وخت پورې اړه لري
٤-٤ څلورنیم ملیارده کاله
٤-٥ دکتلي نمبر یي دوه سوه دیرش اواتومي نمبریي نوي دی څکه پلارنی عنصردالفا وړانګه خپروي
٤-٦ دنیماي عمرشمیر HVL دلاندني فرمول په مرسته تر لاسه کولای شو $(N=N0/2^{HVL})$ اومسا وي
دی له الف: یونیمایي وخت1HVL، دری عشاریه دری نیمایي وختونه3,3 HVL او شپږعشاریه
شپږنیمایي 6,6HVL وخت
٤-٧ الف: څرنګه چې د کوبالټ سرچیني نیما یي وخت پینځه عشاریه دری کاله دی 5,3 years
اودهغه وخت نه تر اوسه پورې لږڅه دوه دیرش کاله تیرشوي دی اونوموړې موده د
شپږونیمایي عمر 6HVL سره مسا وي ده نو دیونیماي وخت څخه ٥٠٪ ددوه نیمایي وخت
نه ٢٥٪ دری نیمایي وخت نه یو په اتمه برخه دڅلورنیمایي وخت نه یوپه شپاړلسمه برخه
دپینځه نیمايي وخت نه یوپه دوه دیرشمه برخه اود شپږنیمایي وخت نه یوپه څلورشپیتمه برخه
کمښت مومي.
٤-٧ ب: دکوبالټ سرچیني وزن یو ګرام نه دی داځکه چې نوموړئ عنصر په نیکل تجزیه کیږي. ددوه
دیرش کالونوڅخه وروسته دکوبا لټ یو ګرام څخه یوازې لږڅه پینځه لس ملي ګرام پاتي کیږی
اوپاتي یی یا نی نهه سوه پینځه اتیا ملي ګرامه په نیکیل (Ni) اوړی
٤-٨ وروسته له شپږونیمایي وخت څخه د ترکاریواکتیویتي صفر ته رالویږي او دخوراک وړ دي.

پینځم څپرکی

٥-١ په دوه ډوله ویشل شوې دي چې د سم سیخ اونه سم سیخ ایونایز کوونکووړانګوپه نامه سره
یادیږي. نوموړې وړانګي په ماده کې اتومونه ایونایزکوي اوپه تحریک یې راولي.
٥-٢ په فضا کې دانرژي انتقال ته وایي
٥-٣ هستوي وړانګي هغو وړانګوته ویل کیږي چې د اتوم یوې هستي څخه خپریږي اود الفا ، بیتا
اوګاما وړانګو په نامه سره یادیږي.
٥-٤ لږڅه شپږ زره ایونونه په یوه سانتي متر هواکې تولیدوي
٥-٥ دهستي څخه دوه پروتونه اودوه نویترونونه راوځي چې دهیلیم اتوم هسته ده . دکتلي نمبر(A-4)
یي دڅلورو په واحد او داتوم نمبر یي ددوپه واحد (Z-2) را ښکته کیږي

٥-٦ ایونایزکوونکي وړانګي د اتوم هستي برېښنایزچارج اوداتوم په مدارونوکي برېښنایزچارج تعادل دمنځه وړي په دې مانا چي يو الکترون داتوم څخه راوبا سي او يا داچي ورباندي زياتوي يي.
٥-٧ دغه ډول هستوي کړنلاره دالفا تجزيي په نوم يادېږي اودتجزيي په پايله کي دالفا يوه ذره اودرادون غاز پيداکيږي. په نوکليد چارټ کي درادون هسته د بلار مور هستي په پرتله دوه واحده کيڼي خواته اودوه واحده ښکته خواته ځای نيسي داځکه چي دنوموړيدغاز دوه نيوترونه اودوه پروتونه دراديم په پرتله لږدي.

شپږم څپرکی

٦-١ دفوتواغیزه اود جوړې ذروپيداينت اغيزه کي دوړانګوتوله انرژي په ماده کي جذب کيږي او دکمپټون په اغيزه کي دانرژي انتقال تر سره کيږي.
٦-٢ د وړانګو لومړني شدت I_0 لسمه برخه ور څخه تيريږي اونوي په سل کي په ماده کي جذب کيږي.
٦-٣ داوبولباره د لسم ارزښت پنډوالی پينځوس سانتي متره، دپخوخښتو لپاره دوه ديرش سانتي اود کانکريت لپاره يوويشت سانتي متره قيمت لري.
٦-٤ د مادي په پنډوالي، کثافت، اتوم نمبر او دوړانګو په انرژي پورې اړه لري.
٦-٥ داځکه چي په يوه ماده کي دفوتواغيزه داتوم نمبرسره په طاقت د څلور متناسب ده

اووم څپرکی

٧-١ دايون ډوز په نامه سره يادېږي اوواحد يي کولومب پر يوکيلوګرام دی
٧-٢ کله چي دوړانګويوژول انرژي په يوه کيلوګرام ماده کي جذب شي نويو ګري ورته ويل کيږي
٧-٣ څرنګه چي دالفا او بيتا وړانګي په هواکي جذب کيږي نودکارګرټول بدن ته يوازې دګاماوړانګي رسيږي چي قيمت يي يوملي سيورت دی.
٧-٤ هو، دواړوته دمعادل ډوزکچه يوشان ده. داځکه چي ډوز مساوي ده له انرژي تقسيم په کتله
٧-٥ لس ژول تقسيم په سل کيلوګرام مساوي ده له سل ملي ګرې(0,1 Gy)
٧-٦ دالفا وړانګومعادل ډوزدوه سوه ملي سيورت اودبيتا وړانګومعادل ډوز لس ملي سيورت دی. داپه دې مانا چي ددواړوډول وړانګومعادل ډوزسره يوشان نه دی.

اتم څپرکی

٨-١ دوړانګوسم سيخ ايونايز کوونکي اغيزه هغه غبرګون ته وايي چي د يوه بيوماليکول سره سم سيخ د ايونايزيشن او تحريک کولوپه پايله کي تر سره کيږي. دوړانګونه سم سيخ اغيزه هغه غبرګون ته وايي چي يوه بيوماليکول ته د کيمياوي تعامل په کړنلاره سره زيان ورسيږي. دا په دې مانا چي دوړانګودانرژي جذب کيدل اودوړانګوبيالوژيکي اغيزه په توپير لرونکوماليکولوکي تر سره کيږي. د بيلګي په ډول لکه د وړانګو په واسطه داوبوتجزيه يا ني راديو لايز

٨-٢ راديکال بريشنا يز خنثی چارج لري خودانرژي په تراو راپارول شوي اتومونه دي چي دوړانګود نه سم سيخ اغيزوپه پايله کي منځ ته راځي . راديکال په باندني مدار کي يوطاق سپا ين الکترون (Spin elctron) لري ا و له دې کبله کيمياوي ډير فعال خاصيت ښيي او دحجرو لپاره سخت زهر تشکيلوي.

۸-۳ په DNA کې دبازونیمګړتیا، دبازوبایلل، دیوه تار پرې کېدل، دغبرګو تارونو پرې کېدل او دموتیشن نور هر اړخیزډولونه

۸-٤ په DNA کې د غبرګو تارونو پرې کېدل د وړانګوانرژي ډوز سره سم سیخ او د یوه تار پرې کېدل دوړانګوانرژي ډوز سره په مربع تړاو لري.

۸-۵ حجره(ژونکه) ځان وژنه کوي اویا د اچې دسرطان په حجره(ژونکه) اوړي.

۸-٦ د مالیکولویونایزیشن، دازادورادیکالو لکه OH^- او H^+ منځ ته راتلل، دبیومالیکولونوکیمیاوي تجزیه بیالوژیکي بدلون لکه په ډي این اې DNA کې موتیشن او په پایله کې کلینیکي ناوړه اغیزې

۸-۷ په ډي این اې کې بدلون، دکروموزومونو ناسمي، دحجرې ویش په ټپه درول، په حجره(ژونکه) کې دمیتابا لیزم بدلون،دحجروپه میمبران کې بدلون اودحجرې مرګ تر سره کول

۸-۸ یونایزیشن، دازادو کیمیاوي رادیکالومنځ ته راتلل، دډي این اې DNA زیا نمن کېدل ، په کروموزومو کې ناسمي ، موتیشن او په اخیر کې یا داچې حجره(ژونکه) ځان وژنه کوي او یا داچې په یوه سرطاني حجره(ژونکه) اوړي

۸-۹ لومړی ستوخاستیک اغیزې: دوړانګویو ټاکلي لیمیټ(حد) نه لري دا په دې مانا چې په هره کچه وړانګې کولای شي چې دسرطان نا روغی منځ ته راولي.، دپیښیدلو احتمال یې د وړانګو ډوز سره سم سیخ تړ اولري، په کروموزوموکې موتیشن منځ ته راولي اوپه کالونه وروسته دسرطان ناروغی رابرسیره کیږي.

دویم: نه ستوخاستیک اغیزې: نوموړې پیښه هغه وخت پیښیږي چې دوړانګوډوز د یوه ټاکلي لیمیټ څخه واوړي، ناوړه اغزه یې په زیاته کچه په یوه غړي کې منځ ته راځي اوپه ډي این اې کې ډیر لړ لیدل کیږي، دزیان کچه یې د وړانګوډوز سره سم سیخ پورته ځي. په پایله کې دوړانګو ناروغي منځ ته راځي (Radiation sickness)

نهم څپرکی

۹-۱ طبیعي یورانیم دیورانیوم دوه سوه اته دیرش، یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش اویورانیم دوه سوه څلوردیرش څخه جوړدی.

۹-۲ په غریب شوئ یورانیوم کې د چاودیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش برخه نیمایي ته رالویږی او له د ې کبله ورته غریب شوې یورانیوم ویل کیږي

۹-۳ هستوي بټی یوه داسي دستګاه ده چې هلته هستوي انرژي په حرارتي انرژي بدلیږي. دبیلګي په ډول دیورانیم دوه سوه پینځه دیرش ایزوټوپ په چاودنه کې انرژي ازاده کیږي اوبیا په حرارتي انرژي بدلیږي

۹-٤ د د سنتریفوګ کړنلاره ، د ډیفوزیون یا د نفوذ کړنلاره او د لیزر کړنلاره

۹-۵ دیورانیم دوه سوه پینځه دیرش کچه په طبیعي یورانیم کې لړترلړه نوي په سل کې بداې شي

لسم څپرکی

۱۰-۱ د طبیعي یورانیم هغووروسته پاتي فاضله مواد و ته ویل کیږي کوم چې د چاو دیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش U-235 د بداې کولو په کړنلاره کې خوشي پاتي کیږي. دغریب شوي یورانیوم رادیو اکتیویتي د طبیعي یورانیوم په پرتله لړ څه شپیته په سلو کې ټیټه ده.

۱۰-۲ دبېلګه په ډول د هږوکوخوږېدل، دغړوکمزورتیا، تبه لرل، عصبي تکلیف، دسترګو دید کمښت، سرخوږېدل، دحافظې کمښت، ژورخفګان (Depression) او داسي نور.

۱۰-۳ دغریب شوي یورانیم فزیکي نیما یي عمر ځلورنیم ملیارده کاله او بیالوژیکي نیمایي عمریې ترشپاړسو کالونواټکل کیږي.

۱۰- ٤ دغریب شوي یورانیم پوځي استعمال او هم ملکي یاني غیر نظامي استعمال وښیي؟

۱۰-٤ دغریب شوي یورانیوم پو ځي استعمال لکه : دټانکنوپه جوړولو کې، دسرګولیو اودتوغندیو په جوړښت کې. ملکي استعمال لکه: په الوتکوکې، په طبابت کې درادیواکتیوسرچینې د وړانګومخ نیوي په موخه اونور.

۱۰-٥ په چاپیریال کې دغریب شوي یورانیوم کوچنۍ ذرې دکومو لارو څخه بدن ته ننوتلای شي؟

۱۰-٥ دتنفس له لارې ، دخوراک څښاک له لارې او د بدن پوستکي له لارې

۱۰-٦ په طبیعي یوانیم کې دچادیدونکي یورانیوم دوه سوه پینځه دیرش کچه لږڅه دوه ځله لوړه ده.

۱۰-۷ دغریب شوي یورانیوم څخه دالفا وړانګې خپرېږي او انرژي یې لږڅه ځلورمیګا الترون ولټ ده.

یوولسم څپرکی

۱۱-۱ ب: نیمایي رښا شوی حجرې مړې کوي

۱۱-۲ دحجرې میتوزیا نې ویشنې پړاو G2 پړاو

۱۱-۳ سپرما تید حجرې (جنسي غدې Gonads)

۱۱-٤ الف :ستوخاستیک یا نې تصادفي پیښه ده اوددې احتمال شته دې چې دیوزرړرښا شووکسانو څخه د پینځو کسانو په ماغزوکې د سرطان ناروغې راپارول شي(0,5% per Gy)

۱۱-٥ الف: شپږ سیورت

۱۱-٦ الف: یو ملي سیورت

۱۱-۷ دلږڅه دوه زرو بازو Base په جوړښت کې بدلون راځي، د دې این اې DNA لږڅه یو زرځانګړې تارونه او پینځوس دواړه غبرګ تارونه پرې کیږي.

۱۱-۸ دبدن په غړوکې دسرطان ناروغی راپارول ، دعمرلنډیز، اوجینېټیک نا وړه اغیزې

۱۱-۹ تولې هغه ناروغۍ چې دوړانګود اغیزوسره سم سیخ د بدن په یوه غړي کې پیل کیږي (Radiationsyndrom) لکه نس ناسته، قی کول، د سپینو کرویاتوکمښت، دسترګو لید کمښت، د اوښتانو تویدل، دپوستکي سوروالی، اونور

۱۱-۱۰ دسکلیټ کوچنیوالی ، یو په سل دذکاوت تناسب کمښت Intelligence quotient = IQ
هایدروسیفالوس Hydrocephalus
دسرکوچنیوآلي Microcephaly
کوچني سترګې Microphthalmus دسترګو نشتوالی Anophthalmus

دوولسم څپرکی

۱۲-۱ د عام ولس سلو څخه به پنځوس په سل کې 50% رښا شوي کسان دديرشو ورځو 30 days په موده کې مړه شي.

۱۲-۲ په ۱۹۰٤ م کال د یوه نامتو امریکایي انجینر اډیسن یو مرستیال د سرطان په ناروغی مړ شو. نوموړي ته درونتګن د ستګاه د پلورلوپه کړنلاره کې داکسریز وړانګې رسیدلې وې.

۱۲-۳ هغه ناروغۍ چې دوړانګو سره تړاولري لکه استفراق (لوستل)، نس ناسته ، دويني په جوړښت
کې بدلون، ډيوستکي سوروالی ،خواګرزی او نور

۱۲-٤ لومفو سيټ (Lymphocytes) سمدلا سه ډيپنځو زروڅخه تر يو زر پورې کمښت مومي

۱۲-٥ کله چې ټول بدن ته په يوه واردشپږسيورټ څخه پورته وړانګې ورسيږي نودمرګ سبب(لامل)
ګرځي؟

ديا رلسم څپرکی

۱۳-۱ دوړانګو سرچينې څخه په ليرې واټن دريدل ، دتم کيدو وخت لنډول، ديوه شي تر شټ ځان
خوندي کول اود راديو اکټيو موادوڅخه د ځان ککړتيا مخ نيونه
۱۳-۲ يو ملي سيورټ 1 mSv
۱۳-۳ څلور نيمايي پنډوالی
۱۳-٤ ب: يو ملي سيورټ
۱۳ - ٥ دالارا پرنسيپ ALARA په ګوته کوي چې د هر اړخيزوکړنلارو په مرسته سره تر خپله
وسه پورې هڅه و شي چې په ورځنې ژوند کې دوړانګو نه دګټې اخيستلو په موخه
دوړانګواندازه دومره ټيټه وساتل شي څومره چې ديوی خوا ورته اړتيا ليدل کيږي او دبلې خوا
امکان ولري
۱۳ - ٦ هغه مرغی چې په يوه متر کې ناسته ده اته اتيا نانوسيورټ 88 nano Sv او په نيم مترکې
درې سوه دوه پينځوس نانوسيورټ 352 nano Sv وړانګې ورته رسيږي.

څوارلسم څپرکی

۱٤-۱ طبيعي وړانګې هغه وړانګې دي چې د طبيعي سرچينو څخه خپريږي. د بيلګې په ډول لکه
دالفا، بيټا اوګاما هستوي وړانګې ، هستوي ذرې لکه پروتونه ،نيوترونه الکترونونه او
ميونونه او نور. نوموړې وړانګې دځمکې لاندې راديواکټيو ډبرو او هممدارنګه د فضا څخه
دځمکې مخ خواته راځي. دطبيعي وړانګو په څنګ کې په مصنوعي ډول هم وړانګې تر لاسه
کيدای شي.
د مصنوعي وړانګو سرچينې لکه هستوي ازموينې ، هستوي بټۍ اوپه طبابت کې دراديواکټيو
ايزوټوپوکارول او نورولې بيلګې دي

۱٤-۲ دطبيعي وړانګو کچه دځمکې په هرځای کې توپير لري خو منځنۍ قيمت يې لږ څه دوه نيم ملي
سيورټ او يوه کال کې اټکل شوئ دی.

۱٤-۳ دځمکې لاندې څخه د يورانيوم دتجزيې په سلسله کې د رادون راديواکټيو غاز منځ ته راځي چې
بيا دځمکې مخ ته اوهم دکورونوپه تکاويوکې راټوليږي. د بيلګې په ډول په امريکا کې لږڅه
ديرش زره کسان په يوه کال کې دنوموړي غازدالفا وړانګوله کبله د سږي سرطا ن په ناروغی مړه کيږي.
۱٤-٤ دطبيعي وړانګولياره دسرطان ناروغی د خطر ضريب صفرعشا ريه صفرصفر پينځه په سل
اويو ملي سيورټ اټکل کيږي (0,005% per mSv) . دا په دې ما نا چې که سل زره وګړي په
يو ملي سيورټ وړانګو رڼاشي نودهغوی څخه به پينځه تنه دسرطان په ناروغی اخته شي.
۱٤-٥ نوموړې تيوري په ډاګه کوي چې دانرژي ډوزاود هغې د ناوړه اغيزوترمنځ سم سيخ اړيکې شته
دي. دبيلګې په ډول که چيرته سل ملي سيورټ ايکس ناروغی x منځ ته راولي نو پينځوس ملي
سيورټ نيماي ناروغی x/2 منځ ته راولي.

پینځلسم څپرکی

۱۵-۱- ددوه سوه اویا زرو څخه تر دری سوه زره وګړو پورې اټکل کیږي

۱۵-۲- مالیګنوم یو خطر لرونکی پړ سو ب دی او سرطان هم یو خطرنا ک پړسوب دئ چې د اپیتېل نسجونو (Epithelial tissue) نسجونو څخه پیل کیږي

۱۵-۳- کله چې د سرطان ناروغي د درمل کړنلارې څخه یو څه موده وروسته بیرته راوګرزي نو د ریسیدیو کلمه ورته کارول کیږي او کله چې دسرطان نسجونه ددرمل کړنلارې په پایله کې کمښت ومومي یاني دسرطان ناروغی په ښت وګرزي اویا داچې د ناروغ دردونه د پخوا په پرتله لږ شي نو د ریمیزیون کلمه ورته کارول کیږي. نوموړئ کمیت په سلیزه سره ښودل کیږي.

۱۵-٤- ا پیدیمیولوژي دپوهنی یوه څانګه ده چې په یو ه ټولنه کې دهر اړخیزونا روغیو دویشتوب ، دنا روغیو تکثریا ډیرښت اوپه خلکو باندې ددغو ناروغیو کلینیکي، فزیکي روحي او کیمیاوي ټاکونکي وروستی اغیزې تر څیړنې لاندې نیس

۱۵-٥- نوموړې تیوري په ډاګه کوي چې دوړانګو دخطر احتمال که په ټیټه اوکه په لوړه کچه وي شته د ی او له دې کبله یوه ځانګړې هستوي ذره هم دسرطان ناروغی را پارولی شي

شپاړلسم څپرکی

۱٦-۱ هغه موتیشن چې په کروموزوموکي منځ ته راغلي وی ډیر کاله وروسته هم ثبوت کولای شو او دوړانګو انرژي کچه یې اټکل کولای شو. دبیلګې په دول که دوه کروموزومونه یوه اوبل ته ځینې جینونو برخې انتقال کړي دا په دې مانا چې دیوه کروموزوم یوه برخه په بل یوه کروموزوم ونښلي او برعکس نو دغه ډول موتیشن د Translocation ویل کیږي.
دکروموزوم هغه برخه چې دجینو راکړه ورکړه پکې تر سره شوې ده په توپیر سره رنګ اخلي او له دې کبله پیژندل کیدای شي.

۱٦-۲ د یو ملیون یوه برخه یا 1 parts per million

۱٦-۳ یوه فزیکي کړنلاره ده چې دګاما وړانګوانرژي او اکتیویتي اندازه کولای شي او له دې کبله هریوراډیوایزوتوپ په ځانګړي ډول سره پیژندل کیدای شي

۱٦-٤ د انډکتیو کپلډ پلازما کتلي شپیکترومترپه یوه مرکب کې درادیواکتیو اونه رادیواکتیوایزوټوپوپه پیژندلوکي تر ټولوتلي، دباوروړ، حساسه اودقیقه فزیکي کړنلاره ده

۱٦-٥ په وړانګو رڼا شوي وینه کې د مکروسکوپ په مرسته سره په هریوه لمفوځیت (Lymphocyte) کې ددوه پلازمینو کروموزومو شمیرګڼل کیږي.

اوولسم څپرکی

۱۷-۱ څکه چې کارکونکو دنوموړې بټی په څلورم بلاک کې ډیر ناسم تخنیکي چلن کړې وه .

۱۷-۲ د بیلګې په ډول په غرنیوحیواناتو کې داکتیویتي کچه شل زربیکاریل په یوه کیلوګرام غوښه کې د شلو کالو وروسته اندازه شوې ده.

۱۷-۳ نوموړي غاز ثبوت کوي چې په ګاونډی چاپیر یال کې یوه هستوي بټی نا سم کارکوي او یا چاودلې ده.

۱۷-٤ دګاما شپیکترومتري په نامه سره یادیږي اود یوه نیم هادي دیدیکتور، یوه زیګنال ستروونکی، یوه انا لوګ زیګنال په دیګیتال زیګنال اړونکی، یوه ډیرچینل تحلیلونکی او یوه کمپیوتري سیستم څخه جوړدی.

اتلسم څپرکی

۱۸-۱- لومړی عملیات ، دویم دوړانګو درملنه او دریم کیمیاوي درملنه

۱۸-۲- یو ناوړه پړسوب بې کنترولہ غټیږي، په ګا وندیو نسجونواوغړوکي ننوځي او دمنځه یې وړي. نوموړئ پړسوب کولای شي چې په لمفاید غدوکې اوهمدارنګه د ویني جریان له لاری د بدن په نورو غړوکې میتاستازې metastases منځ ته راولي. یو ښه ډوله پړسوب د سرطان حجری نه لري او بې کنترولہ هم نه غټیږي. همدارنګه د بدن نوروبرخو ته هم میتاستاز نه کوي

۱۸- ۳ دریسیدیو Rezidive په نامه سره یادیږي

۱۸-٤ د ټي ټکی د پړسوب غټوالی ، داین ټکی دلمفاد غدو غټوالی اوپه ناروغۍ اخته کیدنه او دایم ټکی دا په ډاګه کوی چې ګنه یوه ناروغي خو به د بدن نورو برخو ته نه وي غزیدلې.

۱۸-٥ ایونایزکونکې وړانګې کولای شي چې دسرطان ناروغي منځ ته راولي او د خطر ضریب یې پینځه په سل په سیورت Sv /%5 دی. داپه دې مانا چې که یوملیون وګړي په ټول بدن اوپه 0,01Sv رڼا شي نوبه د سرطان پینځه سوه زیاتی ناروغۍ منځ ته راشي. نوموړئ قیمت د هغه سرطا ن څخه چې په طبیعي ډول منځ ته راځي لږڅه لسمه برخه تشکیلوي.

۱۸-٦ ددې کتاب ۳٤۲ مخ وګوری

۱۸- ۷ تومور مارکرهغه پروتین او بیالوژیکي موادو ته وایي چې د یوه ټاکلي تومور څخه پخپله جوړیږي

۱۸- ۸ څیتو ستاتیکا Zytostatika یوډول کیمیا وي مواد دي چې د سرطان حجرودویشلوکړنلاره په ټپه دروي او له دې کبله دهغوی د ډیربښت مخه نیسي

ويـــيـپـــا نكه
(Glossary)

English انګليسي	Pashto پښتو
	A
Atom	اتوم يا ذره : اتوم ديوناني اتوموس (Atomos) كلمې څخه اخيستل شوئ دی او مانا يې ده (نه ويشونكئ). اتوم دهركيمياوي عنصر تر ټولوكوچنئ برخه ده چې په كيمياوي كړنلارونور دويشلوړ نه دی، ځكه چې خپل كيمياوي خواص دلاسه وركوي. نن ورځ جوته شوې ده چې اتوم په فزيكي كړنلاروسره په نوروكوچنيوبخركو ويشل كيدای شي چې شمير يې تر څو سوو پورې رسيږي. داتوم هسته دپروتونواو نيوترونو څخه جوړه ده چې دهغې په شاوخوا بيضوي بڼه مدارونواوټاكلي واټن كې الكترونونه راڅرخيږي
Atomic Energy	داتومي انرژی چې دهستوي تعا مل په پايله كې ازاديږي
Absorbed Dose	انرژي ډوز: دوړانګوهغه اندازه انرژي ده چې ديوې مادې په كوچنۍ كتله كې جذب كيږي. واحد يې يو ګرې دی چې مساوي دی په يوژول تقسيم په يو كيلوګرام
Absorbed dose rate	دانرژي ډوزقدرت
Activity (Bq)	اكتيويتي : هغه عنصرونه چې بې له بهرنۍ اغيزې څخه يوه نا ځاپه په نورونوو عنصرونوتجزيه كيږي اوپه ځنګ كې وړانګې خپروي. كله چې يوه هسته په يوه ثانيه كې تجزيه شي نو واحد يې بېكاريل دی.
Accelerator	يوه آله ده چې په يوه الكتروستاتيک اويا الكترومقناطيسي ساحه كې هستوي بخركي ګړندي كوي او انرژي يې ډيروي
Aerosol	غاز يا ايروزول ، ګرد

ALARA As low as reasonably achievable	آلارآ: دايونايزكوونكو وړانګو څخه دځان ساتنې نړيوال کميسيون يوه نامتو سپار ښتنه په ګوته کوي چي عام ولس ته دوس سره سم څومره چي امکان ولري دومره لږ وړانګې ورسيږي.
Alpha decay	دالفا تجزيه: ديوه اتوم هستې څخه دالفا يوه ذره ياني دهيليم اتوم هسته خپريږي
Alpha particle	دالفا بڅرکی:دهيليم اتوم هسته ده چي ددوه نيوترونواودوه پروتونوڅخه جوړه ده اوديوه درانده راديواکتيوعنصر لکه يورانيوم دوه سوه اته ديرش اويا پلوتونيم دوه سوه نهه ديرش څخه خپريږي
Alpha irradiation	دالفا په وړانګوسره رڼا کول
Alpha ray	الفا وړانګه: دهليم اتوم هسته ده چي د دوو پروتونو اودوو نيوترونو څخه جوړه ده
Annual Limit of Ingestion=ALI	دخوراک له لاري کلنې لوړ ليميټ
Annual Limits of Inspiration=ALI	دتنفس له لارى کلنې لوړ ليمټ
Anode	انود: ديوى بريښنايزسرکټ يا آلي مثبت قطب الکترود ده چي الکترو نونه ورباندي لګيږي
Anoxic Necrotic Cell	اکسيجن نه لروونکي پياوارلرونکي حجرې
Apoptosis	ديوى حجرې د ځان وژني پروګرام شوي کړنلاره ده چي د سرطان ناروغی په پرمختيا اوپارولوکی اړين رول لوبوي
Appendices	ملونه
Archaeology	لرغون پوهنه
Aristoteles	يونانئ فيلوسوف اود لوي اسکندر ښوونکئ چي لږ څه ځلورسوه کاله دميلاد نه دمخه يې ژوند کولو
Asbestos	اسبيست: يومينرال دی چي داور او اسيد په مقابل کي ډير مقاومت ښيي او نه سو ځي
Atomic Mass Unit = amu = 1u	داتوم کتلي واحد: دکتلي ترتولوکوچنئ واحد دی چي داتوم او ماليکول کتله ورباندي ښودل کيږی. نوموړئ واحد دکاربون اتوم C^{12} دکتلي دوولسمه برخه تشکيلوي. $1\ u \approx 1.66053886 \times 10^{-27}\ kg \approx 931.49\ MeV/c^2$
Atomic Weight	اتومي وزن: نوموړي کميت ته اتومي کتله هم وايي. دعنصرواتومي وزن دتاکلوپاره دکاربن عنصرچي شپږپروتونه اوشپږ نيوترونه لري د يوه ستاندارد ياني معياري واحد په توګه تاکل شوئ دی. نور تول عنصرونه چي دکاربن عنصر څخه درانده او يا سپک دی ورسره په تله کيږي. دبيلګه په دول

	دکاربن اتومي وزن د هایدروجن اتوم په پرتله لږ څه دوولس واره زیات دی.
Atom diameter	داتوم قطر: یو انګستروم Å یا دیوه متر لس په طاقت دمنفي لس دی. $0{,}0000000001 = 10^{-10}$ m = 1 Å
Attenuation coefficient	دکمزورتیا فکتور
Atto	لس په طا قت د منفي اتلس 10^{-18}
Average time = Ta	د یوه رادیواکتیو عنصردتجزیي منځنی وخت
Avogadro constant	داووګادرو عدد(شمیره) $N_A = 6{,}022\times10^{23}$ mol^{-1}
B	
Background radiation	تولي هغه ایو نایز کوونکي وړانګي دي چې دطبیعي سرچینو لکه فضا ، اتموسفیر، دځمکي لاندي رادیو اکتیوموادو اومصنوعي سرچینوڅخه راوزي
Base ten	قاعده د لسو ($\log 10^7 = 7$)
Basis	قاعده
Becquerel ($Bq = s^{-1}$)	بیکارل: د اکتیویتي واحد دی اومساوي ده له یوه تجزیه په یوه ثانیه کی
Benign tumours	د نسجونو شه دوله پرسوب او یا شه تومورچي دسرطان نا روغي ورڅخه نه پیداکیږي
Beta decay	بیتا تجزیه: د یوه رادیواکتیواتوم هستي څخه الکترونونه اویا پوزیترونونه خپریږي.
Beta rays	بیتا وړانګي ګړندی الکترونه دي چې درادیواکتیو اتوم هستي څخه راوځي. داتوم په هسته کی یو نیوترون په پروتون اوالکترون باندي اوړي. دنوموړو وړانګو سرعت لږڅه دنورسرعت پوري ورنږدي کیږي.
Binding energy	دتړون انرژي: هغې انرژي ته ویل کیږي چې داتوم هستي څخه دیو پروتون او یا نیوترون دبیلولواویا ازادولو لپاره په کارده.
Biological Dosimetry	بیا لوژیکي دوزیمتري یوه کړنلاره ده چې دکروموزومو نا سمی دوړانګوداغیزویه اړوند ترڅیرنی لاندی نیسي. د بیلګه په دول دکروموزومودوه مرکزونه او یا کله چې د یو کروموزوم یوه برخه پري شي اوپه یوه بل کروموزوم ونښلي(Translocation)
Biological half life = T_{bio}	بیالوژیکي نیمايي وخت: هغه وخت ته وایي چې په دي موده کي بدن ته دجذب شوي

	راديواکتيو موادو څخه د فزيکي او بيالوژيکي پروسو په بنسټ نيمايي برخه د بدن څخه ووځي
Biological Therapy	بيالوژيکي تيراپي
Biopositive Model	دورانکوکتور هورميزيس موډل
Bone marrow and stem Cell transplants	دهډوکوماز غو او د ستم حجرو ترانسپلانت
Bonesarkome	د هډوکو سرطان
Breast cancer	دښځو دتيو سرطان
Bremsstrahlung	دبريمز (بريک break) ورانگي کله چي يوالکترون د هستې په نږدې ساحه کي تيريږي نود کولومب قوي داغيزي او غبرگون په پايله کي د رونتگن يا اکس غير کرکتريستيک يابريمز ورانگي منځ ته راځي
Bunker Bomber	سمڅ يا سنگر بمونه
C	
C	دکاربن عنصر
c $(c = 3 \times 10^8$ m/s)	دنور سرعت: دري سوه زره کيلو متره په ثانيه کي
Cancer disease	دسرطان ناروغي: دنسجونوبي بريده، بي بنديزه پرسوب او دحجم غټوالي چي گاونډی نسجونه ترفشارلاندی راولي اودبدن نوري برخي ته غوړيږي
Cancer genes	دسرطان جينونه
Cancer Treatment	دسرطان ناروغی د درملني يا دعلاج تګ لاري
Capillary	د ويني يو ډير کوچني رگ (شريان)
Carcinogen	تول هغه مواد يا اجنټ agent چې دسرطا ن ناروغی فريکوينسی اوراپارول په ولس کي ډيروی
Carcinogenesis	
Carcinom (Krebs)	کارسينوم:(دسرطان ناروغي ډيل پراو). داسي اټکل کيږي چي دغه يوه يوناني کلمه وي داځکه چي پينځه سوه کاله دميلاد نه دمخه د يونان درمل پوه سوکراطيس ديوستکي سرطان ناروغی لپاره په کار ولې ده. هغه نسجونه چې بې له کنټروله او په خپل سر غتيږي خودشاوخواگا ونډيونسجونو او غړوته لا نه وي غوړيدلي
Cataract	دستر گو دليد کمښت

Cathod Rays	دکتود وړانګې چې الکترونوڅخه جوړې دي
Cell	حجره(ژونکه): دژوند دټولو نه ورکوتی واحد دی چې ځان ساتونکی، ځان پایونکی او دځان په څیر کټ مټ یوشان بله حجره جوړولای شي
Characteristic X- Ray)	داکسریز هغه وړانګې چې داتوم په قشرونوکې منځ ته راځي
Chemotherapy	کیمیاوي تیراپي
Chromosomes	کروموزومونه (رنګوړو): دحجرې په هسته کې د ډي این اې DNA یوغټ مالیکول تشکیلوي چې هلته دژوند ټول جنیټک مالومات خوندي شوئ دی .
Clinical dosimetry	کلینیکي ډوزیمتري
Computer tomography (CT)	کمپیوتر توموګرافي دناروغیو دتشخیص یوه کړنلاره ده چې درونتګن و ړانګي څخه کار اخلي
Concentration	غلظت
Cosmic rays	کازمېکي وړانګې
Contamination	ککړتیا: په رادیواکتیومواددو بدن ، چاپیریال اویا یوه شي ککړتیا
Coulomb force	د چارج شووذرو تر منځ دفع کونکي اویا څکوونکي قوه
Curie	میرمن کیوري یوه فرانسوی فزیک پوهه وه
Curie = Ci	داکتیویټي پخوانی واحد کیوري نومیږي. یو کیوري د اوه دیرش بیلیارده تجزیې په یوه ثانیه کې اویا مساوي ده 37000000000 Bq
D	
Decay Shema	د اتوم هستې تجزیې شیما
Dehydration	دبدن څخه داوبو بایلل (ضایع)
Deka	لس
Democrit	دیموکریت یو یونانئ فیلسوف اود لویکیپوس شاګرد چې داتوم تیوري یې نوره هم پراخه کره
Depleted uranium	غریب شوئ یورانیم: د یورانیوم ایزوتوپونویومرکب دی چې په هغه کې د یورانیوم دوه سوه پینځه ایزوتوپ برخه دطبیعي یورانیوم په پرتله لږڅه شپیته په سل کې را کمه شوې وي.
Depression	ژورخفګان
Desamination	دامینوګروپ NH_3 د لاسه ورکول
Determinesic effects	دوړانګو ټاکونکي ناوړه اغیزې: هغه وخت منځ ته راځي چې د انرژي دوزقیمت دیوه ټاکلي لیمیټ

	ښځه واوړي لکه دپوستکي سوروالی
Deoxyribonucleic acid (DNA)	ډي اوکسي ريبونوکلېک اسيد - ډي.اين.اي. يا ژونځور دحجرې په کروموزومو کې يو ډېرمهم ماليکول دی چې دحجرې دژوند سرليک اوجېنېتيک ټول مالومات پکې خوندی دی. نوموړئ ماليکول دحجرې دنده اوجوړښت کنټرول کوي.
Dezi	يوپه لسمه (1/10)
Dicentric Mutation	دوه پلازميني موتيشن
Dose risk factor	د ډوز خطر ضر يب
Dose	په طبابت کې د دواګانو واحد دی او اندازه يې په يوه ګولۍ ښودل کيږي. په فزيک کې هغه کچه انرژي ده چې په بدن اويا نورو اورګا نيزمو کې جذب شوې وي.
Double helix	ډي.اين.اي. تاوشوئ غبرګ مزي
E	
Effective dose (1G ray= Gy)	اغيزمن ډوز: مجموعه د حاصل ضرب دبدن هريوه غړي معادل ډوزاو دهمغه غړي د وزن فکتور
Effective half life = T_{eff}	اغيزمن نيمايي وخت
Electromagnetic radiation	الکترو مقناطيسي وړانګې
Electron volt	الکترون ولټ: هغه انرژي ده چې د الکترون يوه ذره يې د يوولټ پوټنسيال توپيرپه تيريدلوسره ترلاسه کوي
Element	عنصر(توکی):
Elementary particles	بنسټيز بخرکي
Embryo	نطفه يا زيږوړی : دمورپه رحم کې هغه جنين دي چې ورورسته يو ماشوم ورځخه لويږي
Energy dose (1Gray=Gy)	انرژي ډوزيا انرژي اندازه
Epidemiology	اپيډيمولوژي: دطبي علومو هغه برخه ده چې په اولس کې دساري ناروغيو خپريدلواو يا نه خپريدلوشميرنه او دهغوی دمخ نيولولارې، علتونه، خطرونه او په راتلونکي وخت کې ناوړه اغيزې تر ځيرنې لاندې نيسي
Epidemiological cancer register statistic	د سرطان اپيډ يميولوژي شميرنې پر ليکه کول
Epidermis	د پوستکي پاسنۍ پټ
Epithel tissue	اپيټيل نسجونه

Equivalent dose (1Sievert = Sv)	معادل ډوز
Erythem	دوړانګو دناوړه اغیزې په پایله کې د پوستکي سوروالي
Excited state	هیجاني حالت
Exitation	داتوم تحریک کول:کله چې دفوتون وړانګې داتوم ا لکترونوته یوازې دومره انرژي انتقال کړي چې دنني مدار څخه باندني لوړپوړي مدار ته وخیږي.
External Radiation	بهر نی وړانګې
F	
Fission	فیزیون: دیوه درانده عنصرچاودیدنه لکه U^{235}په دوه سپکواولږ.څه یوبرابر عنصرونولکه څنګه چې په هستوي بټۍ کې تر سره کیږي. په دې ترڅ کې دواړه سپکې ذرې په لوړه کچه حرکي انرژي لري اودوه تر دریونیوترونونه او ګاما وړانګې خپریږي
Force	قوه یا ځواک:
G	
Gamma rays	ګاما وړانګې الکترومقناطیسي وړانګې دي چې داکسریزیا د رونتګن وړانګوته ورته دي خوانرژي يې دنوموړووړانګو په پرتله ډیره لوړه ده. کله چې د یوې رادیواکتیف هستې څخه دبیتا او الفا وړانګې راووځي نوهغه نوی هسته سمدلاسه بنستیزاوترټولوټیټ انرژي لیول نه غوره کوې بلکه د هیجان په حالت کې پریوځي .ددې لپاره چې نوموړې هسته د اضافه انرژي څخه ځان خلاص کړي وي نودګاما وړانګو په شکل يې خپروي.
Genes	دوراثت بیالوژیکي واحددی چې په کروموزمو پراته دي.
Genetic cell	جنسي حجرى
Giga	یو میلیارد
Glioblastom	د مازغو سرطان یوډول ناروغي نوم دی
Gray (1Gy = 1Joule/1 Kilogramm)	ګرې: یوژول انرژي تقسیم په یو کیلو ګرام کتله
Ground state	ټیټ لېول یا بنسټیز ترټول لږ انرژي لیول
H	
Half life = $T_{1/2}$	فزیکي نیمایي وخت یا دعمرموده هغه وخت ته ویل کیږی چې په نوموړې موده کې د یوه ټاکلي رادیواکتیو عنصردهستو شمیردلومړني وخت هستوشمیرپه پرتله نیماي ته راولویږي.
Half-value layer = HVL	د نیمایي ارزښت پنډوالی د یوې مادې هغه پنډوالي ته وایي چې دوړانګو شدت د هغې

	دتيريدلو څخه وروسته د لومړني شدت په پرتله د جذ ب کولولوانعکاس په پايله کې نيمايي ته را کم کړي.
Hekto	سل
Henri Becquerel	يو فرا نسوي فزيک پوه چي په ۱۸۹٦ م کال کي يې ديورانيوم معدني ډبري راديواکتيويتي کشف کړه
Herz (Hz)	فريکونسي يا داهتزاشميرپه واحد ٍ ثا نيه کي
Hippokrates	يويونانئ درمل پوه چي لږ څه پينځه سوه کاله دمخه ديونان اتڼ په ښار کې ژوند کولو
Hypoxic cell	د لږ اکسيجن لرونکي حجرې
I	
Immune System	د بدن دفاع سيستم
Impulse Mass Spectrometer	د يورانيوم ايزوتوپونو د پيژندلو يوه نامتو دستگاه
Incident photon	رالويدونکی فوتون
Induction	راپارول يا ديوي ناروغی منځ ته راوستل
Ingestion	د خوراک او څښاک له لارې بدن ته ننوتل
Inhalation	تنفس کول
Interaction of ionizing radiation with matter	دمادې سره د ايونايزکوونکو وړانگو غبرگون
International Atomic Energy Agency = IAEA	داتومي انرژی نړيوال سازمان
International Commisstion of Radiation Protection =ICRP	دايونايز کوونکو وړانگودخطر څخه دځان ساتني نړيوال کميسيون
In vitro	هغه تجربی چي د ژوندی اورگانيزم څخه بهرپه يوه لابراتوارکی تر سره کيږي
In vivo	ټول هراړخيزي تجربی چي په ژوندي اورگانيزم باندی او پاژوندیوحجروباندی تر سره کيږي
Ion	يو اتوم او يا ما ليکول چي د الکترونوپه رانيولواويا بايللو سره يې يوبريښنايزچارج پيداکړی وي.
Ion dose (1C/kg)	دايونو دوز چي واحد يې يوکولومب پريوکيلوگرام
Ionization	ايونايزيشن: يوه فزيکي کړنلاره ده چي يو اتوم يا ماليکول يو بريښنايز چارج گټي او يايي بايلي
Ionization Chamber	د بريښنايز چارجونو اندازه کولو اله

Ionizing radiation	ا یونایزکوونکي وړانګې: هغو وړانګو اویا هستوي بخرکو ته ویل کیږي چې په یوه بیالوژیکي ماده کې دایونوجوړه منځ ته راولي. د بیلګې ډول لکه د ګاما وړانګې، بېټا وړانګې اونیوترونه
Isomers	دیوې هستې هیجاني حالت چې نسبت نوروته اوږد عمرلري
Isotopes	دیوه اتوم هغه نوکلید چې دپروتونوشمیر یې سره یوشان خودنیوترونوشمیریې توپیر ولري
J	
Joule = J	د میخانیکي انرژي واحد
K	
Kathode	کتود: دیوه برېښنایزسرکټ دمنفي قطب برخه
Kelvin (K)	کلوین :دتود وخې (حرارت) واحد
Kinetic energy = E_k	حرکي انرژي (خوځېدونکي) انرژي
L	
Laser processes	د لیزر کړنلاره
Laser rays	دلیزر وړانګو
Lens	د سترګو کسي
Letal Dose = LD_{50}	د وړانګو هغه اندازه چه پنځوس په سل کې وګړي وژني
Leukaemia	دویني سرطان
Leukippos	لویکیپوس یونانی فیلوسوف چې لږخه پینځه سوه کال دمیلاد نه دمخه یې داتوم نظریه راپیدا کړه
Light Water Reactor	دسپکو اوبو هستوي بټۍ
Linear Energy Transfer = LET	دانرژي سم سیخ یا خطیزانتقال
Linear non threshold theory = LNT	سم سیخ لیمیټ نه لروونکی تیوري په ډاګه کوی چې دوړانګوخطردانرژي ډوز سره سم سیخ خطي تناسب لري. دا په دې ماناچې که وړانګې په ډیره ټیټه کچه هم وي بیا هم دروغتیا لپاره خطر لري اوله دې کبله کوم لاندنی برید نه شته چې بې خطره وګڼل شي. نو ددې احتمال شته دی چې حتې یو فوتون هم دسرطان ناروغۍ راوپاروی
Linear Particle accelerator	دبخرکي خطیزتعجیل کوونکې دستګاه
Linear Quadratic Theory	سم سیخ مربع تیوري
Lipid	وازده
Liver	ینه

Logarithmus Naturalis = Ln	طبيعي لوګاريتم
Longitudinal plane	په اوږدو سطحه
M	
Macrophages	دبدن په غړو کې ځانګړو حجرو ته وايي چې دبنمني حجرې اويا مايکروبونه داېنزايمو په مرسته سره دمنځه وړي
Magnetic moment	مقناطيسي مومينټ
Malignant tumors	دنسجونناوړه پرسوب چې بې پولې او بې بندديزه ستريږي او کاوندي غړی ترفشارلاندي راولي او هم د بدن نورووبرخو ته غوريږي
Mamma	شځينه او يا نارينه تي
Mass Spectrometer	دکتلې شپکترومېتر
MBq	ميګا بيکارېل: يو مليون بيکارېل
Mega	يو ميليون
Metastase	ميتا ستاز: کله چې دسرطان نا روغي د بدن نوروبرخو ته هم وغوريږي
Mikro	يو مليونمه برخه (0,000001)
Milli	زرمه برخه
Milling/Refining	ديورانيوم اکسايد اوړه کول
Mining	د يورانيوم دراايستلو کړنلاره
Mitosis	ميتوزيس: د حجرووديربنتې ويش
Mol (mol)	مول - دمادي اندازه کولوواحد.کله چې ديوه عنصراتومي وزن په ګرام سره وښيونو دمادي يو مول لا س ته راځي
Mother nuclid	مورنۍ هسته
MRT= Magnetic Resonance Tomography	ماګنېټيک ريزونانس توموګرافي
Mutation	موتيشن: دبدني او يا جنسي حجروپه دي اين ايي کې بيالوژيکي اوکيمياوي بدلون ته وايي.
N	
Nano	يو په مليارډمه برخه
Natural Logaritm	طبيعي لوګريتم
Natural radiation sources	د طبيعي وړانګومنابع

Natural radioactivity	طبيعي راديواکټيويټي
Neutrino = υe	نيوترينو: يوبنسټيز هستوي بخرکی دی چې بريښنايزچارج نه لري اودليپټونو Leptons ذروپه ډله کې شميرل کيږي
Nuclear energy levels	داتوم هستی دانرژي ليول
Nuclear forces	هستوې قواوې، هستوي ځواکونه
Nuclear medicine	هستوي طب
Nuclear radiation	هستوي وړا نګې
Nuclear Energy	هستوي انرژي : کله چې ديورانيوم ۲۳۵هسته په حرارتي نيوترونو بمبارد شي نو په نتيجه کې د يورانيوم ۲۳۵ هسته په څو برخو جلا کيږي او په پايله کې په منځني ډول د دوو نه تر دريو پورې نيوترونه ازاديږي او ۲۰۰ميګا الکترون ولته انرژي په لاس راځي
Nuclear Reactor	هستوي بټۍ: دبريښنا د توليد په موخه يوه هستوي دستګاه ده چې هلته تر کنترول لاندې يو چاوديدونکی ځنځيري هستوي تعامل صورت نيسي اوپخپله پايښت مومي.
Nuclear reaction	هستوي تعامل: کله چې يوه لوړ انرژي ذره لکه پروتون، نيوترون، پروتون او نور په يوه نښه (Target) لکه داتوم يوه هسته ولګيږي اوپه پايله کې دغه هسته وچوي اونورې ذرې، ګاما وړانګې، الکترومقناطيسي وړانګې اوراديونوکليد مينځ ته راشي
Nucleid	نوکليد: هغه اتوم چې په ځانګړي ډول داتوم نمبر، اتوم کتلې او انرژي ليول سره ښودل شوئ وی
Nucleus	هسته يا منځي
O	
Orbits	مدارونه يا پيړونه
Organ Dose	دغړي ډوز
P	
Pair Production	د جوړه بخرکو پيدايښت
Particles radiation	د ذرو يا بخرکو وړانګې
Pb= Plumbum	يو فلزدئ چې سرپ ورته وايي
Pellets	ټوټی يا مردکي
Photon	فوتون : د يوناني ژبې کلمه ده چې مانا يې رڼا ده . فوتون دنورانرژي ترټولوکوچنۍ ذره تشکيلوي
Photon radiation	د فوتون وړانګې
Physical effects	فزيکي اغيزي

Pico	لس په طاقت د منفي دوولس
Positron	پوزيترون: يوهستوي بڅرکی دی چې کتله يې دالکترون سره برابره خومثبت بريښنايزچارج لري
Positron Emmission Tomography = PET	پوزيترون ايميزيون توموګراف : دهستوي طب يوه فزيکي کړنلاره ده چې دسرطان ناروغيوپه پيژندنه کې کارول کيږي. دنومورې موخې لپاره ناروغ ته يو راديواکتيوايزونوپ لکه کاربن يوولس، نايتروجن ديارلس، اکسيجن پينځلس اوفلور اتلس نوکليد په رګونوکي ور پيچکاري کيږي. نوموړي نوکليد په هغو نسجونو کې چې د سرطان په ناروغي ، انتاني ناروغی اخته وي او يا التهاب ولري دنوروپه پر تله ډيرجذب کيږي. څرنګه چې نوموړي ايزوتوپونه د پوزيترون ذرې خپروي او د بدن څخه بهرته را وتلای شي نوديوه ديديکتورپه مرسته سره اندازه کيدلای شي.
Proton	پروتون يوه داتوم هستې يو ه بنسټيزه ذره ده چې مثبت بريښنايزچارج لري او کتله يې مساوي ده $1{,}673\times10^{-27}$ kg
probability	احتمال اوددي چانس چې يوه تا کلی پيښه کيدای شي چې منځ ته راشي
Profelax	پروفيلا کس: تولې هغه کړنلارې لکه واکسين، دوايی خوړل، ځانګړی خوراک اونورې لارې چارې چې ديوې ناروغی دمخنيوي په موخه پخوا پيل کيږی
Prostata	پروستا تا غده
Q	
Quality Factor = Q_R	کواليټي فکتور يا دوړانګو دوزن فکتور: دتوپير لرونکو وړانګو بيالوژيکي اغيزې په پام کې نيسي دبيلګه په ډول که يوه ناروغ ته د ګاما وړانګو په ځای الفا وړانګې ورکړشي نودمعادل دوز په مرسته يې د خطرکچه اټکل کولای شو
Quant	کوانټ: دالکترو مقنا طيسي وړانګود انرژي تر ټولوکوچنۍ اندازه ده چې دخپريدلووړتيا لري اوانرژي يې مساوي ده له حاصل ضرب فريکوينسي اوپلانک ثابت عدد. د بيلګه په ډول لکه دنورکوانټ (فوټون کوانټ)، د ګاما کوانټ، اکسريزکوانټ (رونتګن کوانټ)
R	
Radiation Attenuation law	په ماده کې دوړانګودکمزورتيا قانون
Radiation Measurement	دوړانګو اندازه کول
Radiation Physics Terminology	دراديوفزيک نومونيونه

Radiation Protection	دورانګو نه ساتنه
Radiation sickness syndrome	دورانګو دناروغی سینډروم
Radio sensetive cell	دورانګو په مقابل کي حساسيت لرونکي حجري
Radioactive decay	راديواکتيف تجزيه
Radiobiolgy	دورانګو بيالوژي
Ralative biological effectiveness = RBE	نسبي بيالوژ يکي اغيزمن ضريب : په نسجونوکي دکوبا لټ شپيته راديواکتيو عنصر د مقايسه کوونکو وړانګو يا د ستاندارد (Standard) وړانګو اودڅيرونکو وړانګوانرژي اندازي د حاصل تقسيم سره مساوي دی
Radiocarbon Methode	دراديو کاربن طريقه
Radiochemistry	راديوکيميا
Radiological weapons	راديولوژيکي اويا د يورانيوم وسلی
Radiolyse	داوبودتجزيي کرنلاره
Radiophysics	دورانګو فزيک
Radiotherapy	دورانګوپه واسطه درملنه
Radiation Range	د وړانګو دڅيريدلوواټن
Range in water	په اوبو کي دڅيرېدني واټن
Reciprocal value	معکوس قيمت
Recombination	بيرته يو ځای کيدل
References	اخځونه
Regeneration	بيرته پوره کيدل، بيرته جوړيدل
Retina	د سترګي تر ځټ پوستکی
Röntgen	رونتګن: يو جرمنی فزيک پوه وه چي په ۱۸۹۵ م کال کي يي د اکسريز وړانګي کشف کړي
Röntgen unit =R	درونتګن واحد: يو رونتګن په يو کيلو ګرام وچه هواکي دايونايز کونکو وړانګو په او سطه پيداشوي بريښنايز چارجونه دي چي قيمت يي لږ څه دوه نيم په لس زرمه برخه د کولومب ده (1R= 2,58×10^{-4})
S	
Sagittal plane	د بدن په اوږدو سطحه
Screen	پرده
Sensitive	ډيره حساسه

Shell	قشر ، مدار، کرشی،
Sievert	سیورت: د معادل ډوزواحد سیورت دی اودتوپیرلرونکو وړانګو زیان په پام کې نیسي. نوموړئ واحد په بدن کې دجذب شوي انرژي ډوز او د کوالیټي فکتور د حاصل ضرب څخه تر لاسه کیږي
Single strand break	دیوه مزي یا هیلکس پرې کیدل
Somatic cell	د بدن حجري پرته له جنسي حجري
Somatic Mutation	دبدن حجرو موتیشن
Spectrum	شپیکټرم یا طیف او یا وړانګویش: دوړانګوتولي څپي د بر سر نه تر ښکته سره پوري پکي وي. دبېلګه په ډول لکه د کازمیکي وړانګي څخه تر رادیوي څپي پوري
Spectroscopy	شپیکټروسکوپي: دفزیکي او کیمیا وي کړنلارو په مر سته سره دمادي دیوی نموني مالیکولي جوړښت، دوړانګوطیف تحلیل اوترکیب رابرسیره کوي
Spontaneous cancer	دسرطان هغه ناروغیوته وایي چي بې له کوم څرګند علته په طبیعي ډول یوه ناڅاپه او پخپله پیدا کیږي.
Staging systems	دسرطان ناروغی د سټروالي اود بدن نورو برخو ته دغوړیدلو درجي سیستم په ګوته کویئ
Stimulate	هیجان
Stochastic effects	ستو خاستیک اغیزی: د وړانګو تصادفي زیان ته ویل کیږی چي د پیښیدلواحتمال یې دوړانګوډوز سره سم سیخ پورته ځي اودوړانګوکوم ټاکلی ټیټ لیمیټ نه لري. دوړانګو نوموړئ زیان په کالونو وروسته منځ ته راځي. د بېلګه په ډول لکه دسرطان ناروغی.
Surgery	عملیات
System International de Units = SI	دواحدونو نړیوال سیستم
T	
T cell leukaemia	د ویني تي حجري سرطان
Target	نښه
Tenth-value layer = TVL	لسم ارزښت پنډوالی : دیوی مادي هغه پنډوالی دی چي دلویدونکو وړانګوشدت لسمه برخه ورڅخه تیریږي
Terrestric radiation	دځمکي لاندي وړانګي
Therapy	درملنه یاعلاج
Thyroid Cancer	د تایراید سرطان ناروغی
TNT (Trinitrotoluene)	تي این تي : د کیمیاوي او یا هستوي انرژي هغه کچه رانبیي چي په یوه چاودنه کې د تودوخي په شکل منځ ته راځي. دبېلګه په ډول

	يو کيلو ګرام ټي اين ټي د لږ څه ځلورنيم مليونوژول ميخانيکي انرژي سره سمون لري
Trisomie 21	تريزومي يوويشت: ديوې جنسي حجرې موټيشن يوډول دی چې اولادونه يې د بدن په ټولو حجروکي يوويشتم کروموزوم ديوې جوړې په ځای درې واره پيداکيږي.
Tumor	تومور: دبدن نسجونوهر اړخيزپرسوب اود حجم غټوالي ته ويل کيږي. لکه التهاب او د سرطان نسجونوبې کنټروله ويشتوب
Tumorsuppressorprotein	په بدن کې يولړپروټيين شته دي چې د سرطان ناروغی دمنځ ته راتلومخ نيوي کوي. دبيلګه په ډول لکه P53 پروټين چې په اوولسم کروموزوم کې ديوه جين په مرسته جوړيږي.
U	
Uranium enrichment	د يورانيوم دغني يا بډاې کولو کړنلاره
Uranium mining and production	د يورانيم د لاس ته راوستلو او توليد تکنالوژي
Urine	ميتيازی
Uterus carcinom	درحم سرطان (زيلانځي سرطان)
V	
Vectors	ويکتورو نه
Virus	وايرس
Visible light	د ليدلو وړ وړانګې
W	
Watt	وات: دقدرت واحد دی. يوواټ مساوي دی يوولټ ضرب امپير.
World Health Organization = WHO	دنړيوال روغتيا سازمان
X	
X – Bremsstrahlen	د اکس برېمز وړانګې
X-ray tube	د اکسريز دستګاه
X-rays	اکسريز يا رونتګن وړانګې الکترومقناطيسي وړانګې دي چې دنور وړانګو څخه يې انرژي لوړه ده. نوموړې وړانګې په طبابت کې دناروغيو د پيژندلو او درملنې په موخه ورڅخه ګټه اخيستل کيږي.
Z	
Zygote	زايګوټ : نطفه يا زيږوړی:

Subject index
داصطلاحاتو لیست

الف	
اتوم،۱۷،۱۱،	الفا ذري انرژي،۵۲
اتوم بم،۱۷،۶،	الکترو مقناطیسي وړانګي،۵۳
اتوم هسته،۱۸،۱۹،۶	انتي نیوترینو ،۵۹
اتوم تحریک ،۳۷۲،۲۳،	الفا تجزیه،۶۱
اتوم قانون،۱۶۷،۹	اکسریز عکس،۷۴
اتوم کتله،۱۱	ارتجاعي ضربه،۸۳،
اتوم کتلي واحد،،۱۲،۷	ایون دوز،۱۰۰،۹۸،۹۶،۹۵،
اتوم مطلق کتله،،۱۳،۱۴	ایونایزیشن چمبر،۵۲،۹۸،
اتوم مودل،۱۸،۱۷	اکسریز آله ،۹۹،
اتوم نسبي کتله،۱۴،۱۲	انرژي دوز،۱۹۲،۱۱۶،۱۰۹،۱۰۰
اتوم نمبر،۶۱،۲۸	اغیزمن معادل دوز ،۱۲۸،۱۱۹،۱۱۸
اتومي انرژي،۲۴۱،۱۶۷،۶	انژي دوز قدرت،۱۰۵،
اتومي بتی،۱۶۷،۲۵۲،	انرژي خطیز انتقال ،۱۲۲،۱۲۱،
امپیر متر ،۳۸۱،۹۹،۵	انتشار فاصله،۱۲۵،
اتومي وزن،۱۲	اوبو تجزیه،۱۳۲،
اتومي وسلي،۳۴۸،۲۷۰،	آزاد رادیکال،۱۳۵،
اغیزمن دوز،۱۵۴،۱۱۹،	اوبه زن الکترون،۱۳۰
الفا تجزیه،۶۰،۷۷،۶۱،۳۶۷	اپیتیل نسجونه،۱۳۹،
الفا ذره،۷۰،۶۳،۶۱،	اپوپتوزیس،۱۴۳،۱۴۲،
الکترومقناطیسي وړانګي،۵۷،۵۴	اونکوجین،۱۵۲،
اتوم شعاع،۸	اتومي انرژي قانون،۱۶۷،
الکترون،۷۴،۱۸،۷۰	ایزوتوپ،۱۷۶
الکترون ولټ،۷۷،۷۳،۷۱	ایروزول،۱۸۰،
اتوم مدار،۲۱،	اینشټاین، ۱۷۴،
اووګادرو عدد،۱۳،۳۲،۱۲	ایروتیم،۲۰۸،۲۰۴،
ایزوتوپ،۷،۵۸،۴۳،۳۹،۳۶	اورکانوګېنیزیس،۲۲۱
ایزوتون،۷	الارا پرنسیپ ،۲۴۵
ایزوبار،۷	اپي ډېمیولوجي،۲۴۱،۳۵۱

ایکسپونینسیال تابع،۱٤	اپپي ډېميولوجي شميرنه،۳۵۱
ایکسرېز،۲۱،۱۸۵،	اتوم جورښت،۱۷،
ایونایزیشن،۵۲،۱۵	اتوم کلمه،۱۷
اتومي انرژۍ سازمان،۱۷۷،۲٦۱،	ایونایزیشن انرژي،۵۲
اکتیویتي واحد،۳۱	اتوم او قرآن،۱۷
اویلر عدد،۳٤	اریستوتیل،۱۸
اکسپونینسیال تابع،۳۵	اتوم موډل نیلزبور،۱۸،۱۹
اغیزمن نیمايي وخت، ٤۵	الکتروستاتیک قوه،۱۹،
الفا وړانګي کتله،۵۱ ،	انرژي طيف،۲۱
ب	
بلاستوکینېزیس،۲۲۱	بنسټيز واحد،۱
بحراني کتله،۱٦۵،	بیتاانرژي، ٦۹،۱۲۹،۲٤٤
بدن اناتومي محوورونه،۳٤۳	بوراتوم موډل،۱۸،۱۹
براګ کلیمن قانون ،۱۲٦،	براګ کلیمن قانون،۱۲٦
بریډرهستوي بتی ،۱۵۸،	بیوپسي،۱۹۵،
بریمز وړانګي۷۱،۷٤	بیو کیمیاو تعامل،۱۹۵
بهرني وړانګي،۱۸۰،	بیالوژیکي اغیزي،۳٤۹،۱۱٤،،۳٤٦
بیا لوژیکي دوزیمتري ،۲۸٤،۲۸۵،	بایستندراغیزه،۳٤۹،
بخرکووړانګي،۵۳	بیالوژیکي بدلون،۳٦۲،
بیالوژیکي نیمايي وخت،٤۵	بیومالیکول،۳٦۲،
بیتا تجزیه،،٦٤،٦۵	بیالوژي،۹
بیتا وړانګي،،۵۱،۳٦۰،،۷٦	بیالوژیکي نمونه،۳۲،
بیکاریل،۲٦،۲٤۰	بیالوژیکي غبرګون،۱۳۱
بینیګن پرسوب،۳۲۲	بیتا ذره،۵۲،۸۲،
بیتا مثبت تجزیه،٦۵	بیتا وړانګوانرژي،۱۱
پ	
پلوتونیم،۲۸	پروتون،۲۵،۲۷،۳۰،۵۹
پلازما ،۲۸۷	پاراسپلزيوس،۹۵،
پلازما کتلي شپکتروسکوپي،۲۸٦	پلانک ثا بته، ۲۱،۵٦
پلانک ثابته،۵٦	پروتون کتله،۸،۵
پلوتونیم، ۱۵۷،۱۵۸،	پي میزون،۵۳،
پلورادیواکتیوسلسله،۲۸	پي پی ایم، ۲۸۹
پوزيترون ،۳۰،۸۱،۳۷۸،٦۵،	پي میزون،۳۰،
پولي مېرازي انزایم،۲۲۰	پینیلبلیندي،۱۲۷،
ت	
تایراید،۱۵۳،۳۳۸	تجزیي ثابت ،۳۸

تجزيي ثابت ،۳۸	تخنپسیم نیمایي وخت،۳۸
تخنپسیم،۳۷	ترا نسمپسیون ۹۲،
ترا نسمپسیون ۹۲،	تریزومي،۲۱۱،
تریزومي،۲۱۱،	توریم راديو اکتیو سلسله،۲۸
توریم راديو اکتیو سلسله،۲۸	تومور،۱٤۷،
تومور،۱٤۷،	تومورسپریسرجین،۱۵۰،۱۵۲،
تومورسپریسرجین،۱۵۰،۱۵۲،	تومورمارکر،۳۳۷
تومورمارکر،۳۳۷	ټرون انرژي ،۷۵،۷۸،۶۸،
ټرون انرژي ،۷۵،۷۸،۶۸،	تومور مخه نیوونونکی جین،۱٤۸
ټ	
ټي این ایم سیستم ،۳۳۵	ټیته کچه ورانګي،۳٤۸،۳٤٦
ټیټي کچي اغیزمن دوز،۲۵٦	ټیټ لیول،۳۷۳،
ټی ان ټي ،۱۷۸،۲۲۸،۳۸۰،	ټیټ لیمپټ،۳۸۰
ټي این ایم سیستم،۳۳۵،	ټي حجرې سرطان،۳۸۰
ټي انتي هستوي انرژي،٦	ټي ان ټي معادل حرارتي انرژي،٥
ټیټ مدار،۱۹	دټیټ فریکونس برخه،۵۷
ج	
جوړه ذرو پیدایښت،۸۰، ۱۳۰،۷۸،	جوړه ایونونه،۷۲
جنټیک موتیشن،۲۰۹،	جوړه مثبت ایونواوالکترونو،۹٦
جین تیراپي،۳۳۸	جوړه چارجونو،۹۹
جنسي حجرې،۱۳۹،	جین،۲۵۱،۲۱۵،۲۰۵،
جینیټیک وروستی اغیزې،۲۳۳	جین حجرې،۳۳۱
جین نمبردری پنځوس،۱٤۸،	جول،۱۰۱
ح	
حجره (ژونکه) ،۱۳۷،	حجرې کثافت،۱۲۳
حجرې چیک پوینټ،۱٤۰،	حجرې حجم،۱۲۳
حجرې ګرزیدونکي پړاونه،۱٤۰،	حجرې راديولایزیشن،۱۳۲
دحجرې ډي این ایDNA ،۱۳۵	حجرې جوړښت،۱۳۷
خ	
خطي طیف،۳۷۹،۲۸۲	خنثي لیول،۱۳۲
خطي تعجیل کوونکی،۷۱،	خپلواک راديکال ،۱۳۲
خطراتکل،۱۰۹،	خنثی مالیکول،۱۳٦
خطر احتمال،۱۱۸	خطیز شپکټرم،۲۸۲
د	
دویټرون،۱۵	دید کمښت،۱٦۸
درندي اوبه،۱۵	دوه مرکزه موتیشن،۲۱۰،

دلتا الکترون،۸۳،	ډیډیکتور،۲۰٤،۲۸۳
ډبل انرژي ډوز،۲۱۳،	دي این اې. غبرګ تارونوپرې کیدل،۲۱٦
ډبل سترانګ،۲۱٦،۲۱۷	دي این اې کریک واټسن موډل،۱۵۲،
ډبل هیلیکس،۲۱٦،۲۱۷	دي.این.اې.هیلیکس ،۱۳۸،۱۳۸،
ډوز ضریب،۱۷٤	ډي اوکسي ریبونوکلیک اسید،۱۳۸، ۱،
ډوز،۹۵،	ډي این اې ،۱۳۸،۱،۱٤۰،
ډوزخطرضریب،۲۷۳	ډوزیمتري،۹۵
ډبل وخت،۳۲۹	ډبل حجم،۳۲۹
ر	
رادون،۲۰۱،۲۵۲،۲۵۷،	رادیواکتیف،۲٦،۳۷،۵۱
رادیواکتیویتي،۲٦،۳۲،۲۹	رادیواکتیو سلسلي،۲۸
رادیم،۲۷،	رادیوتیراپي،۳۳۸
رادیو اکتیو قانون،۳٤	رادیولوژیکي وسلي،۱٦۷،
رادیو اکتیوتجزیه،۲۹	رادیوم، ۱۸٤،
رادیو ایزوټوپ	رونتګن وړانګي،۷۱،۷۲،۷۳،۲٤۸
س	
سرطان ناروغي،۱۸٦،۲۰۵،۲۱۷،۲٤۰	سیمولاسیون ټکنالوژي،۳٤۰
سپکو اوبو بټی،۱٦۰،	سیورټ،۱۱۵،۱۱۸،۱۲۰،۱۲۹،
سپکي اوبه،۱۵	ستم ججري،۱۳۹
سرطان ناروغی جین، ۲۵۵،۲۵۷،۳۱٦	سیکلوترون،۸۱،۱٦،
سرطان ناروغی ږومبی شکمني نښې،۳٤۲	سوپر نووا،۱۵۵،۱۵٦،
سره کرویات،۱۳۹،	سوماتیک حجرې، ۱۳۹،
سم سیخ ایونایزکوونکي وړانګي، ۵۳	سوماتیک موټیشن،۲۰۹،
سم سیخ لیمیټ نه لرروونکی تیوري،۲٦۲،۲۷۱	سم سیخ مربع تیوري،۲٦۳
ط	
طبیعي رادیواکتیویتي،۲٦	طبیعي سرچینې،۳٦٤،
طبیعي لوګاریتم ،۳٤	طبیعي رادیو اکتیومواد،۲۸
طبیعي یورانیوم ،۱۵۵،۱۵٦،	طبیعي رادیو اکتیو عنصر،۲۵۳
طبیعي وړانګي،۲۵۱	طبیعي رادیواکتیوسلسله،۲۸
غ	
غریب شوي یورانیم،۱٦۲، ۱٦۵، ۱۷۰،۱۷۱	غږي ډوز،۱۱٦،۱۱۷،
ف	
فوټو اغیزه،۷۸،۱۳۰،	فوټون انرژي،۵٦
رادیواکتیو باران(فال اوټ)،۲۲۹	فوټون وړانګي،۵۳
فزیکي نیمایي وخت	فوزیون،۱۸٤،

فزيكي نيمايي وخت،٣٤	فيلا دلفيا كروموزوم،١٥٠،
فلوريسينس تكلاره ،٢٨٥	فېتوكېنېزيس،٢٢١
فوتون،١٩،٢١	فوتون متمادي طيف،٢٢
ک	
كولومب قوه،٣٠	كروموزوم،١٣٨،
كازمېكي وړانگي،٢٥١	كارسينوجېنيک،١٧٠،
كتلي نمبر،١١،١٩،٦١	ككړ تيا وړانگي،١٩٠،
كوانت،٦٦،٢٨٢،٣٧٨،	ككړتيا،١٩٩،
كيوري،٣،٣١،	كاتاركټ ناروغي،٢٠٧،
كيلوبيكاريل،٣١	كازميكي وړانگي ،٢٥١
كازمېكي وړانگي،٤٣	كولېكتيوډوز،٢٧٢
كلوډ چېمبر ،٥٢	كتلي شپېكترومتر،٢٨٨
خپريدلوواټن،٥٩	كانسر،٣٠١
دوړانگوكمزورتيا قا نون،٨٣	كمپيوترتوموگرافي،٣٠١
كمزورتيا فكتور ،٨٥،٨٧	كيمياوي تيراپي،٣٣٨
كمزورتيا خطي ضريب،٨٥،٨٨	كواليتي فكتور ،١١٥
كتلي كمزورتيا ضريب،٨٧، ٨٨،٨٩	كتلي دروونكى قدرت،١٢٥،
كمپيټون اِغيزه،٧٩، ١٣٠،	كيمياوي ډوزيمتري،١٣٦،
كوبا لټ شپيته ،١٢٨،٢٩٢،٣٧٩،	كلونوكېنيک مرينه ،١٤٣،
گ	
گاما شپيكترومېتري،١٦٧،	گراف،٨٩،
گري،١٠٢،١٠٣،١١٠،	گري تقسيم په وخت،٩٠
گلف سيندروم،١٧٠،١٨٣،	گرام پرسانتي متر مربع،٩٣
ل	
لسم ارزښت پنډوالى ، ٩١،٩٢	لوړ فشاراوبوبتى ، ١٦٠
لارمور فريكونسي ،٣٠٩	لوړي كچي اغيزمن ډ وز ،٢٥٦
لومفوسيت،٢١٢،	ليتال ډوز،١٢٨،
م	
مدار،١٨،١٩،٢١	متمادي طيف،٢١،٤٨،٥٤
ميكا بيكاريل،١٠٩،	مخصوصه ايونايزيشن،١٢٤،١٢٥،
ماري كيوري،٢٧	مخصوصه راديواكتيويتي،٣٢،١٧٤،
ماليكن پرسوب،٣٢٢	مشخصه طيف ٢٢،
مايكروخپي،٥٢،٥٣،٩٤	معادل انرژي ډوز،١٢٩،٢٠٠،
مايوزيس،١٣٩،	مقناطيسي ريزونانس توموگرافي ،٣٠٤
مايوزيس،١٣٩،٢٠٩،	ملي سيورت،١٠٧،١١٧،١٢٨
ملي كيوري،،٢٥٨،٤١	مولاركتلي وزن،٣٨

منځنی وخت، ٤٠	موډراتور، ١٥
مولټيپل ميولوما، ٣٣٧	ميرمن کيوري، ١٨٥، ٣٧٢،٧٥
موتوجېنيک، ١٧٠،	ميتاستاز، ٣٢٢
موتيشن، ١٣،١١٤،،١٥٣،١٩٥،٢٢	ميتوليشن، ١٩٦،
مول، ١٢،١٤،٣٢	متمادي طيف، ٢٢،
ملي سيورت، ١٠٥،١١٠،١٨٦	ملي ګري، ١١٥،
ن	
نوکليد، ١٧٦،٢٧	نيپتونيم، ١٥٨،
نسبي بيالوژ يکي اغيز منتيا ، ١٢٧،	نيکروزيس، ١٤٢،
نسجونو وزن فکتور، ١١٨،١٢١،١٢٠،	نيمايي عمر، ٢٨
نسجونوخراب ډوله پرسوب، ٣٢١	نيمايي پنډوالي، ٨٩،
نطفه، ٢٢١	نه سم سيخ ايونايزکوونکي وړانګي، ٥٣
ننه وړانګي، ١٩٠،	نورسرعت، ٥٥
نه ايونايزکوونکي وړانګي، ٥٣	نوکليد چارت ، ٧٥،٧٦،٣٦٢،
ه	
هارمون تيراپي، ٣٣٨	هستوي ځنځيري تعامل، ١٦٥،
هايدروسېفالوس، ٢٢٣	هستوي بتی سونګ مواد ، ١٦٥،
هايدروجن پر اکسايد ، ١٤٨،	هستوي طب، ٢٥٣
هسته، ١٣٧،١٣٨،١٥٧،١٨٦	هستوي قوه، ٣٠
هستوي ازموينې، ٢٣٠،٢٣١	هستوي وړانګي، ٥٨
هستوي انرژي، ١٦٦،	هستوي بتي، ١٥٩،
هستي ريزونانس ، ٣١٠	هستوي چاودنه، ٦٣،٦٨،١٦٦
هورمېزيس موډل ، ٢٦٣	هيرسيپټين، ٢٩٩
هډوکو سرطان ، ١٨٥،	هېنري بېکاريل ، ١٨٥،
و	
وړانګي، ١٥،١٨،٢٤،٢٨،٥١	وړانګو درملنه، ٣٣٩،٣٤١،
وينې سرطان، ١٥٠،١٩٤،	وړانګو ستوخاستيک اغيزې، ٢٠٥،٢٠٦،٢٠٧،٢٤٠،
وړانګو اغيزې، ١٣٠،	وړانګو فزيکي اغيزې، ١٣٠،١٤٨،
وړانګو اندازه کول، ١٣٠،	وړانګو کلنۍ ډوز، ٢٤٥،٢٤٧،٢٧٣،
وړانګو انرژي، ١٢٧،١٢٨،١٣٠،	وړانګو کواليټي فکټور، ١٩٩،
وړانګو بايستېندر اغېزه، ٢٦٥،٣٥٠،	وړانګو ناروغۍ زيندروم، ٢٢٦،٢٢٨،٢٣٤،٢٣٨
وړانګو بيالوژي	وړانګو ناروغۍ زيندروم، ٢٣٣،٢٣٤،٢٣٨
وړانګو خطر نه ژغورنه، ٢٤٢،٢٤٦،	وړانګو ناوړه اغيزې، ٢٥٥،٢٦٠،٢٦٢،٢٦٤،٢٦٦،
وړانګو خطر، ٢٠٣،٢٥٦،٢٦٢،	وړانګو نه ساتنه، ٢٤٠،٢٤٢،٢٤٦،
وړانګو دخطرمطلق موډل، ٢٦٨،٢٦٩،	وړانګو نه سم سيخ اغيزې، ١٤٦،١٤٧،
وړانګو وزن فکټور ١١٨،٢٤٤،	وړانګواندازه کولوتګلارې، ٢٨٣،٢٨٤،٢٨٦،٢٩٨،

وړانګو ډوزاو دواتن مربع قا نون،۱۰۹،	وړانګوانرژي ډوز،۲۶۲،۲۵۳،۲۱٦،۲۰٤،
وړانګوبیالوژیکي اغیزې ،۱۳۲،۱٤۸،	وړانګوزهرجني اغیزې،۱۸۵،
وړانګوبیالوژي،۱۲٦،۱۲٦،	وړانګوژرورانی،۲۱۰،
وړانګوتصادفي اغیزه،۱٥٤،۲۷٤،	وړانګوسرچینې،۲٥۱،
وړانګوتیراتوګین اغیزې،۲۲۲،	وړانګوسم سیخ اغیزې،۱٤٦،۱٤٥،۱٤۷
وړانګود خطرنسبي موډل،۲٦۸،۲٦۹،	وړانګوسوماتیک ورانی،۲۱۰،
وړانګودخپروني واټن،۱۲٦،	وړانګوفزیک
وړانګوکمزورتیا قا نون،۸٤،۲٤٤	وړانګوکمزورتیا قا نون،۸٤،۲٤٤
وړانګوکیمیاوي اغیزې ،۱۳۲،۱٤۸،	وړانګوکیمیاوي اغیزې ،۱۳۲،۱٤۸،
وړانګولوړ لیمیټ،۱۸۷،۱۸۹،	وړانګوډوزخطر ضریب،۲۷٦،۲۷۷،۲۷۸،۳٥۰،
وړانګوموتیشن اغیزې،۲٦۲،	ویني دفاع سیستم،۱۹٤،
وړانګوټاکونکي اغیزې،۲۰۷،۲۰۸،۲۱۱،	وړانګوخخه دخان ساتني سیمي،۲٤۹
ي	
یورانیم اکساید،۱٥۸،۱٦۰،	یورانیوم نفوز کړنلاره ،۱٦۱
یورانیم دوه سوه اته دیرش،۱٥٦،۱٥۸،	یورانیوم وسلې،۱٦۷،
یورانیم دوه سوه پینځه دیرش،۱٥۸،۱٥٦،	یورانینیت، ۱٥۹،
یورانیم سلسله،۲۸	یورانیوم اوره کول،۱٦۰
یورانیوم استخراج،۱٥۹،	یورانیوم بډای کول،۱٥۹،۱٦۱
یورانیوم تجزیه،۱۷٤،	یورانیوم هیکسا فلوراید،۱٦۰
یورانیوم زیرمې ،	یورانیوم سېنتریفوګ کړنلاره، ۱٦۳
یورانیوم سرګولی،۱۷۷،	یورانیوم معدني ډبره،۱٥۹،۱٦۰،
پای	

ملــونــه
Appendices

دراديوايزوټوپوجدول (Radioisotops Table)

په ٤٤- جدول کي د مهمو راديونوکليد (Radionuclides) فزيکي خواص راټول شوي دي چې هر يو يې په لاندي ډول تشريح کيږي.

★ دکتلي تورليکل شوئ شمير هغه ايزوټوپونه تشکيلوي چې په طبيعت کي اکثر(ډيرځلې) پيدا کيږي .

★ دکتلي شميرچې په قوس کي ليکل شوي وي هغه طبيعي راديو ايزوټوپ دي چې فزيکي نيمايي عمر يې بې حده اوږد وي.

★ هغه راديو ايزوټوپونه چې په درملنه کي ورڅخه ګټه اخيستل کيږي په (Therapeutic = Th) سره ښودل شوي دي.

★ فزيکي نيمايي عمر ($T_{1/2}$) ساعت (h = hour)) کال (a = Year) اوورځ په (d = day) تورو باندي لنډ ليکل شوي دي.

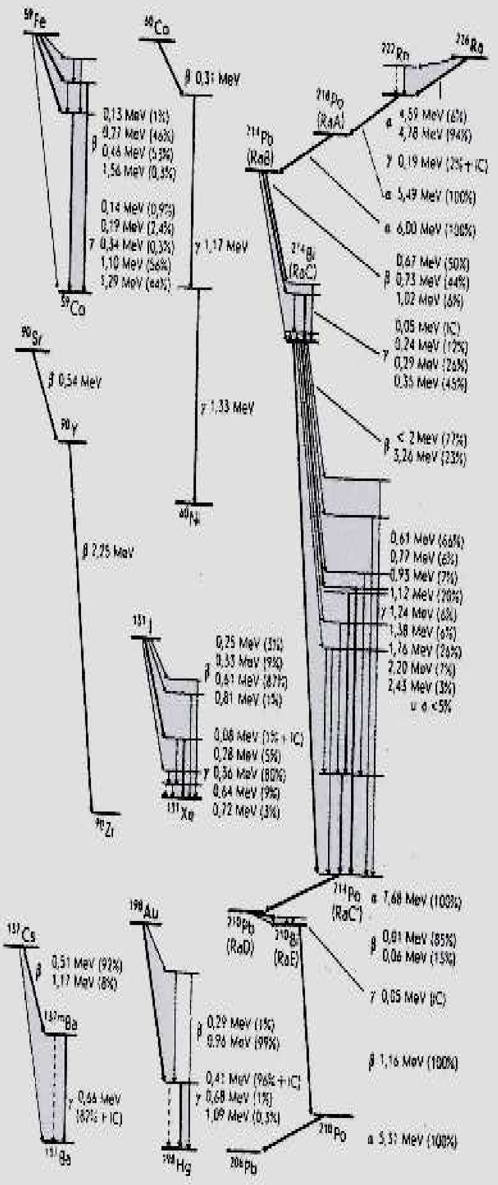
★ دراديوايزوټوپونوعمده (بنسټيز) انرژي کمپو نيښت (برخه) په ميګا الکترون ولټ (MeV) ښودل شوي ده.

★ د ګاما توری Γ_H د همغه راديو ايزوټوپ د ډوز قدرت ثابته ده چې واحد يې مايکروسيورت متر مربع په ساعت په ګيګا بيکاريل ($\mu Sv\ m^2\ h^{-1}\ GBq^{-1}$) ده.

د ګاما ثابته Γ_H	دوړانګوانرژي MeV	فزيکي نيماي عمر	دمستقرواوراديوايزو توپو د کتلي شمير	د عنصرنوم

Zerfallschema für ^{59}Fe, ^{60}Co, ^{90}Sr, ^{131}I, ^{137}Cs, ^{198}Au und ^{226}Ra

Erläuterung: Der Abstand zwischen den Energieniveaus ist proportional der Energie der β oder γ-Strahlung (nicht der α-Strahlung). Schräge Pfeile nach links: α-Zerfall, nach rechts: β-Zerfall, senkrechte Pfeile: γ-Übergang, gestrichelte Pfeile: innere Konversion (IC).



Literatur: Martin, M.J. u. Blichert-Toft, P.H., „Radioactive Atoms", Nuclear Data 8 (Oct. 1970), Nr. 1/2

14

Isotopentabelle mit den wichtigsten radioaktiven Nukliden

Eine Tabelle der in der Nuklearmedizin verwendeten radioaktiven Isotope befindet sich im Kapitel Nuklearmedizinische Diagnostik.

Erläuterungen:

Fettgedruckte Massenzahlen: Häufigstes natürliches Isotop.

Massenzahlen in Klammern: Natürliche Radioisotope mit extrem langer Halbwertzeit.

(Th): Vorwiegend therapeutische Anwendungen

$T_{1/2}$ (Halbwertzeit): a = Jahre; d = Tage; h = Stunden

MeV: Energie der Hauptstrahlungskomponenten

Γ_H: Dosisleistungskonstante in $\mu Sv\ m^2\ h^{-1}\ GBq^{-1}$ (einschließlich Vernichtungsstrahlung bei Positronenstrahlern sowie charakteristischer Röntgenstrahlung bei K-Einfang und IC).

K: K-Strahler, siehe „β-Zerfall".

Element			Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	MeV α	MeV β	MeV γ	Γ_H
1	H	Wasserstoff	1, 2						
				3	12 a	–	0,02	–	–
2	He	Helium	3, 4						
3	Li	Lithium	6, 7						
4	Be	Beryllium	9						
				7	53 d	–	K	0,47	7,8
5	B	Bor	10, 11						
6	C	Kohlenstoff	12, 13						
				14	5730 a	–	0,16	–	–
7	N	Stickstoff	14, 15						
8	O	Sauerstoff	16, 17, 18						
9	F	Fluor	19						
				18	1,8 h	–	0,63	0,51	150
10	Ne	Neon	20, 21, 22						
11	Na	Natrium	23						
				22	2,6 a	–	0,54	1,27	320
				24	15 h	–	1,39	2,76	490
12	Mg	Magnesium	24, 25, 26						
				28	21 h	–	0,42	1,35	210
13	Al	Aluminium	27						
14	Si	Silicium	28, 29, 30						
				31	2,6 h	–	1,47	–	–
15	P	Phosphor	31						
				32	14 d	–	1,71	–	–
16	S	Schwefel	32, 33, 34, 36						
				35	88 d	–	0,17	–	–
17	Cl	Chlor	35, 37						
18	A	Argon	36, 38, 40						
				37	34 d	–	K	–	–
				41	1,8 h	–	1,20	1,29	180

15

Siemens Aktiengesellschaft , Medizinische Technik, Daten, Formeln, Fakten, Ausgabe 1991

عنصر	دمستقرواوراديوايزو توپو د کتلي شمير	نيماي عمر	دوړانکو انرژي	د ګاما ثابته	عنصر	دمستقرواوراديوايز توپو د کتلي شمير	نيماي عمر $T_{1/2}$	دوړانکو انرژي	د ګاما ثابته

Element			Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	α	MeV β	γ	Γ_H
19	K	Kalium	39, (40), 41						
				42	12 h	–	3,58	1,51	37
20	Ca	Calcium	40, 42, 43, 44, 46, 48						
				45	164 d	–	0,25	–	–
				47	4,5 d	–	0,66	1,29	150
21	Sc	Scandium	45						
				46	84 d	–	0,36	1,12	290
22	Ti	Titan	46, 47, 48, 49, 50						
23	V	Vanadium	50, 51						
				48	16 d	–	0,70	1,32	420
24	Cr	Chrom	50, 52, 53, 54						
				51	28 d	–	K	0,32	4,8
25	Mn	Mangan	55						
				52	5,6 d	–	0,58	1,46	500
				54	313 d	–	K	0,84	130
				56	2,6 h	–	2,81	0,84	230
26	Fe	Eisen	54, 56, 57, 58						
				59	46 d	–	0,46	1,10	170
27	Co	Kobalt	59						
				56	77 d	–	1,50	1,23	480
				57	272 d	–	K	0,12	15
				58	71 d	–	0,47	0,81	150
	(Th)			60	5,3 a	–	0,31	1,33	350
28	Ni	Nickel	58, 60, 61, 62, 64						
				65	2,5 h	–	2,10	1,12	75
29	Cu	Kupfer	63, 65						
				64	13 h	–	0,57	0,51	29
30	Zn	Zink	64, 66, 67, 68, 70						
				65	244 d	–	K	1,12	83
31	Ga	Gallium	69, 71						
				66	9,4 h	–	4,14	0,51	310
				67	3,3 d	–	K	0,30	21
				68	1,1 h	–	1,88	0,51	150
				72	14 h	–	0,96	2,20	360
32	Ge	Germanium	70, 72, 73, 74, 76						
				71	11 d	–	K	–	–
33	As	Arsen	75						
				74	18 d	–	1,36	0,59	120
				76	1,1 d	–	2,97	0,55	63
				77	1,6 d	–	0,68	–	–
34	Se	Selen	74, 76, 77, 78, 80, 82						
				75	120 d	–	K	0,27	55
35	Br	Brom	79, 81						
				82	1,5 d	–	0,44	0,77	390
36	Kr	Krypton	78, 80, 82, 83, 84, 86						
				85	11 a	–	0,67	0,52	0,3
37	Rb	Rubidium	85, (87)						
				86	19 d	–	1,80	1,08	14
38	Sr	Strontium	84, 86, 87, 88						
				85	65 d	–	K	0,51	79
				87m	2,8 h	–	–	0,39	49
				89	50 d	–	1,46	–	–
	(Th)			90	28 a	–	2,25	–	–
39	Y	Yttrium	89						
				88	107 d	–	K	1,89	360
				90	2,7 d	–	2,25	–	–
				91	59 d	–	1,54	1,20	0,5
40	Zr	Zirkon	90, 91, 92, 94, 96						
				95	64 d	–	0,39	0,75	110
41	Nb	Niob	93						
				95	35 d	–	0,16	0,76	120
42	Mo	Molybdän	92, 94, 95, 96, 97, 98, 100						
				99	2,7 d	–	1,23	0,14	39
43	Tc	Technetium	–						
				99	210000 a	–	0,29	–	–
				99m	6,0 h	–	–	0,14	16
44	Ru	Ruthenium	96, 98, 99, 100, 101, 102, 104						
				103	39 d	–	0,21	0,49	77
45	Rh	Rhodium	103						
				105	1,5 d	–	0,56	0,30	12
46	Pd	Palladium	102, 104, 105, 106, 108, 110						
				109	13 h	–	1,02	0,09	15
47	Ag	Silber	107, 109						
				110m	250 d	–	0,53	0,88	410
				111	7,5 d	–	1,04	0,34	4
48	Cd	Cadmium	106, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116						
				115m	45 d	–	1,61	0,94	5
49	In	Indium	113 (115)						
				113m	1,7 h	–	–	0,39	48
				114m	50 d	–	1,98	0,19	26
50	Sn	Zinn	112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 124						
				113	115 d	–	K	0,39	74
51	Sb	Antimon	121, 123						
				122	2,7 d	–	1,40	0,57	69
				124	60 d	–	2,31	1,71	260
				125	2,8 a	–	0,30	0,60	78
52	Te	Tellur	120, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 130						
				132	3,2 d	–	2,12	0,96	390
53	I	Jod	127						
				123	13 h	–	K	0,16	43
				125	59 d	–	K	0,03	39
				131	8 d	–	0,61	0,36	59
				132	2,3 h	–	2,12	0,67	340
54	Xe	Xenon	124, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 136						
				133	5,2 d	–	0,34	0,08	14
55	Cs	Caesium	133						
				134	2,1 a	–	0,65	0,80	240
	(Th)			137	30 a	–	0,52	0,66	86

16

17

Siemens Aktiengesellschaft , Medizinische Technik, Daten, Formeln, Fakten, Ausgabe 1991

عنصر	دمستقرواوراديوايزوتوپو د كتلي شمير	نيماي عمر	دورانكو انرژي	د گاما ثابته	عنصر	دمستقرواوراديو ايزوتوپو د كتلي شمير	نيماي عمر $T_{1/2}$	دورانكو انرژي	د گاما ثابته

Element			Massenzahlen Stabile Isotope	Radio-isotope	$T_{1/2}$	MeV α	MeV β	MeV γ	Γ_H
56	Ba	Barium	130, 132, 134, 135, 136, 137, 138						
				131	12 d	–	K	0,50	85
				133	10,5 a	–	K	0,30	80
				140	13 d	–	1,02	0,54	31
57	La	Lanthan	(138), 139						
				140	1,7 d	–	1,38	1,60	320
58	Ce	Cer	136, 138, 140, 142						
				141	33 d	–	0,44	0,14	12
				144	284 d	–	2,97	2,18	7
59	Pr	Praseodym	141						
				143	14 d	–	0,93	–	–
60	Nd	Neodym	142, 143, 144, 145, 146, 148, 150						
				147	11 d	–	0,83	0,53	24
61	Pm	Promethium	–						
				147	2,6 a	–	0,22	–	–
62	Sm	Samarium	144, (147), 148, 149, 150, 152, 154						
63	Eu	Europium	151, 153						
				152	13,5 a	–	0,71	0,34	170
				154	8,6 a	–	0,83	1,28	180
				155	4,8 a	–	0,16	0,13	9
64	Gd	Gadolinium	152, 154, 155, 156, 157, 158, 160						
65	Tb	Terbium	159						
66	Dy	Dysprosium	156, 158, 160, 161, 162, 163, 164						
67	Ho	Holmium	165						
68	Er	Erbium	162, 164, 166, 167, 168, 170						
69	Tm	Thulium	169						
				170	129 d	–	0,97	0,08	0,8
70	Yb	Ytterbium	168, 170, 171, 172, 173, 174, 176						
				175	4,2 d	–	0,47	0,40	6
71	Lu	Lutelium	175, (176)						
				177	6,7 d	–	0,50	0,21	7
72	Hf	Hafnium	174, 176, 177, 178, 179, 180						
				175	70 d	–	K	0,34	58
				181	42 d	–	0,41	0,61	84
73	Ta	Tantal	181						
				182	114 d	–	0,44	1,22	190
74	W	Wolfram	180, 182, 183, 184, 186						
				185	75 d	–	0,43	–	–
				187	1,0 d	–	1,31	0,69	73
75	Re	Rhenium	185, (187)						
				186	3,8 d	–	1,07	0,14	3
76	Os	Osmium	184, 186, 187, 188, 189, 192						
				191	15 d	–	0,14	0,13	13
77	Ir	Iridium	191, 193						
				192	74 d	–	0,67	0,32	120
78	Pt	Platin	190, 192, 194, 195, 196, 198						
				197	18 h	–	0,67	0,08	3
79	Au	Gold	197						
				198	2,7 d	–	0,96	0,41	63
				199	3,1 d	–	0,30	0,16	12
80	Hg	Quecksilber	196, 198, 199, 200, 201, 202, 204						
				197	2,7 d	–	K	0,08	9
				203	47 d	–	0,21	0,28	35
81	Tl	Thallium	203, 205						
				204	3,8 a	–	0,77	–	–
82	Pb	Blei	204, 206, 207, 208						
				210	22 a	–	0,01	0,05	0,5
83	Bi	Wismuth	209						
				206	6,3 d	–	K	0,80	–
				210	5,0 d	–	1,16	–	–
84	Po	Polonium	–						
				208	2,9 a	5,15	–	–	–
				210	138 d	5,31	–	–	–
85	At	Astatium	–						
86	Rn	Radon	–						
				222	3,8 d	5,49	–	–	– [1]
87	Fr	Francium	–						
88	Ra	Radium	–						
				223	11,4 d	5,72	–	[illegible]	– [1]
				224	3,7 d	5,68	–	0,24	1,4 [1]
		(Tn)		226	1600 a	4,78	–	0,19	0,9 [1]
				228	5,75 a	–	[illegible]	–	– [1]
89	Ac	Actinium	–						
				227	22 a	4,95	0,01	–	– [1]
90	Th	Thorium	(232)						
				227	19 d	6,05	–	–	[1]
				228	1,9 a	5,42	–	0,09	0,2
				230	75400 a	4,68	–	0,14	0,05 [1]
				234	24 d	–	2,32	0,10	2
91	Pa	Protactinium	(231)						
				233	27 d	–	0,26	0,31	–
92	U	Uran	(235), (238)						
				233	160000 a	4,82	–	–	–
				234	244500 a	4,76	–	0,05	0,02
93	Np	Neptunium	–	235, 236, 237, 238, 239					
94	Pu	Plutonium	–	238, 239, 240, 241, 242					
95	Am	Americium	–	238, 239, 240, 242, 243, 244, 246					
				241	432 a	5,48	–	0,06	6,6
96	Cm	Curium	–	240, 242, 243, 245					
97	Bk	Berkelium	–	245, 247, 248					
98	Cf	Californium	–	246, 249					
99	Es	Einsteinium	–	249, 250, 251, 252, 253, 254, 255					
100	Fm	Fermium	–	250, 251, 252, 254					
101	Md	Mendelevium	–	255, 256					
102	No	Nobelium	–	253, 254					
103	Lr	Lawrencium	–	257					

[1]) Ohne Strahlung der Folgeprodukte

Im radioaktiven Gleichgewicht

		MeV α	MeV β	MeV γ	Γ_H
Radium	($^{226}Ra + ^{222}Rn + ...$)	7,68	1,65	1,76	230
Mesothore	($^{228}Ra + ^{228}Th + ^{224}Ra + ...$)	8,78	2,25	2,62	310
Actinium	($^{227}Ac + ^{227}Th + ^{223}Ra + ...$)	7,36	1,44	0,87	59

Dosisleistungskonstante Γ_H nach H. M. Weiß, PTB Braunschweig

18 19

Siemens Aktiengesellschaft , Medizinische Technik, Daten, Formeln, Fakten, Ausgabe 1991

داروابناددااکترحاجي محمد سلطانزي ځدراڼ
دلومړي تلين په ياد

دا کتاب دهيواد پياوړي فرهنګي اوعلمي شخصيت اروابناد ډاکترحاجي محمد سلطانزي په يادوړاندې کوو چې د دې کتاب په ليکلو کې يې ستره ونډه په غاړه اخيستې وه. خوپه ډيره خوابښينى سره د کتاب د بشپړ کيدوڅخه مخکې يې د فانې نړۍ څخه نا څاپه سترګې پټې کړې.

اروابنا د ډاکترحاجي محمد سلطانزئ ځدراڼ

دزيږيدونيټه : ١٠ / ١٢ / ١٩٤٦ م
د مړينى نيټه : ۴ / ۹ /٢٠٠۶ م
(۵۹ کلن)

په ۱۹۴۶م کال کې اروابناددااکټرحاجي محمد سلطانزى داروابناد الحاج ډګروال الله داد خان سلطانزي زوئ د پکتيا د ولايت په ځدرانو کې زيږيدلى ؤ.

لومړنۍ زده کړې يې په کابل کې د بي بي مهرو په ښوونځی کې او منځنی زده کړې يې د رحمان بابا په لېسه کې تر سره کړې دي. په ۱۹۶۵م کال کې له نوموړې لېسې څخه فارغ او د لوړو زده کړې لپاره د ننګرهارپوهنتون د طب په پوهنځۍ کې شامل شو. په ۱۹۷۳م کال کې هغه د ننګرهار طب پوهنځۍ په بریالیتوب سره پای ته ورسلوه. د څه مودې لپاره يې په غزني اودپکتیکا په کټواز کې د ډاکټر په توګه دنده تر سره کړه. په ۱۹۷۴م کال کې لویدیځ جرمني هیواد ته ولاړ.

ارواښاد ډاکټر حاجي محمد سلطانزئ يو تکړه جراح اود انستيزي څانګې مسلکي مشر متخصص ډاکټر وو . د۱۹۷۴م کال څخه راپدې خوايې د جرمني په معتبرو روغتونونو کې د ډاکټر په توګه دنده تر سره کوله.

داروانښادڅخه يوه لور او دوه ځامن هريو دانيستيزي څانګې متخصص ډاکټر صالح محمد سلطانزئ، د طب ډاکتره ميرمن حليمه سلطانزئ ببرکزئ ځدراڼ او دښوونځۍ زده کوونکۍ تنکۍ ځوان يما سلطانزئ پاتې شوي دي. داروانښاداولادونوخپلې لوړې زده کړې د المان په پوهنتونونو کې تر سره کړې او د پښتونولۍ، افغانيت په لوړه روحيه روزل شوي دي

ارواښاد د ۲۰۰۶ م کال د سيپټمبرمياشت په څلورمه نيټه په جرمني کې د ورپيښې شوي زړه ناروغۍ له امله ددې نړۍ څخه د تل لپاره خپلې پلارنۍ هديرې ته وکوچېد.

(اروادې يې ښاد وي)

سحرګه وه د نرګس ليمه لانده — څاڅکي څاڅکي يې له سترګو څڅيده

ما وې څه دي ښکليه ګله ولې ژاړې — ده وې ژوند مې دی يوه خوله خنديده

(نازوانا)

لورونه

مورې دا کتاب دځدرانوپیاوړي ولسي اوملي مشرخدای بښلي شهید تره کرنیل نورمحمد خا ن سلطانزي چې دخپل ولس دسرلوړنې، پرمختګ او هوساینې په لاره کې یې خپل ژوند دلاسه ورکړ او همدارنګه زموږ پلارخدای بښلي الحاج ډګروال الله داد خان سلطانزي ځدراڼ د دریم تلین په درناوی او نمانځنې لیکو چې دوی:

- دلرافغانستان دخپلواکی په لاره کې د ارواښاد غازي حاجي میرزاعلي خان (ایپي فقیر) سره په یوه سنګر کې دځان او مال درنې قرباني ځخه تیر او جنګیدلی وه.
- خپل ماشومان یې تل په پښتومورنی ژبه د کتابونو لیکلواو لوستلو ته هڅولي وه.
- دیرش کاله دخپل هیواد په چوپړ کې د یوه رښتینې پوځي مسلکي افسر دنده، د وطن پالنې ، ملي یووالی، ملي واکمنی ته په درناوي او پوځي موراڵ سره کلک ولاړوه
- د یوملي شخصیت په توګه هسکه غاړه له دغې فاني نړۍ ځخه سترګې پټې کړې.

(ارواډې یې ښاد وي)

Publishing Medical Textbooks

Honorable lecturers and dear students!

The lack of quality textbooks in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging students and teachers alike. To tackle this issue we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. In the past three years we have successfully published and delivered copies of 136 different books to the medical colleges across the country.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-1014) states:

"Funds will be made available to encourage the writing and publication of textbooks in Dari and Pashtu. Especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state – of – the – art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashtu is a major challenge for curriculum reform. Without this facility it would not be possible for university students and faculty to access modern developments as knowledge in all disciplines accumulates at a rapid and exponential pace, in particular this is a huge obstacle for establishing a research culture. The Ministry of Higher Education together with the universities will examine strategies to overcome this deficit. One approach is to mobilize Afghan scholars who are now working abroad to be engaged in this activity."

Students and lecturers of the medical colleges in Afghanistan are facing multiple challenges. The out-dated method of lecture and no accessibility to updates and new teaching materials are the main problems. The students use low quality and cheap study materials (copied notes & papers), hence the Afghan students are deprived of modern knowledge and developments in their respective subjects. It is vital to compose and print the books that have been written by lecturers. Taking the situation of the country into consideration, we desperately need capable and professional medical experts who can contribute to improving the standard of medical education and Public Health throughout Afghanistan. Therefore enough attention should be given to the medical colleges.
For this reason, we have published 136 different medical textbooks from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh and Kapisa medical colleges and Kabul Medical University. Currently we are working to publish 20 more medical textbooks for Nangarhar Medical Faculty. It should be mentioned that all these books have been distributed among the medical colleges of the country free of cost.

All published medical textbooks can be downloaded from www.ecampus-afghanistan.org

The book you are holding in your hands is a sample of a printed textbook. We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers. Based on the request of Higher Education Institutions, there is the need to publish about 100 different textbooks each year.

As requested by the Ministry of Higher Education, the Afghan universities, lecturers & students want to extend this project to the non-medical subjects e.g. Science, Engineering, Agriculture, Economics, Literature and Social Science. It should be remembered that we publish textbooks for different colleges of the country who are in need.

I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us to be published. We will ensure quality composition, printing and distribution to the medical colleges free of cost.
I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.

It is worth mentioning that the authors and publishers tried to prepare the books according to the international standards but if there is any problem in the book, we kindly request the readers to send their comments to us or the authors in order to be corrected for future revised editions.

We are very thankful to German Aid for Afghan Children and its director Dr. Eroes, who has provided fund for this book. We would also like to mention that he has provided funds for 40 other medical textbooks in the past three years which are being used by the students of Nangarhar and other medical colleges of the country.

I am especially grateful to GIZ (German Society for International Cooperation) and CIM (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities for me during the past four years in Afghanistan.

In Afghanistan, I would like to cordially thank His Excellency the Minister of Higher Education, Prof. Dr. Obaidullah Obaid, Academic Deputy Minister Prof. Mohammad Osman Babury and Deputy Minister for Administrative & Financial Affairs Prof. Dr. Gul Hassan Walizai, Chancellor of Nangarhar University Dr. Mohammad Saber, Dean of Medical Faculty of Nangarhar University Dr. Khalid Yar as well as Academic Deputy of Nangarhar Medical Faculty Dr. Hamayoon Chardiwal, for their continued cooperation and support for this project.

I am also thankful to all those lecturers that encouraged us and gave us all these books to be published and distributed all over Afghanistan. Finally I would like to express my appreciation for the efforts of my colleagues Ahmad Fahim Habibi, Subhanullah and Hekmatullah Aziz in the office for publishing books.

Dr Yahya Wardak
CIM-Expert at the Ministry of Higher Education, February, 2014
Karte 4, Kabul, Afghanistan
Office: 0756014640
Email: textbooks@afghanic.org
wardak@afghanic.org

Message from the Ministry of Higher Education

In history books have played a very important role in gaining knowledge and science and they are the fundamental unit of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of Higher Education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and based on educational standards, new learning materials and textbooks should be published for the students.

I appreciate the efforts of the lecturers of Higher Education Institutions and I am very thankful to those who have worked for many years and have written or translated textbooks.

I also warmly welcome more lecturers to prepare textbooks in their respective fields so that they should be published and distributed among the students to take full advantage of them.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and updated learning materials in order to better educate our students. Finally I am very grateful to German Committee for Afghan Children and all those institutions and individuals who have provided opportunities for publishing medical textbooks.

I am confident that this project should be continued and textbooks can be published in other subjects too.

Sincerely,

Prof. Dr. Obaidullah Obaid

Minister of Higher Education

Kabul, 2014

Book Name Cancer and Environmental Radioactivity

Authors Dr Nazar M Sultansei, Dr Med Haji M Sultansei, Dr M Ghazi Sultansei

Publisher Nangarhar Medical Faculty

Website www.nu.edu.af

No of Copies 1000

Published 2014, second edition

Download www.ecampus-afghanistan.org

Printed by Afghanistan Times Printing Press

This Publication was financed by German Aid for Afghan Children, a private initiative of the Eroes family in Germany.

Administrative and Technical support by Afghanic.

The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it. Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your textbooks please contact us:

Dr. Yahya Wardak, Ministry of Higher Education, Kabul

Office 0756014640

Email textbooks@afghanic.org

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2014

ISBN 1 – 893909 – 24 – 7