

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

FIZIKA-MATEMATIKA FAKULTETI

FIZIKA KAFEDRASI

Sultonova Dilrabo Abdisoat qizining

“5140200- Fizika ” ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavr darajasini
olish uchun

Radioaktiv nurlanishning biologik ta'sirlarini o'rganish
mavzusida yozgan

BITIRUV MALAKAVY ISHI

Ilmiy rahbar: k/o'q. L Meyliyev

“Himoyaga tavsiya etilsin”

Fizika-matematika fakulteti

dekani:_____prof.A.Q.Tashatov

“ ____ ” _____2015 yil

Qarshi-2015

Mundarija

Kirish.....	3
I – Bob. Radioaktiv nurlanishlar.....	5
1.1. Radioaktivlik hodisasi va radioaktivlik qonuni. Aktivlik.....	5
1.2. Radioaktivlik nurlanish turlari. α, β, γ –nurlanishlar.....	12
1.3. Radioaktivlik nurlanishning moddalar bilan ta'sirlashuvi.....	20
I I -Bob. Radioaktiv nurlanishlarning biologik ta'sirlari.....	25
2.1. Radioaktiv nurlanishning dozasi va doza birliklari.....	25
2.2. Radioaktiv nurlanishning biologik ta'siri.....	27
2.3. Radiasiya xavfsizlik normalari va asosiy sanitar qoidalari	39
Xulosa.....	49
Adabiyotlar.....	50

Kirish

Bitiruv malakaviy ishimizda (BMI) tabiatda mavjud bo'lgan tabiiy va inson tomonidan su'niy yaratilgan radioaktiv elementlarning radioaktivlik natijasida yuzaga kelayotgan nurlanishning biologik ta'sirlarini va radioaktiv nurlanish miqdori o'zgargan vaqtda himoyalaniş haqida to'xtalamiz.

Bitiruv malakaviy ishining dolzarbligi: Radioaktiv α , β , γ nurlanishlar ta'sirida yadroda yuz berayotgan jarayonlar haqida ilmiy ma'lumotlar olish imkonini beradi. Shu sababli mavzuni "Radioaktiv nurlanishning biologik ta'sirlarini o'rganish" deb tanladik.

Tadqiqot predmeti va obyekti: BMI da tadqiqot obyekti qilib radioaktiv nurlanishlar tanlangan. Radioaktiv nurlanishlarning biologik ta'sirini o'rganish tadqiqot predmeti hisoblanadi.

Bitiruv malakaviy ishining maqsadi va vazifalari: Radioaktiv α , β , γ nurlanish jarayonlarining fizik xususiyatlarini va ekologik ta'sirlarini o'rganish. α , β , γ nurlanishlarning fizik xususiyatlari haqida batafsil ma'lumotlar keltirish.

Mavzuning o'rganilish darajasining qiyosiy tahlili: Radioaktiv α , β , γ nurlanish jarayonlarining fizik xususiyatlarini va ekologik ta'sirlari yaxshi o'rganilgan. Lekin ulardan himoyalanişning sanitar qoidalarini amalda qo'llashda zaruriy bilimlarimiz yetarli emas. Shu sababli radioaktiv nurlanishlar xossalarini o'rganish bilan asosan Respublikamizda O'zMUDA, SamDUda va O'zRFA yadro instituti ilmiy xodimlari shug'ullanadilar. Bu olingan nazariy va amaliy tadqiqotlar natijalari kelgusida radioaktiv nurlanishlardan aholini himoya qilish va kelajak avlodni salomatligi yo'lida samarali foydalanish usullarni ishlab chiqishda qo'l keladi.

Bitiruv malakaviy ishining ilmiyligi va ahamiyati: Mavzuga oid ilmiy manbalar va kerakli adabiyotlardan foydalangan holda radioaktiv nurlanishning biologik ta'sirlariga doir hozirgi kunda mavjud ma'lumotlardan foydalangan holda nazariy jihatdan tahlil qilib o'rgandik. Ushbu malakaviy bitiruv ishidan Atom

yadrosi va elementar zarralar fizikasi kursida, Astrofizika fanlarini o'qitishda, BMI va MD lari tayyorlashda foydalanish mumkin.

Iqtisodiy islohotlarning tahlili yana va yana shuni ko'rsatmoqdaki, bu boradagi muvaffaqiyat asosan kadrlarga, ularning malakasi, islohotlar, bozor munosabatlari mohiyatini nechog'li idrok etishiga bog'liq.

Modomiki shunday ekan, Kadrlar tayyorlash milliy dasturini so'zsiz amalga oshirish bizning birinchi galdagi eng muhim vazifamizdir. Bu borada ishga tushiriladigan kollej va litseylarni jihozlash, zamonaviy darsliklar, o'quv qurollari, laboratoriya asbob-uskunolari bilan ta'minlash masalasiga alohida e'tibor qaratmoqchiman.

Hozirgi kunda zarur qo'llanma, o'quv qurollari xarid qilish uchun O'zbekistonga kredit ajratish to'g'risida Koreya hukumati va Koreya Eksimbanki, Yaponiya hukumati, Osiyo taraqqiyot banki bilan kelishuvlarga erishilgan. Moliya vazirligi, Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi, Tashqi iqtisodiy aloqalar vazirligi vakolatli banklar bilan birgalikda bu boradagi barcha masalalar yechimini jadallashtirib, ishga tushirilgan akademik litsey va kasb-hunar kollejlariga zarur asbob-uskunalar yetkazib berish va ularni jihozlash to'g'risidagi shartnomalarning o'z vaqtida tuzilishini ta'minlashi zarur [1].

Tadqiqotning ilmiy yangiligi: Radioaktiv nurlanishlarning ekspozitsion, biologik va effektiv dozalari, olingan dozalarning inson salomatligiga ta'sir etish mexanizmlari, nurlanishlardan himoyalaniishning sanitar qoidalari va normalari tushuntirildi.

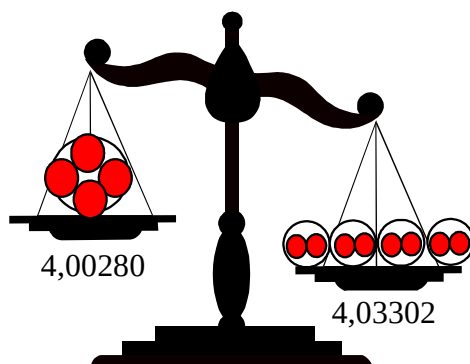
Bitiruv malakaviy ishini tuzilishi: Kirish, ikki bob, xulosa va foydalanilgan adabiyotlarni, 14 ta rasmni o'z ichiga olgan. 46- sahifada bayon etilgan.

I-BOB. Radioaktiv nurlanishlar

1.1. Radioaktivlik hodisasi va radioaktivlik qonuni. Aktivlik

Radioaktivlikni tushunish va u haqida tasavvurga ega bo'lish uchun geliy atomini – vodorod atomini biriktirish natijasida hosil qilish yo'li bilan ko'rib chiqamiz. Bizga ma'lumki vodorod atomi bitta planetar elektron va yadroga protonidan tashkil topgan. Geliy atomida esa, ikkita planetar elektron va uning yadrosida ikkita proton, ikkita neytronlar mavjuddir. Xullas kalom, geliy atomi to'rtta vodorod atomiga ekvivalentdir yoki to'rt atom birliklariga egadir.

Yuqorida qilingan hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, geliy yadrosi paydo bo'lish jarayonida 0,030359 m.a.b. massa energiyaga aylanadi. Shu tarzda Quyosh o'z energiyasini qayerdan olayotganini tushinish mumkin bo'ladi.



1.1-rasm. Massa deffekti

1896 yilda frantsuz olimi Bekkerel uran elementidan fotografiya plastinkasiga ta'sir etuvchi noma'lum nurlar chiqishini aniqladi. Keyinchalik bunday nurlarni boshqa elementlar (toriy, radiy, poloniy) ham chiqarishi Per Kyuri va Mariya Kyuri-Sklodovskayalar tomonidan aniqlandi. Bu hodisa radioaktivlik deb ataldi. Nurlarning o'zi radioaktiv nur nomini oldi.

Radioaktiv nurlarning kelib chiqishi, tabiati, ularning boshqa moddalarga ta'siri kabi qator xossalarini tekshirish keng avj oldi. Jumladan, bu nurlar magnit maydon ta'sirida, uch yo'nalishda tarqalar ekan. Birinchi toifa nurlar dastlabki

yo'nalishidan o'ng tarafga, ikkinchi toifa nurlar esa chap tarafga burilar, uchinchi xil nurlar esa burilmay o'z yo'nalishida davom etar ekan. O'z - o'zidan ravshanki, magnit maydonda qarama - qarshi tomonga burilgan nurlar turli ishorali elektr zaryadiga ega bo'lishi kerak. Uchinchi nurlarning xususiyati rentgen nurlariga o'xshab ketadi, chunki rentgen nurlariga ham magnit maydon ta'sir qilmas edi.

Radioaktivlikni har tomonlama tekshirish natijasida musbat elektr zaryadiga ega bo'lgan radioaktiv nurlar α - zarralar ekanligi aniqlandi. α - zarralar o'z elektronlarini yo'qotgan geliy atomlaridir. Manfiy zaryadga ega bo'lgan zarralar elektronlar oqimi ekan, ular β - zarralar deb nom oldi. Magnit maydon ta'siriga uchramagan nurlar chastotasi yuqori bo'lgan γ - nurlardir.

α - zarralar faqat atom yadrosi tarkibi o'zgarishi tufayli chiqishi mumkin. Shuningdek, β - nurlarning chiqishi ham element xususiyatining o'zgarishi, uning boshqa elementga aylanishi bilan bog'langan. γ - nurlarning manbai ham yadrodagi o'zgarishlardir. Demak, chiqayotgan hamma radioaktiv nurlar atom yadrosidagi o'zgarishlar tufayli vujudga keladi.

Turli radioaktiv elementlar turli tezlik bilan nur chiqarib, boshqa elementga aylanar ekan. Har bir radioaktiv modda uchun aniq vaqt intervali mavjud bo'lib, shu vaqt davomida aktivlik ikki marta kamayadi. Bu vaqt yarim yemirilish davri deb ataladi. Agar boshlang'ich $t = 0$ vaqtda mavjud bo'lgan atomlar soni N_0 ga teng bo'lsa, t vaqt o'tgandan keyin qolgan yadrolar soni N quyidagicha aniqlanadi.

$$N = N_0 e^{-\frac{t}{T}} \quad (1.1)$$

Bunda T – yarim yemirilish davri.

Radioaktiv yadrolarning vaqt mobaynida kamayishi

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1.2)$$

formula yordamida ifodalanishi ham mumkin. Bunda λ - yemirilish doimiysi bo'lib, u vaqt birligi ichida umumiy yadrolarning qancha qismi yemirilishini

ko'rsatadi. Yemirilish doimiysi λ bilan yarim yemirilish davri T o'rtasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$T = \frac{0,693}{\lambda} \quad (1.3)$$

Hozirgi vaqtda yarim yemirilish davri qiymati juda katta intervalda o'zgarishi aniqlangan. Masalan, uran uchun $T = 4,5 \cdot 10^9$ yil bo'lsa, ba'zi elementlar uchun $T = 10^{-6}$ c ga teng.

Atom yadrosi ikki turga bo'linadi stabil va nostabil. Stabil yadrolarni parchalash uchun tashqaridan katta kuch sarflanishi zarur. Nostabil yadrolar esa, vaqt o'tishi bilan o'z-o'zidan elementar zarralar α -zarralar va boshqa yengil yadrolar chiqarib boshqa element yadrolariga spontan holda o'zgarib o'tib qoladi. Yadrolarning bunday xususiyati radioaktivlik va nostabil yadrolarning o'zlari esa radioaktiv yadrolar deb ataladi.

Radioaktivlik tabiiy va sun'iy turlariga bo'linadi. Tabiiy radioaktivlik deb, tabiatda uchraydigan turg'un bo'lmagan izotoplardagi nurlanishlarga aytiladi. Sunoiy radioaktivlik deb esa, yadro reaksiyalari paytida tashkil topgan izotoplardagi nurlanishlarga aytiladi.

Quyidagi 1.1-jadvalda radioaktivlikning asosiy usullari keltirilgan, jadvaldan ko'rinib turibdiki, sochilish usullari o'ziga xos imkoniyatlariga ega.

1.1-jadval

Radioaktivlik turlari	Yadro zaryadi o'zgarishi	Massa sonini o'zgarishi	Jarayon xarakteri
Alfa-yemirilish	$Z - 2$	$A - 4$	α – zarrani chiqishi – ikki proton va ikki neytron sistemasi, ularni o'zaro birikishi
Beta- yemirilish	$Z \pm 1$	A	Neytron (1_0n) va protonni (1_1p) yadroda o'zaro o'zgarishi

β^- yemirilish	$Z + 1$	A	${}^1_0n \rightarrow {}^1_1p + ({}^0_{-1}e + {}^0_0\tilde{\nu}_e)$
β^+ yemirilish	$Z - 1$	A	${}^1_1p \rightarrow {}^1_0n + ({}^0_{+1}e + {}^0_0\nu_e)$ ${}^1_1p + {}^0_1e \rightarrow {}^1_0n + ({}^0_0\nu_e)$
Elektron tutush	$Z - 1$	A	${}^0_0\nu_e$ va ${}^0_0\tilde{\nu}_e$ -elektronli neytrino va antineytrono
(L yoki K – tutish)			Qavs ichida yadrodan uchib chiqayotgan zarralar keltirilgan
Spontan bo'linish	$Z - 1/2Z$	$A -$	Yadro, massasi va zaryadi taxminan teng bo'lgan ikkita qismga bo'linishi

Barcha radioaktivlik turlari qattiq, qisqa to'liqinli elektromagnit gamma-nurlanish orqali sodir etiladi. Gamma nurlanish radiaktiv o'zgarishni tashkil etuvchi va energiyani kamayish sabachilaridan biri. Radioaktiv yemirilishni sodir etayotgan yadro «ONA» yadro deb, hosil bo'lgan yadro esa «BOLA» yadro deb ataladi. Bu jarayon o'tayotgan vaqtda foton paydo bo'ladi.

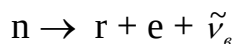
Radioaktiv izotopning yarim yemirilish davri T shunday vaqt intervaliki, bu vaqt ichida mavjud radioaktiv yadrolarning yarmi yemiriladi. Bu kattalik o'zgarishi juda katta bo'lib, 10^{18} yildan 10^{-10} sekundan ham kichik bo'lishi mumkin.

Elektron e^- yoki pozitron e^+ orqali yadroni yemirilishi β^- yemirilish deb ataladi (elektronli – β^- – yemirilish, pozitronli – β^+ – yemirilish).

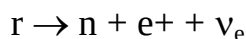
β^- yemirilish ning uch turi mavjud:

1. β^- - yemirilish
2. β^+ - yemirilish
3. Elektron yutish

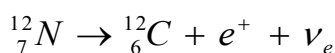
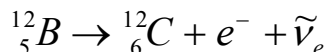
Elektronli β^- – yemirilish deb yadroning neytronlaridan birini proton, elektron va antineytrinoga parchalanishiga aytiladi.



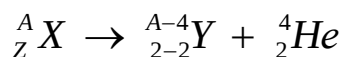
pozitronli β^+ – yemirilish esa, quyidagi sxema bo'yicha boradi



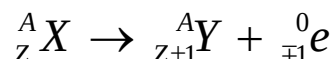
Masalan:



α – yemirilish uchun siljish qoidasi:



β – yemirilish uchun siljish qoidasi:



Yadro uyg'otilgan W_1 holatdan asosiy W_0 ga o'tganda energiyasi

$$h\nu = W_1 - W_0$$

bo'lgan γ – kvant chiqaradi. Agar yadro xuddi shu energiyali γ – kvantni yutsa u asosiy holatdan W_1 energiyali o'yg'ongan holatga o'tadi. γ – nurlanishning bunday yutilishi rezonans yutilish deyiladi.

Endi, yadro γ – kvant chiqarayotgan vaqtda sodir bo'ladigan quyidagi hodisaga e'tibor beraylik. Yadro va γ - kvant bitta sistemani tashkil etadi. Buni miltiq va undan chiqib ketayotgan o'qdan iborat sistemaga o'xshatish mumkin. Shuning uchun chiqarilgan γ – kvantning impulsiga miqdoran teng, lekin teskari yo'nalishdagi impulsiga yadro ham ega bo'lishi, ya'ni u «TEPKI» olish mumkin. Bu «tepki» natijasida yadro ma'lum kinetik energiyaga erishadi. Boshqacha aytganda, yadroning uyg'onish energiyasi, ya'ni $W_1 = 129 \text{ keV}$ faqat γ - kvant energiyasi tarzida nurlantirilmaydi. Aksincha, mazkur energiya γ -kvant massalariga teskari proporsional ravishda sodir bo'ladi. Unchalik murakkab bo'lmagan hisoblar muhokama qilinayotgan misolda yadro «tepki» tufayli

$T_{ya} \approx 0,05$ eV kinetik energiyaga erishishini ko'rsatadi. Bu unchalik katta energiya emas, lekin nurlanish chizig'ining tabiiy kengligidan $\approx 10^4$ marta katta. Demak, chiqarilayotgan γ - nurlanishning energiyasi yadroning o'yg'onish energiyasidan T_{ya} qadar kichik, yani $W_{\gamma} = W_1 - T_{ya}$. Bu γ - kvant nishonga tushganda energiyaning T_{ya} ga teng qismi nishon yadrosiga impuls berishga sarflanadi. Natijada nishon yadrosini uyg'otish uchun qolgan energiyaning qiymati $W_1 - 2T_{ya}$ ga teng bo'ladi. Bu esa W_1 energiya bilan xarakterlanuvchi holatni o'yg'otishga yetarli emas. Shuning uchun oddiy tajribada γ - nurlanishining rezonans yutilishi kuzatilmaydi.

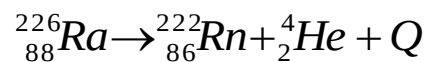
1958 yilda yosh fizik R. Myossbauer bayon etilgan muammoni hal qilish yo'lini ishlab chiqdi. γ - nurlanish chiqarayotgan yadroning «tepki»sini kamaytirish uchun nihoyat past temperaturadan foydalandi. Manba va nishon 88 K temperaturagacha sovutiladi. Bunday past temperaturalarda kristalldagi yadrolarning issiqlik tebranishlari shu qadar kamayib ketadiki, kristall parchasi faqat mustahkam yagona sistemadek harakatlanishi mumkin, holos. Bunday kristall tarkibidagi biror yadro γ - nurlanish chiqarganda «tepki»ni shu yadroning o'zi emas, balki yaxlit kristall parchasi oladi. Kristall parchasining massasi yadro massasiga nisbatan juda katta ($\approx 10^8$ marta) bo'lgani uchun yadrodan γ - kvant chiqarilish jarayonida kristallga «tepki» sifatida beriladigan energiyani amalda nolga teng deb hisoblash mumkin. Shuning uchun bunday «muzlatilgan» kristall tarkibidagi yadrolar chiqarayotgan γ - nurlanishlarni deyarli monoxromatik deb hisoblasa bo'ladi. Deyarli so'zini ishlatishimizning sababi shundaki, bu nurlanishning energetik tarqoqligi mavjud. Lekin bu tarqoqlik γ -nurlanish chiqarish chizig'ining tabiiy kengligidan ortmaydi. U nihoyat kichik $G/W = 4 \cdot 10^{-11}$. Natijada nishonga tushayotgan γ - nurlanish energiyasi yadroni uyg'otishga yetarli bo'ladi. Shuning uchun Myossbauer amalga oshirgan tajribalarda γ - nurlanishning rezonans yutilishi kuzatildi va u Myossbauer effekti nomini oldi.

1.2. Radioaktivlik nurlanish turlari. α, β, γ –nurlanishlar

Radioaktiv yadrolar chiqaradigan nurlanishlarning tabiatini va ularning turlarini aniqlashga doir ishlar alfa zarraning tabiati, uning zaryadini aniqlashdan boshlangan. U elektrometr yordamida aniqlanadi. Shu yo'l bilan aniqlangan alfa zarra zaryadining kattaligi $3,19 \cdot 10^{-19}$ Kl ga teng, bu elektron zaryadidan ikki marta katta. Uning ishorasi musbat, $\frac{e}{m}$ nisbatdan α -zarraning massasi aniqlandi, uning kattaligi $6,62 \cdot 10^{-24}$ g teng. Bu vodorod atom massasi $1,62 \cdot 10^{-24}$ g dan to'rt marta katta. Bunday tajribaviy dalillar asosida α -zarra geliy atomi ekanligini isbotlaydi.

Magnit maydonida α -zarraning harkatini o'rganish jarayonida, uning tezligini aniqlashdi. α -zarraning tezligi $1,6 \cdot 10^9$ sm/s teng. Tezlik kattaligi izotopga va radioaktiv elementga bog'liq. α -zarraning kinetik energiyasi bir necha elektron voltga teng. U atom tuzilishini o'rganshda ideal snaryad vazifasini bajaradi.

Atom yadrosidan α -zarra chiqqanda, atom yadrosining zaryadi ikkiga, massasi esa to'rt atom birligiga kamayadi. Radioaktiv parchalanish jarayonida juda katta energiya ajraladi. Masalan radiy atomi ($Z = 88$, $A = 226$) α -zarra chiqarish natijasida radon atomi ($Z = 86$, $A = 222$) hosil bo'ladi, bu parchalanish quyidagicha yoziladi (1.2- rasm).



Q – parchalanish jarayonida ajralgan energiya.

Tenglamaning chap tomonida asosiy atom yadrosi, o'ng tomonida hosil bo'lgan atom yadrosi. Bu tenglamaning o'ng yuqori va quyi indekslarini yig'indisi chap tomonidagi atom indeksiga teng bo'lishi kerak, ya'ni $222 + 4 = 226$ massaning saqlanish qonuni va $86 + 2 = 88$ zaryadning saqlanish qonuni o'rinlidir. Zarralarning atom massasini bilgan holda parchalanish energiyasi Q - qiymatini aniqlash mumkin.

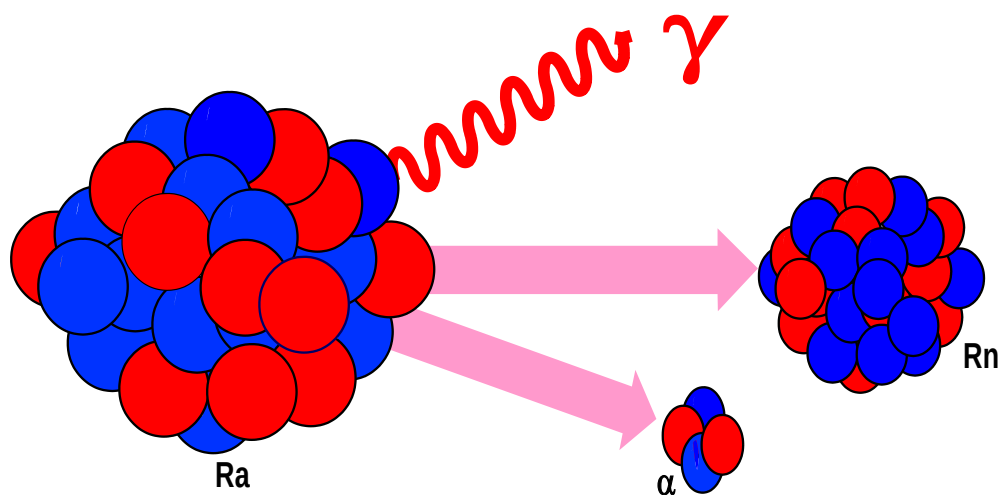
Ra -----226, 10209

Parchalanish natijasida hosil bo'lgan zarralar massasi:

Rn ----- 222, 09397

He ----- 4, 00388

yig'indisi ----226, 09785



1.2-rasm.Radiy yadrosining α zarralariga parchalanishi

Radiy yadrosi α zarra chiqarganda 4 ta nuklon yo'qotib radioaktiv Radonga o'tadi. Radon ham α zarralar manbasi. Massalar farqi 0,00524 atom birlik massasiga (a.b.m) ga teng.

$$1a.b.m. = \frac{1}{12} m_{c12} = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$E = mc^2 \text{ tenglik asosida } E = 1,66057 \cdot 10^{-27} \cdot (2,99792)^2 \cdot 10^{16} = 1,492 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$1J = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ eV}$$

$$E = 1,492 \cdot 10^{-10} \cdot 6,24 \cdot 10^{18} = 931 \text{ MeV}$$

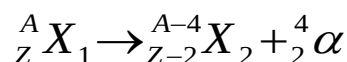
Yuqorida ko'rilgan reaksiya uchun massa nuqsoni

$$\Delta m = m_{Ra} - m_{Rn} - m_{He} = 0,00524 a.b.m$$

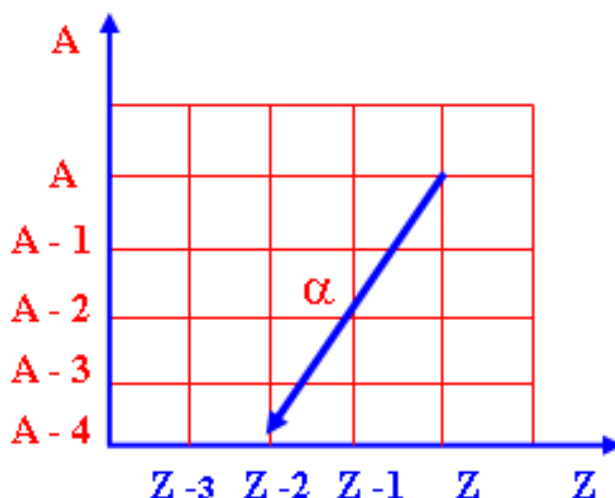
teng. Natijada $E = Q = 0,00524 a.b.m. \times 931 \text{ MeV} = 4,88 \text{ MeV}$ energiya ajralib chiqadi.

α -zarralar faqat massa soni A katta ($A > 200$) bo'lgan atom yadrolaridan chiqadi. Masalan radiy atom yadrosi α -parchalanish yuz berganda, Radon yadrosi hosil bo'ladi (1.2-rasm).

Oqibatda quyidagi siljish qonuni bajariladi

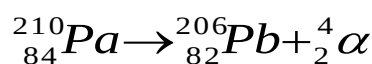


Bu reaksiya 1.1- grafikda ko'rsatilgan.

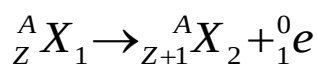


1.1- grafik. α -zarralarning siljish qonuni

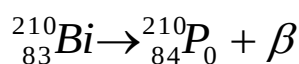
Misol sifatida radioaktiv protaktiniy (Pa) atomi α -zarra chiqarganda qo'rg'oshin (Pb) atomi hosil bo'lishini ko'rsatamiz:



Radioaktiv izotop (β) beta-zarra chiqarish tufayli parchalansa, atom yadrosining zaryadi birlik musbat zaryadga oshadi, lekin massa soni o'zgarmaydi. $A = Z + N$ tenglik o'rinli bo'lganligi tufayli radioaktiv izotopda neytronlar soni birga kamayadi. Reaksiya quyidagicha yoziladi.

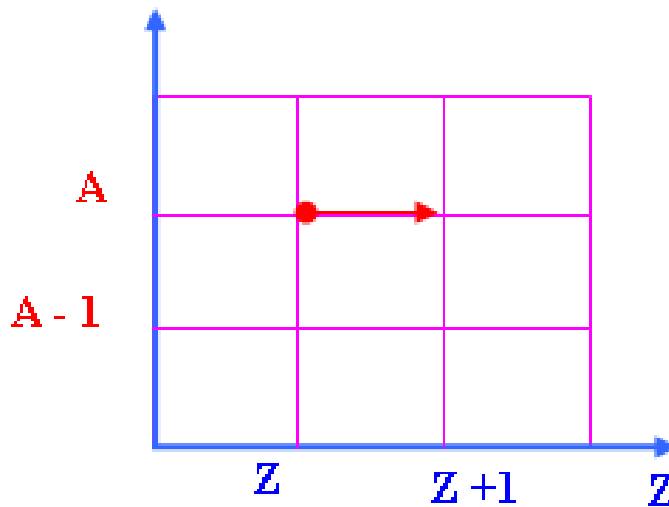


Misol: poloniy izotopi ${}^{210}_{84}\text{Po}$ hosil bo'lishda vismut izotopi



o'zidan β -zarra chiqarishi lozim. Reaksiya quyidagi ko'rinishda bo'ladi (1.2-grafik). Grafikdan ko'rinib turibdiki, atomdan β -zarra chiqqanda uning musbat zaryadi bir birlikka oshadi, lekin atom massasi A o'zgarmaydi. β -zarralarning

tezliklari uzluksiz bo'ladi. β -zarralarning tezliklari kichikdan katta qiymatgacha o'zgaradi, ya'ni ular uzluksiz energetik taqsimotga ega.

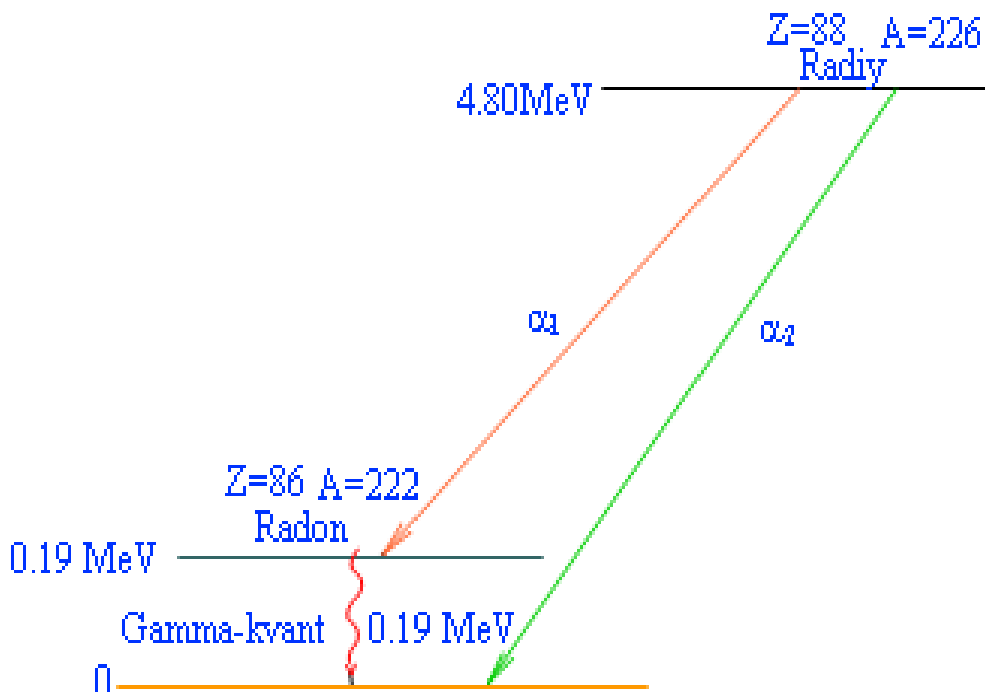


1.2-grafik. β -zarralarning siljish qonuni

β -parchalanish jarayonida yadro tarkibidagi neytron, proton va elektronga bo'linib, elektron yadrodan chiqib ketadi. Lekin bu β -zarralarning energiya bo'yicha uzluksiz taqsimotini tushuntirmaydi. Qiyinchilikni 1931 yil Pauli yechishga muvassar bo'ldi. Pauli fikriga ko'ra β -parchalanishda ikkita zarralar qatnashadi. Ular elektron va neytrinodir. Neytrino massasi elektron massasiga nisbatan juda kichik va u hech qanday zaryadga ega emas, ya'ni elektr neytral zarra. Natijada to'la energiya elektron va neytrinoning energiyalariga taqsimlanadi. Agarda elektron katta energiya bilan chiqayotgan bo'lsa, neytrino esa kichik energiya bilan chiqadi va teskarisi. Uning mavjudligi bilvosita usullar bilan isbotlangan.

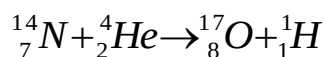
γ -nurlar atom yadrosi parchalanish jarayonida α va β zarralar bilan birgalikda kuzatiladi. Interferensiya va difraksiya bo'yicha o'tkazilgan tajribalar natijasida γ -nurlarning tabiati rentgen nurlar tabiatiga mos kelishi aniqlandi. Uning energiyasini bilvosita fotoeffekt, Kompton effekti usullar bilan aniqlanadi. Gamma nurlar juda qisqa elektromagnit to'lqinlar bo'lib, atom yadrosining energetik holatining o'zgarishiga bog'liq.

Atom yadrosidan α - β zarralar chiqqanda yangi yadro hosil bo'ladi, uning energiyasi avvalgi holatiga nisbatan katta. Yangi yadro boshlang'ich holatga qaytishda γ -nur chiqaradi (1.3- rasm), u gamma nuridir.

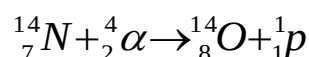


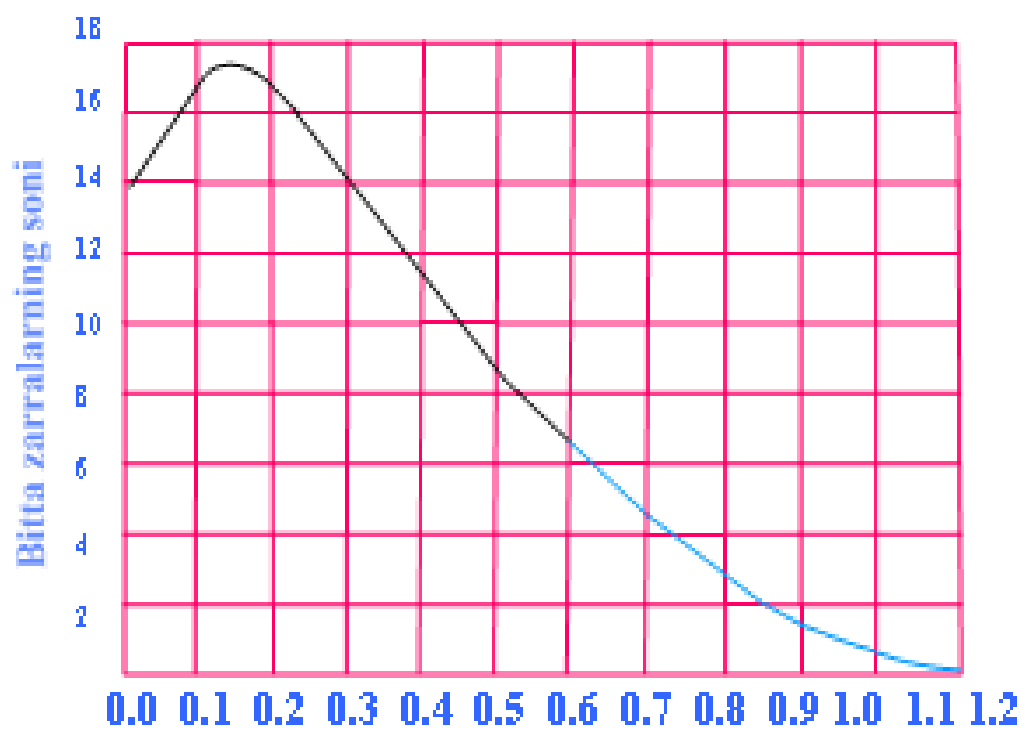
1.3- rasm. Radiy yadrosi o'zidan α zarra chiqarib, radon yadrosini hosil qiladi. Agarda radiy α_1 zarra chiqarsa, radon yadrosi uyg'ongan holatga o'tadi. U o'zidan gamma-kvant chiqarib asosiy holatga o'tadi.

1919 yil Rezerford α zarra bilan ma'lum bir atomni bombardimon qilib, ikkinchi atomni hosil qildi. Misol: α -zarra bilan azot gazini bombardimon qilganda kislorod va vodorod atomlari hosil bo'ladi. Bu reaksiya quyidagicha yoziladi:

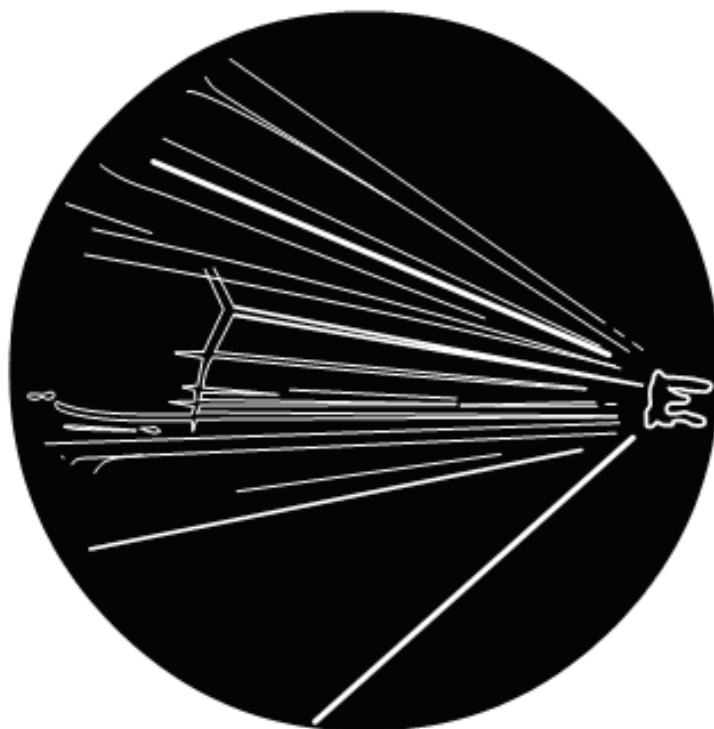


Shu uskuna yordamida 1919 yil Rezerford quyidagi reaksiyani kuzatgan.

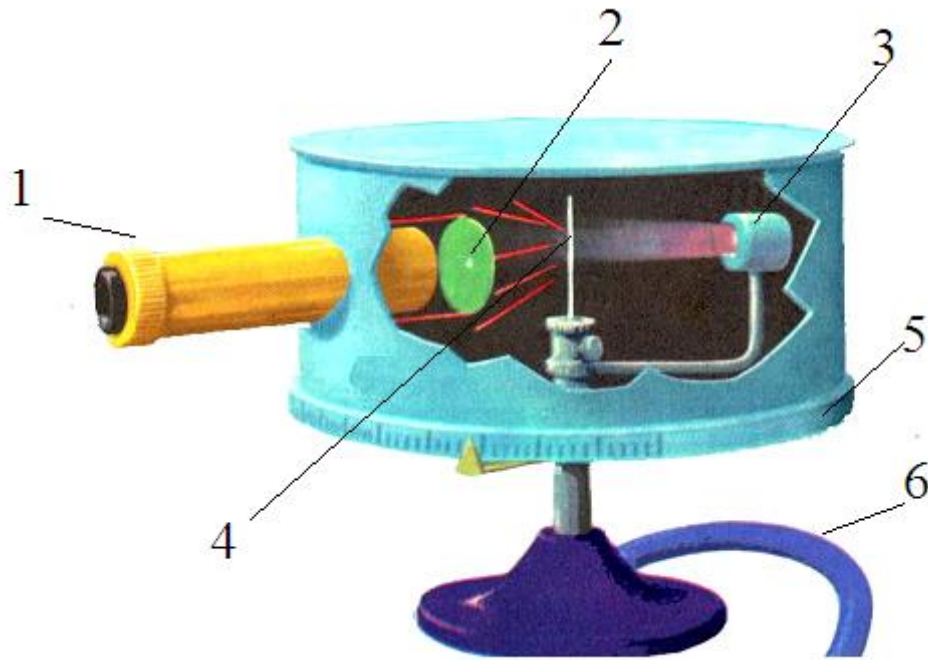




1.4-rasm. Magnit spektrogarsfida kuzatilgan beta- zarraning energetik taqsimoti. Energetik taqsimotdan ko`rinadi, beta-zarraning energiyasi uzluksiz maksimum qiymatgacha o`zgaradi.



1.5-rasm. Rezerford tajribasida hosil bo`lgan  $\alpha$  zarralarning treklari. Trekning tarmoqlangan joyida yangi zarra (proton) hosil bo`ladi. Tarmoqlangan joydagi yadroviy o`tish reaksiyasi quyidagicha

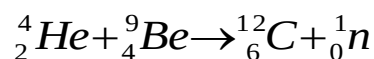


1.6-rasm. α zarralarni tekshirish uchun Rezerford uskunasi.

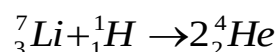
1 - mikroskop, 2 - fluessensiyalanuvchi ekran, 3 - qo`rg`oshin g`ilofda joylashgan radiy,
4 - sim nishon, 5 - vakum nasosiga ulovchi shlink, 6 – Korpus

Vodorod atomining yadrosi elementar zarra bo`lib, uning nomini proton deyilar. Azot (N) atomini  $\alpha$  zarra bilan bombardimon qilganda, azot atomining yadrosidan proton urib chiqariladi, uning o`rniga α zarra joylashadi. Natijada kislorod (O_2) izotopi hosil bo`ladi.

1932 yili Chedvik berilliy (Be) yadrosini al`fa zarra bilan bombardimon qilganda yangi zarrani kuzatdi. Unga neytron nomi berildi. Neytronni bevosita kuzatib bo`lmaydi. Neytron vodorod yadrosi bilan to`qnashganda, unga katta kinetik energiya uzatadi. Katta tezlik bilan harakatlanayotgan vodorod atomini, ya`ni protonni kuzatish mumkin. Reaksiya ko`rinishi:

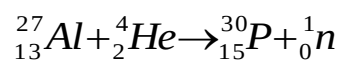


Berilliy yadrosini α -zarra bilan bombardimon qilganda, undan neytronni urib chiqarib, uglerod yadrosi hosil bo`ladi. Kokroft va Uolton potentsiallar farqi 250 000 V ga teng tezlatkich yordamida protonlar dastasini hosil qilib litiy (Li) yadrosini bombardimon qilindi. Natijada quyidagi reaksiyasi kuzatiladi



ya'ni, yangi atom yadrosi hosil bo'ldi. Bu hodisa keng ko'lamdagi ilmiy ishlarni boshlashga turtki bo'ldi.

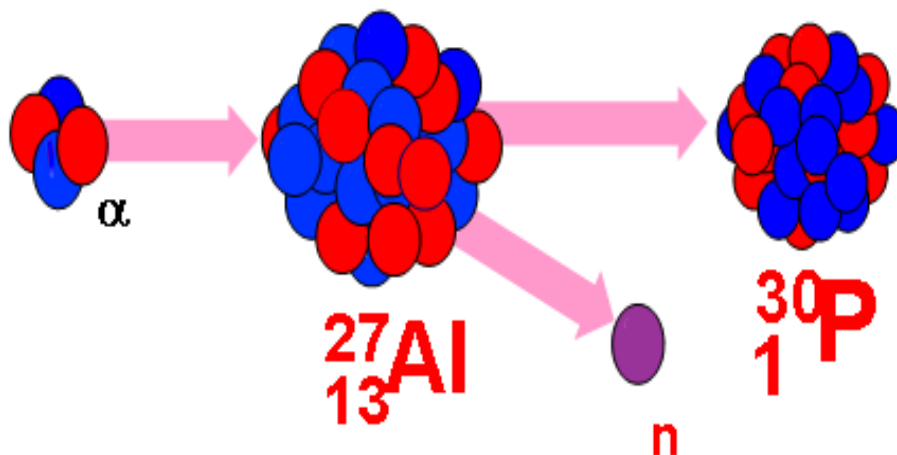
1934 yil Iren va Frederik Jolio-Kyurilar juda muhim kashfiyot qilishdi. Alyuminiy (Al) atom yadrosini α -zarralar bilan bombardimon qilish natijasida hosil bo'lgan zarralardan protonlar va neytronlar bilan birgalikda pozitronlarni ham kuzatishdi. Pozitron ma'lum vaqt davomida nurlanadi. Mualliflar to'g'ri xulosaga kelishdi. Alyuminiy yadrosini α -zarralar bombardimon qilganda yangi radioaktiv yadro hosil bo'lib, u o'zidan pozitron chiqaradi (1.7-rasm). Bu reaksiya quyidagicha yoziladi.



Reaksiya natijasida radioaktiv fosfor (P) atomi va neytron hosil bo'ladi. Fosfor 2,53 minut o'tishi bilan o'zidan pozitron va neytrino chiqarib kremniy (Si) yadrosiga o'tadi (1.8 rasm). Pozitron massasi elektron massasiga teng, zaryadi esa musbat.

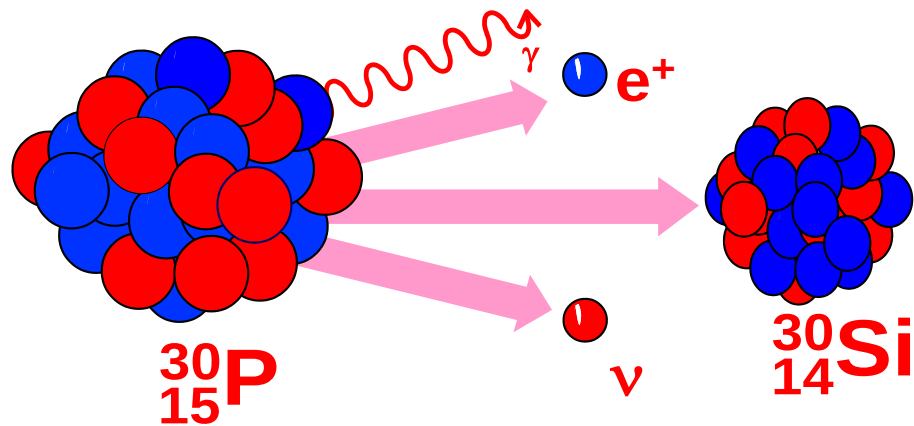
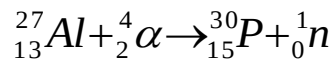
Yuqorida keltirilgan reaksiyalar asosida quyidagi xulosa chiqariladi:

- har xil zarralar bilan yengil yadrolarni bombardimon qilib, yangi atom yadrosi va zarra hosil qilish mumkin;
- α -zarra bilan engil atom yadrosini bombardimon qilib, sun'iy radioaktiv atom yadrosini hosil qilish mumkin.



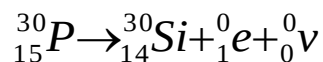
1.7-rasm. Jolio – Kyuri tajribasida kuzatilgan yadroviy parchalanishlar. Alyuminiy yadrosini α zarra bilan bombardimon qilganda, u n neytron chiqarib, radioaktiv fosforga o'tadi.

Bu reaksiya ko`rinishi



1.8-rasm. 2.53 minut o`tgach fosfor yadrosi o`zidan pozitron, neytrino va gamma nurlarini chiqarib, kremniy yadrosiga o`tadi

Bu reaksiya ko`rinishi



Radioaktiv yemirilish tasodifiy qonun asosida ro'y beradi. Har qanday modda miqdorida atomlar soni juda ko'p bo'lganligi tufayli ma'lum qonuniyat kuzatiladi. Har xil radioaktiv modda xususiyatlari bir xil bo'lmasa ham, ularning radioaktiv yemirilish ehtimolligi bir xil.

Juda kichik vaqt oralig'ida, ya'ni dt –vaqtda yadroning yemirilishi dN ga teng. dN - kattalikning son qiymati yemirilishiga qadar bo'lgan yadrolar soniga bog'liq, ya'ni Ndt to'g'ri mutanosib. Mutanosiblik koeffitsiyenti λ -yemirilish doimiysi yoki yemirilish ehtimolligi deyiladi.

Yemirilish doimiyligi avvalo mavjud radioaktiv atomning dt vaqt oralig'ida yemirilish jarayonidagi ulushini aniqlaydi. Yemirilgan radioaktiv atomlar sonini

$$dN = -\lambda N dt$$

ifoda yordamida aniqlanadi.

N_0 - boshlang'ich vaqtdagi yadrolar soni, N – t -vaqt o'tganda yemirilmagan yadrolar soni, t -vaqt

1.3. Radioaktivlik nurlanishning moddalar bilan ta'sirlashuvi

Yuqori energiyali har xil nurlanishlar manbai yadro yemirilishlari, reaksiyalari, zaryadli zarralar tezlatgichlari hamda kosmik nurlar hisoblanadi. Bu nurlanishlarning zaryadli yoki zaryadsiz, energiyalarining katta-kichik bo'lishiga qarab ta'sirlashayotgan muhit atomlari bilan turlicha ta'sirlashadilar.

Shuning uchun yadro nurlanishlarining moddalar bilan ta'sirlashuvini o'rganish, ta'sirlashuvdagi muhitning xususiyatlarini va nurlanishlar xususiyatlarini aniqlash imkoniyatini beradi. Ta'sirlashuvga ko'ra muhit ichki tuzilishi, mustahkamligi, tarkibi, biologik xususiyatlarining o'zgarishi, bundan tashqari, nurlanishlardan himoyalaniish va nurlanishlarni qayd qilishlik imkoniyatini beradi. Yadroviy nurlanishlarning moddalar bilan ta'sirlashuv qonunlarini o'rganish yadro fizikasining amaliy maqsadlarda qo'llanish asosini yaratadi.

Yadro nurlanish zarralari muhit atomlari bilan kuchsiz, elektromagnit va kuchli-yadroviy o'zaro ta'sir kuchlari bilan bevosita ta'sirlashadilar.

Zaryadli og'ir zarralar va gamma fotonlar muhitdan o'tishda ta'sirlashuvni asosan elektromagnit ta'sirlashuv bilan amalga oshiradi, kuchli yadroviy ta'sirlashuvda qatnashmaydi, chunki qisqa masofada ta'sirlashadi, bundan tashqari, yadroda elektronlar Z - qadar ko'pdir.

Yadro nurlanishlar energiyasi (0,01-0,1 MeV dan GeV gacha) atomlarda elektronlar ionizatsiya energiyasidan ($I=13,5Z$ eV) juda katta bo'lgani uchun elektronning atom qobigida bog'lanish energiyasini e'tiborga olmasdan elektronni erkin deb qarash mumkin.

Zarralar muhit bilan turlicha ta'sirlashadilar. Zarralarning muhit bilan ta'sirlashuv mexanizmini zaryadli yengil (elektron, pozitron), og'ir (elektron, pozitronidan boshqa) zarralar va gamma kvantlarga ajratish mumkin.

Zaryadli zarralar muhitdan o'tishda atom elektronlari va yadro elektromagnit maydoni bilan o'zaro ta'sirlashuvda energiyasi atomni uyg'otish yoki ionizatsiyalashga sarflaydi, yengil zaryadli zarralar esa bu maydonda tormozlanishi

natijasida o'z energiyasining bir qismini yo'qotishi mumkin. Gamma nurlar o'z energiyalarini asosan fotoeffekt, kompton effekt, elektron-pozitron juftini hosil qilish jarayonlariga sarflaydi. Agar gamma foton energiyasi juda katta $E_\gamma > 10 \text{ MeV}$ bo'lganda fotoyadro reaksiyalarini hosil qilishligi mumkin.

Yuqori energiyali og'ir zaryadli zarra muhitdan o'tishda o'z kulon maydoni bilan atom elektronlariga ta'sir etib energiyasini ionizatsiyalashga sarflaydi. Bu jarayonda kulon ta'sir kuchining uzoq masofagacha ta'sirlasha olish xususiyatiga ega bo'lganligidan zarra ko'plab elektronlar bilan ta'sirlashadi.

Muhitga tushuvchi zarra zaryadi Z_e massasi M , tezligi ϑ , elektronga yaq'in kelish masofa b bo'lsin. Ionizatsiya energiya formulasini keltirib chiqarishda quyidagi mulohazalardan foydalanamiz.

1) Zarraning elektronlar bilan ta'sirlashuvini klassik fizika qonunlari asosida tushuntiriladi $Pb \gg h$.

2) Atom elektronlarining tezligi ϑ_e , tushuvchi zarra tezligidan juda ham kichik $\vartheta \gg \vartheta_e$, ta'sirlashuv vaqtida elektron joyidan qo'zgalmas, siljmaydi deb qaraladi.

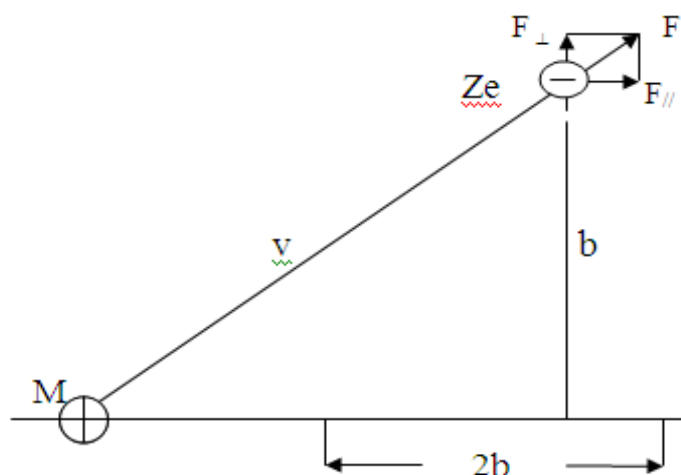
$$E \gg \frac{M}{m_e} E_e$$

3) Elektronni atomda erkin deb qaraymiz.

Muhitga tushuvchi zarra zaryadi Z_e , massasi M , tezligi ϑ , elektronga eng yaqin kelish masofasi b bo'lsin (1.9-rasm). Zarra massasi $M \gg m_e$ elektron massasidan katta bo'lgani uchun elektronlar bilan ta'sirlashuvda o'z yo'nalishini o'zgartirmasdan to'g'ri chiziqli bo'yicha harakatlanib, zarraning elektron bilan ta'sirlashuvi $2b$ masofagacha bo'lsin. Dastlab zarralarning alohida elektron bilan o'zaro ta'sirini ko'rib chiqaylik. Zarraning harakat treaktoriyasiga tik yo'nalishda elektronga bergan impulsi:

$$\Delta p_{\perp} = \int F_{\perp} dt \quad (1.4)$$

bo'ladi. Zarra elektronga yaqinlashganda va undan uzoqlashganda ta'sir kuchi yo'nalishi qarama-qarshi bo'lgani uchun zarra impulsining parallel tashkil etuvchisi nolga teng bo'ladi.



1.9-rasm. Zarralarning alohida elektron bilan o'zaro ta'siri

$$\Delta p_{\parallel} = \int F_{\parallel} dt = 0 \quad (1.5)$$

Shuning uchun ionizatsiyani zarra impulsining tik $\Delta p_{\perp}$ tashkil etuvchisi vujudga keltiradi. O'zaro ta'sir vaqti

$$\Delta t = \frac{2b}{g} \quad (1.6)$$

zarracha tomonidan elektronni itaruvchi kulon kuchi

$$F_{\perp} = \frac{ze^2}{b^2} \quad (1.7)$$

Elektronning zarracha tomonidan olgan impuls

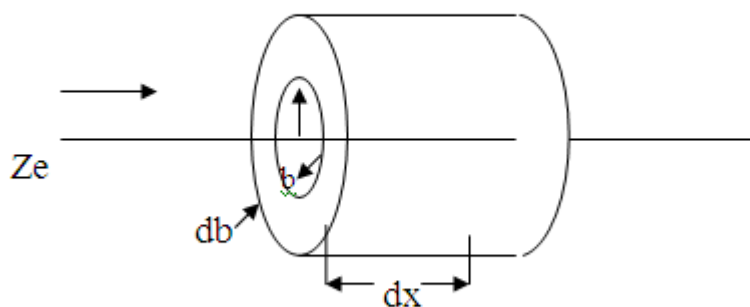
$$\Delta p_{\perp} = F_{\perp} \Delta t = \frac{Ze^2}{b^2} \cdot \frac{2b}{g} = \frac{2Ze^2}{bg} \quad (1.8)$$

Elektronning (1.8) impulsiga mos keluvchi olgan energiyasi

$$\Delta E_i = \frac{\Delta p_{\perp}^2}{2m_e} = \left(\frac{2Ze^2}{bg} \right)^2 \frac{1}{2m_e} = \frac{2Z^2e^4}{m_e g^2} \cdot \frac{1}{b^2} \quad (1.9)$$

Shunday qilib (1.9) ifoda zaryadli zarra treaktoriyasidan b -masofada joylashgan atom elektronining olgan yoki zarraning elektronga bergan energiyasini ifodalaydi.

Zaryadli zarra muhitdan o'tishda treaktoriyasidan b uzoqlikda, db qalinlikda va dx uzunlikda joylashgan silindr ichidaga barcha elektronlar bilan ta'sirlashadi (1.6-rasm).



1.10-rasm. Zaryadli zarra treaktoriyasi

Bu elektronlar soni $Vn_e = 2\pi b db dx n_e$. Bu yerda $Vn_e = 2\pi b db dx$ ko'rilayotgan silindr devorining hajmi, n_e - elektronlar konsentratsiyasi. Zarraning barcha elektronlar bilan ta'sirlashganda yo'qotgan energiyasi

$$\Delta E = \Delta E n_e V = \frac{4\pi m_e Z^2 e^4}{m g^2} \frac{db}{b} dx \quad (1.10)$$

Uzunlik birligida yo'qotgan zarraning solishtirma ionizatsiya energiyasi:

$$\left(\frac{dE}{dx} \right)_{uon} = \frac{4\pi m_e Z^2 e^4}{m g^2} \frac{db}{b} \quad (1.11)$$

To'la solishtirma ionizatsiya yo'qotish energiyasini topish uchun (1.11) ifodani ta'sirlashuv parametri b ning 0 dan ∞ gacha bo'lgan qiymatlari bo'yicha integrallash kerak. Lekin $b=0$ va $b=\infty$ da $\int_0^\infty \frac{db}{b}$ ni integrallash mumkin emas, integral ma'noga ega emas. Shuning uchun b -ning minimal va maksimal qiymatlarini tanlash va integrallash zarur. Zarraning elektronga yaqinlashish parametri b ning minimal masofasi zarra bilan elektronning «*peshona*» to'qnashuvidir. Bunda oraliq masofa minimum, energiya uzatishi esa maksimum $E_{\max}$, «*peshona*» to'qnashuvda energiya uzatish

$$\Delta E_{\max} = \frac{4mM}{(M+m)^2} E \quad (1.12)$$

Zarra massasi M elektron massasi m_e dan $M \gg m_e$ ekanligini e'tiborga olib (1.12) ifodani quyidagicha yozamiz:

$$\Delta E_{\max} = \frac{4mM}{M^2} E = \frac{4m}{M} \frac{Mv^2}{2} = 2mv^2 \quad (1.13)$$

(1.13) ifodaga ko'ra $b_{\min}^2$

$$b_{\min}^2 = \frac{2Z^2 e^4}{m g^2} \frac{1}{\Delta E_{\max}} = \frac{2Z^2 e^4}{m g^2 2m_e g^2} \quad (1.14)$$

$b_{\max}$ ni aniqlashda zarraning elektronga uzatish energiyasi elektronning atomda bog'lanish energiyasiga to'g'ri keluvchi masofa olinadi, bu masofadan katta masofadagi elektronlarga uzatilgan energiya ionizatsiya energiyasidan kichik bo'lib, elektronlar ionizatsiyasiga qatnashmaydi.

$$b_{\max} = \frac{2Z^2 e^4}{m g^2} \frac{1}{I} \quad (1.15)$$

Bu yerda I -atomda elektronlarning o'rtacha ionizatsiya energiyasi. (Elektronlarning atomda ionizatsiya energiyasi turli yadro va turli qobiqlar uchun turlicha o'rtacha qiymat $I = I_0 Z$; $I_0 = 10$ eV)

Shunday qilib (1.11) ifodadan

$$-\left[\frac{dE}{dx}\right]_{ion} = \int_{\epsilon_{\min}}^{\epsilon_{\max}} \frac{dE}{dx} db = \frac{4\pi m_e Z^2 e^4}{m g^2} \ln \frac{b_{\max}}{b_{\min}}; \quad (1.15)$$

(1.15) ifodadagi $\ln \frac{b_{\max}}{b_{\min}}$ ni (1.13) va (1.14) formulalardan foydalanib yozamiz

$$\ln \frac{b_{\max}}{b_{\min}} = \frac{1}{2} \ln \frac{b_{\max}^2}{b_{\min}^2} = \frac{1}{2} \ln \frac{2m g^2}{I}; \quad (1.16)$$

(1.16) ni (1.15) ga qo'ysak, solishtirma ionizatsiya yo'qotish formulasi hosil bo'ladi

$$-\left(\frac{dE}{dx}\right)_{ion} = \frac{2\pi Z^2 e^4 n_e}{m g^2} \ln \frac{2m g^2}{I} \quad (1.17)$$

(1.17) formulaga Bor formulasi deb ataladi.

Relyativistik effektlarni e'tiborga olsak solishtirma ionizatsiya energiya yo'qotish formulasi:

$$-\left(\frac{dE}{dx}\right)_{ion} = \frac{4\pi Z^2 e^4 n_e}{m g^2} \left[\ln \frac{2m g^2}{I(1-\beta^2)} - \beta^2 - \delta - U \right] \quad (1.18)$$

(1.18) formulaga Bete-Blox formulasi deb ham ataladi. Bu yerda energiya yo'qotish (erg/sm) larda o'lchaniladi.

Solishtirma energiya yo'qotish muhitdan o'tayotgan zarra zaryadining kvadratiga to'g'ri, tezligining kvadratiga teskari mutanosiblikda, hamda muhitning elektronlar konsentratsiyasiga ham bog'liq bo'lib, zarra massasiga bog'liq emas.

Zaryadli zarraning elektronga yaqin kelish masofasi, ya'ni ta'sirlashuv parametri norelyativistik yoki relyativistik holatlarda turlicha qiymatlarga ega bo'lishadilar.

Norelyativistik holat uchun yaqinlashish parametrining $b_{\max}$ qiymatini elektronning atomdagi o'rtacha ionizatsiya energiyasi I to'g'ri keladigan qiymat tanlanildi. Relyativistik holatda shuni e'tiborga olish lozimki, zarra ta'sirlashuv vaqti $t=b/v$ (1.19) elektronning orbitada aylanish davri $T=2\pi/\omega$ dan katta bo'lsa, zarra energiyasining atomni uyg'otishga sarflamaydi. Xuddi prujinaga qisqa turtki berilsa, prujina tebranadi, agar prujinani sekin siqib va asta-sekin bo'shatilsa tebranmaganidek, shuning uchun zarraning elektron bilan ta'sirlashuv vaqti hech bo'lmaganda elektronning orbitada aylanish davriga teng bo'lishi kerak.

$$t = \frac{1}{\omega} = T \quad (1.19)$$

shunday qilib, o'rtacha ionizatsiya energiyasi

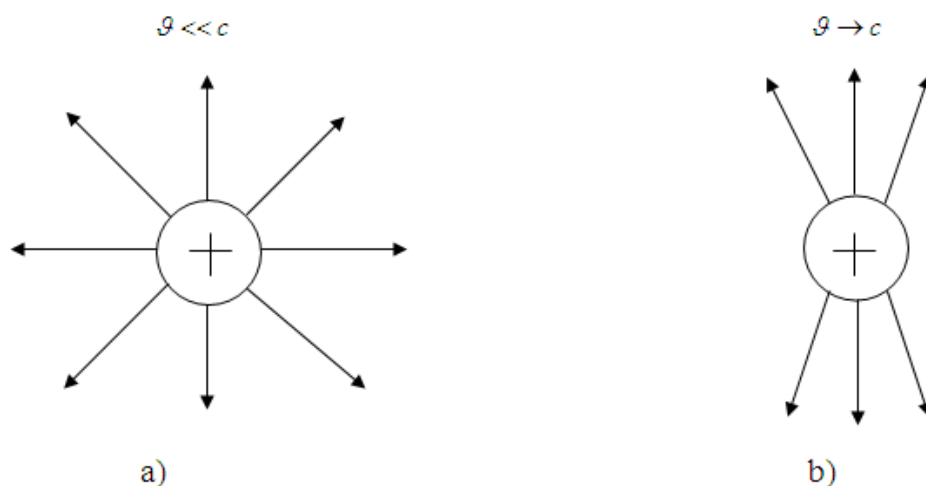
$$\bar{I} = \hbar\omega \quad (1.20)$$

relyativistik effektlarni e'tiborga olinsa, ta'sirlashuv vaqti bo'ylama kulon maydonining siqilishi hisobidan kamayadi (1.7-rasm).

$$t_{rel} = \frac{b}{g} \sqrt{1-\beta^2} \quad (1.21)$$

bundan

$$b_{\max} = \frac{g}{\omega \sqrt{1-\beta^2}} \quad (1.22)$$



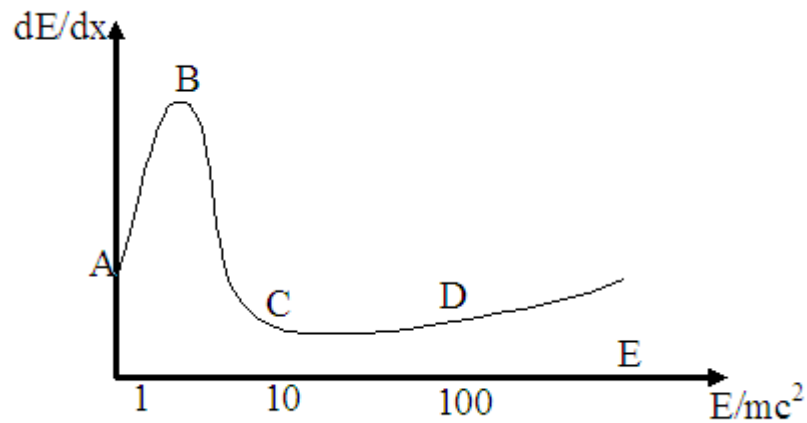
1.11-rasm. Relyativistik zaryadli zarralar bo'ylama elektr maydonining siqilishi.
a) Tinch zarra elektr maydoni kuch chiziqlari. b) relyativistik zarra kuch chiziqlari.

Yaqinlashish masofasining $b_{\min}$ qiymati uchun relyativistik holat uchun

$$b_{\min} = \frac{\hbar}{p} = \frac{\hbar}{mg} \quad \text{yoki} \quad b_{\min} = \frac{\hbar}{mg} \sqrt{1 - \beta^2} \quad \text{bo'lishi lozim.}$$

Og'ir zaryadli zarralarning energiyalariga ko'ra solishtirma energiya yo'qotish grafigi 1.12-rasmda keltirilgan. Muhitga tushuvchi zaryadli zarra energiyasi juda kichik va katta bo'lganda ionizatsiya formulasidan foydalanib bo'lmaydi. 1.12-rasmdagi AB qismda, bunda tushuvchi zarra tezligi elektronning orbitada aylanish tezligidan kichik, zarra muhitdan o'tishda elektronga impuls bermaydi. Elektron bilan yonma-yon harakatlanib elektronne yutadi (yoki elektronga yutiladi), natijada zaryadsizlanadi, ma'lum vaqtdan keyin elektrondan ajralib ketishi mumkin. Shuning uchun, bu qismni qayta zaryadlanish qismi deb ham ataladi. Bu jarayon zarra tezligi elektronning orbitadagi tezligiga erishguncha davom etadi. 1.12-rasmda B nuqtaga mos keluvchi tezlik elektronning orbitadagi tezligiga to'g'ri keladi.

BC qism zarra tezligi oshishi bilan ionizatsiya energiya yo'qotish (1.18) formulaga ko'ra eksponensial kamayadi. Chunki elektromagnit ta'sirlashuv kuchi o'zgarmaydi, tezligi oshishi bilan ta'sir vaqti kamayadi. Zarraning relyativistik tezligi S nuqtaga mos keluvchi tezligidir.



1.12-rasm. Og'ir zaryadli zarralarning energiyalariga ko'ra solishtirma energiya yo'qotish grafigi

CD qism zaryadli relyativistik zarraning bo'ylama elektr maydonining siqilishi natijasida ta'sir masofasining ortishi va ko'proq elektronlarga energiya uzatish sababli ionizatsiyaning ortishiga sabab bo'ladi.

DE qism zarra energiyasi juda yuqori bo'lib, ta'sirlashuv parametri $b_{\max}$ qiymati atomlar orasidagi masofadan oshib ketsa, zarra treaktoriyasiga yaqin atomlar qutblanib qoladi, elektr maydoni muhit dielektrik singdiruvchanligi ϵ_γ - qadar kamayadi, natijada ionizatsiya kamayadi. Bunday qutblanish elektronlar zichligiga bog'liq, shuning uchun *zichlik effekti* deb ataladi.

Yuqorida keltirib chiqarilgan formulalarda solishtirma ionizatsion yo'qotish muhitdagi elektronlarning konsentratsiyasiga bog'liq edi. Elektronlar konsentratsiyasi n_e esa turli muhit uchun har xildir. Atom tartib nomeri Z bo'lgan muhit uchun $n_e = n_{\text{yad}} Z$. Bu yerda n_{yad} – yadrolar konsentratsiyasi. Yadrolar konsentratsiyasi hamma muhitlar uchun o'zgarmas bo'lganligi uchun n_e faqat Z ga bog'liq. Shuning uchun bir xil tezlikdagi bir xil zarra uchun ($z_e = \text{const}$, $v = \text{const}$) solishtirma ionizatsion qiymati faqat muhit atomlarining tartib nomeri Z ga bog'liq bo'ladi. Masalan, bir xil sharoitda zarraning qo'rg'oshinda yo'qotgan energiyasi ko'mirdagidan $\frac{Z_{\text{Pb}}}{Z_c} \approx \frac{82}{6} \approx 14$ marta ko'p bo'ladi. Yana shuni aytish kerakki,

zarraning solishtirma ionizatsiya energiya yo'qotishi zarraning massasiga oshkor bog'liq emas. Lekin zarraning kinetik energiyasi uning massasiga bog'liq bo'lgani uchun bir xil zaryadli va tezlikli har xil massali zarraning bir xil muhitda

ionizatsiya uchun yo'qotgan energiyasi massaga proporsional ravishda har xil bo'ladi.

Shunday qilib, solishtirma ionizatsiya energiya yo'qotish bir muhitdan ikkinchisiga o'tganda kuchli o'zgaradi. Odatda ko'p hollarda solishtirma ionizatsiya energiya yo'qotishning uzunlik birligidagi $\frac{dE}{dx}$ emas, zichlik birligiga to'g'ri keluvchi $\frac{dE}{d\xi}$ qiymati olinadi. $\xi = xp$ muhit zichligi, ξ - o'lchov birligi g/sm² da

$$\frac{dE}{d\xi} = \frac{dE}{dx} \frac{dx}{d\xi} = \left(\frac{dE}{dx} \right) \left(\frac{1}{p} \right) \quad (1.23)$$

chunki muhit zichligi va solishtirma ionizatsiya energiya yo'qotish $\frac{dE}{dx}$ ham muhit zariyadi Z ga bog'liq. Shunday qilib solishtirma zichlik ionizatsiya energiya yo'qotish qaralayotgan muhit uchun o'zgarmas bo'ladi.

$$\left(\frac{dE}{dx} \right) \left(\frac{1}{p} \right) \approx const \quad (1.24)$$

bu esa turli muhit uchun solishtirma ionizatsiya energiya yo'qotish qiymatini taqqoslaganda qulaylik tug'diradi.

II-BOB. Radioaktiv nurlanishlarning biologik ta'sirlari

2.1. Radioaktiv nurlanishning dozasi va doza birliklari

Radiatsiyaning inson organizmiga salbiy ta'siri hozirda hech kimga sir emas. Radioaktiv nurlanishning inson tanasidan o'tganda organizmga zaryadlangan moddalar tushadi, ya'ni tebranishlar energiyasi va chastotasi bizning to'qimalarimizga, ulardan esa hujayralarmizga uzatiladi. Natijada organizmdagi atom va molekulalar uyg'ongan holatga o'tadi, bu esa ularni faoliyatini buzilishiga hattoki o'limiga sabab bo'lishi mumkin. Ta'sirning ko'rinishlari nurlanish dozasiga, organizmning sog'ligi va o'zaro ta'sirlanish vaqti muhim rol uynaydi.

Ionlangan nurlanishlarga organizmda tusqinlik qiluvchi baryer yo'q, shuning uchun barcha tanamiz radiatsion nurlanishlarning ta'sirida bo'lishi mumkin. Natijaviy ta'sir turli xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Alohida atomlarning uyg'otilishi bir tur moddalarning ikkinchi turga aylanishi, biokimyoviy o'zgarishlarni yuzaga keltirishi genetik buzilishlarni hosil qiladi. Shunday qilib nurlanishlar ta'sirida inson tanasida dastlab mikrodarajadagi o'zgarish yuzaga keladi, lekin bu o'zgarishlar ko'p yillar davomida o'z ta'sirini bildirmaydi. Xujayradagi bir guruh oqsillarning zararlanishi rak kasalligini, hattoki bir necha avlodga uzatiladigan genetik mutatsiyalarni chaqiradi.

Nurlanish dozasi - fizika va radiobiologiyada istalgan jismlar, tirik organizmlar va ularning tuqimalari oladigan ionlangan nurlanishlar kattaligini ifodalaydi. Nurlanishlar dozasini quyidagi turlarga ajratamiz:

1. Ekspozitsion doza
2. Yutilish dozasi
3. Ekvivalent doza (biologik doza)
4. Effektiv doza

1. Ekspozitsion doza: Ionlangan nurlanishlarning muhitlar bilan o'zaro ta'siri asosiy xarakteristikasi- ionlash effekti. Dastlab radiatsion o'lchov ishlari asosan havodagi rentgen nurlar bilan ish ko'rganligi tufayli son qiymatini ifodalashda havoning ionlanish darajasi e'tiborga olingan. Quruq havoning normal atmosfera bosimidagi ionlanish kattaligiga ekspozitsion doza deyiladi.

Ekspozitsion doza kattaligi rentgen, gamma nurlanishlarning ionlantirish qobiliyatini va zaryadlangan zarralarning nurlanish energiyasini havoning massa birligiga to'g'ri keladigan kinetik energiyaga aylanishini ifodalaydi. Ekspozitsion doza birlik hajmdagi bir xil zaryadlangan hamma ionlarning massasini shu hajm birligidagi havo massasining nisbatiga teng bo'lgan kattalik. Xalqaro SI sistemada ekspozitsion doza birligi kulon/kilogramm (Kl/kg). Xalqaro SI sistemadan tashqari birligi — rentgen (R). $1 \text{ Kl/kg} = 3876 \text{ R}$.

2.Yutilish dozasi: bizga tanish bo'lgan ionlangan nurlanishlarning ionlash darajasini va jismlarga, tirik organizmlarga ta'sirini o'rganish jarayoni juda murakkab, bu jarayonlardan eng muhimi nurlantirilgan jismda yuz beradigan fizika-kimyoviy o'zgarishlar va radiatsion effektni hisoblashga yordam beradigani ionlangan nurlanishlarning jismlarda yutilgan energiyani aniqlashdir. Bu yutilgan doza tushunchasini keltirib chiqaradi va son jihatdan nurlangan jismning birlik massasiga to'g'ri keladigan nurlanish energiyasi bo'lib, yutilgan energiyani yutuvchi jism massasiga nisbati bilan aniqlanadi. Xalqaro SI sistemada yutilgan doza birligi Grey (Gr, ing. gray, Gy) bo'lib, u son jihatdan 1 kilogram massali jismning yutgan energiyasi 1 joulga teng songa aytiladi. Gohida sistemadan tashqaridagi eskirgan birligi rad (ing. rad) ham ishlatiladi. U son jihatdan 1 gramm jismning yutgan energiyasi 100 ergga teng songa aytiladi.

Nurlanish dozasi va uning inson organizmiga ta'siri

2.1-jadval

Nurlanish dozasi qiymati, rad	Insonga ta'sir etish darajasi
10000 rad (100 Gr.)	Yuqori doza bo'lib, markaziy asab tizimining zararlanishi hisobiga insonda bir necha kun yoki soatlarda o'lim yuz berishi mumkin.
1000 - 5000 rad (10-50 Gr.)	Yuqori doza bo'lib, oshqozon hazm tizimidan ichki qon ketishi (membrana xujayrasining yo'qolishi) hisobiga bir-ikki haftada o'lim yuz berishi mumkin.
300-500 rad (3-5 Gr.)	Yuqori doza bo'lib, miya suyak tuqimalarining asosiy qismining nurlanishlar ta'sirida halok bo'lishi hisobiga bir-ikki oy ichida o'lim yuz beradi.
150-200 rad (1,5-2 Gr.)	Boshlang'ich nur kasalligi (skleroz jarayoni, jinsiy tizimlar o'zgarishi, katarakta, immunitet kasalliklari, rak) yuzaga keladi. Bu doza nurlanishlarini olgandagi ta'sir darajasi nurlanishlar turiga, inson organizmining salomatligiga, nurlanish dozasiga bog'liq bo'ladi.
100 rad (1 Gr)	Qisqa vaqtli sterillanish, avlod berish xususiyatini yo'qolishi.
30 rad	Faqat oshqozonni rentgen nurlari ta'sirida tasvirini olishda.
25 rad (0,25 Gr.)	Favqulodda holatlar yuz berganda olinadigan doza.
10 rad (0,1 Gr.)	Mutatsiyalar yuz berishi ikki barovar ortadigan doza.
3 rad	Faqat tishlarni rentgen nurlari ta'sirida tasvirini olishda.
Yiliga 2 rad (0,02 Gr)	Ionlangan nurlanishlar chiqaruvchi manbalar bilan ishlaydigan xodimlar oladigan nurlanish dozasi.
Yiliga 0,2 rad (0,002 Gr. yoki 200 millirad)	Radiatsion yadro texnologiyalari ishlab chiqaradigan korxonalarda ishlaydigan xodimlar oladigan nurlanish dozasi.
Yiliga 0,1 rad (0,001 Gr.)	Aholi olishi mumkin bo'lgan o'rtacha nurlanish dozasi.
Yiliga 0,1-0,2 рад	Yerning tabiiy radiatsion foni.
84 mikrorad/soatiga	Yerdan 8 kilometr balandlikda uchadigan samolyotdagi passajir oladigan doza.
1 mikrorad	Bir soat davomida televizor ko'rganimizda oladigan doza.

3. Ekvivalent doza (biologik doza)- Nurlanishlarning tirik tuqimalarga ta'sirini alohida o'rganishlar shuni ko'rsatdiki, turli xil radiatsion nurlanishlarning bir xil yutilgan dozasi tirik organizmlarga turlicha ta'sir ko'rsatadi. Juda og'ir zarralarning (proton) tirik tuqimalarda yugurish yo'li ionlar (elektron) nikidan katta. Shu sababli protonlarning elektronlarga nisbatan bir xil miqdordagi nurlanishning yutilgan dozalaridagi radiobiologik buzish effektlari yuqori, ionlanishi zich. Radiobiologik buzish effektlarini hisobga olish uchun – ekvivalent doza tushunchasi kiritilgan. U son jihatdan yutilgan nurlanish dozasini sifat koeffitsientiga nisbati bilan aniqlanadi (NBE). Sifat koeffitsiyenti rentgen, gamma, veta, nurlanishlar uchun 1 ga, alfa nurlanishlar, yadro qoldiqlari uchun $10 \div 20$ ga, neytronlar uchun $3 \div 20$ (neytronlar energiyasining qiymatiga ko'ra). Xalqaro SI sistemada ekvivalent doza birligi zivert (Zv). Istalgan nurlanishlarning 1 Zv ekvivalent dozasi son jihatdan 1 kg biologik tuqimaning 1 Gr foton nurlaridan olgan yutilish dozasiidagi biologik effekt hosil qilishiga teng. SI sistemadan tashqari birligi ber (1963-yilgacha – rentgen biologik ekvivalenti, 1963-yildan keyin esa – rad biologik ekvivalenti deb yuritildi). $1 \text{ Zv} = 100 \text{ ber}$.

Turli xil nurlanishlar uchun nisbiy biologik effektning koeffitsiyenti

2.2-jadval

Nurlanish turi	Koeffitsiyent , Zv/Gr
Rentgen va γ -nurlanish	1
β - nurlanish (elektron, pozitron)	1
20 keV dan kichik energiyali neytronlar	3
0,1-10 MeV energiyali neytronlar	10
10 MeV energiyali protonlar	10
10 MeV dan kichik energiyali α -nurlanishlar	20
Og'ir yadrolar bo'linishi	20

4. Effektiv doza (E) – inson organizmi va uning alohida qismlarining radio sezgirligini hisobga olgan o'lchov kattaligi bo'lib, ekvivalent dozaning organlar va tuqimalardagi mos koeffitsiyentga to'g'ri keladigan umumiy yig'indi miqdori. Chunki inson tanasidagi ko'p organlarimiz radiatsiyaga kam sezgirlikka ega bo'lsa, boshqalari juda sezgir bo'ladi. Masalan: bir xil ekvivalent dozadagi nurlanishlardan qalqonsimon bezga nisbatan o'pkalardan rak kelib chiqish ehtimolligi yuqori bo'ladi. Shu sababli turli organlar va tuqimalarning nurlanish dozasini turli xil koeffitsiyentlar ya'ni – radiatsion xavflilik koeffitsiyenti bilan o'lchaymiz. Barcha organ va tuqimalarning olgan ekvivalent dozasining qiymatini tegishli koeffitsiyentlarga ko'paytirib, jamlalanadi va organizmga yaxlit ta'sir etuvchi effektiv doza hosil qilinadi.



2.1-rasm. Ionlangan nurlanishlarning inson tanasi a'zolariga va tuqimalariga ta'sirini qabul qilish darajasi

**Alohida organlarga to‘g‘ri keladigan radiatsion xavflilik
koeffitsiyenti qiymatlari**

2.3-jadval

Organ, tuqimalar	Koeffitsiyent
Miya suyagi	0,12
Yo‘g‘on ichak	0,12
Oshqozon	0,12
O‘pka	0,12
Siydik qopi	0,05
Jigar	0,05
Ovqat hazm qilish yo‘llari	0,05
Qalqonsimon bez	0,05
Teri	0,01
Suyak usti tuqimalari	0,01
Bosh miya	0,025
Boshqa tuqimalar	0,05

Yuqorida keltirilgan koeffitsiyentlar empirik hisoblanadi va butun organizm uchun umumiy yig‘indi birga teng bo‘ladi. Xalqaro SI sistemada ekvivalent doza birligi zivert (Zv).

Nurlanish dozasinin quvvati (nurlanish intensivligi) — birlik vaqtda olingan nurlanish dozasining ta’siri. Yutilish, ekspozitsion dozalarning o‘ziga mos o‘lchov birliklari mavjud (masalan, Zv/soat, ber/min, mZv/yil i dr).

O'lchov birliklari jadvali

2.4 jadval

Fizik kattaligi	SI sistemadan tashqari birligi	SI sistemadagi birligi	SI sistemadagi va sistemadan tashqari birliklarga o'tishlar
Radioaktiv manbaning nuklonlarining aktivligi	Kyuri (Ki)	Bekkerel (Bk)	$1\text{Ki}=3.7 \cdot 10^{10} \text{ Bk}$
Ekspozitsion doza	Rentgen (R)	Kulon/kilogramm (Kl/kg)	$1\text{R}=2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Kl/kg}$
Yutilgan doza	Rad (rad)	Grey (Dj/kg)	$1\text{rad}=0,01 \text{ Gr}$
Ekvivalent doza	Ber (ber)	Zivert (Zv)	$1\text{ber}=0,01 \text{ Zv}$
Ekspozitsion dozalar quvvati	Rentgen/sekund (R/c)	Kulon/kilogramm sekund (Kl/kg*s)	$1\text{R/c}=2.58 \cdot 10^{-4} \text{ Kl/kg*s}$
Yutilgan doza quvvati	Rad/sekunda (Rad/s)	Grey/sekund (Gr/s)	$1\text{rad/s}=0.01 \text{ Gr/c}$
Ekvivalent doza quvvati	Ber/sekund (ber/s)	Zivert/sekund (Zv/s)	$1\text{ber/c}=0.01 \text{ Zv/s}$
Integral doza	Rad-gramm (Rad-g)	Grey-kilogramm (Gr-kg)	$1\text{rad-g}=10^{-5} \text{ Gr-kg}$

2.2. Radioaktiv nurlanishning biologik ta'siri

Radioaktiv elementlar va radiatsiyaning inson tanasiga ta'sirini butun dunyo olimlari o'rganishadi. Atom elektr stansiyalardan har kuni chiqariladigan chiqindilarda "Seziy-137", radionuklidi mavjud bo'lib, u inson organizmiga tushganda sarkoma kabi turli xil rak kasalliklarini, "Stronsiy-90" radionuklidi esa suyakdagi kalsiyni kamaytiradi, agar ko'krak sutiga tushsa leykemiyani (qon raki), suyak va ko'krak rakini yuzaga keltiradi. Juda oz miqdordagi "Kriptonom-85" radionuklidi esa insonlarda teri rakini keltirib chiqaradi. Ionlangan nurlanishlar ta'sirida inson organizmida mavjud bo'lgan suvning turli ishorali zaryadlangan ionlarga bo'linishi yuzaga keladi.

www.dozimetr.biz xodimlarining aytishlaricha katta shaharlarda yashovchilar shahar chetida yoki qishloqlarda yashovchilarga nisbatan sutkalik nurlanishlarni ko'proq oladi, bunga shahar radiatsion fonidan tashqari, turli xil darajada radiatsiya bilan zararlangan predmetlar, havo, oziq-ovqat, qurilish materiallaridan oladigan nurlanishlar ham qo'shiladi. Buning oqibatida katta shaharda yashovchilarning erta qarishi, ko'rish qobiliyatining pasayishi, immunitet tizimining buzilishi, ortiqcha psixologik uyg'otilgan holatda bo'lishi, qon bosimining ortishi, bola rivojlanishida anomaliyalar shular sirasiga kiradi.

Nishonlangan atomlar yordamida qilingan eng katta tadqiqotlardan bir organizmida modda almashinishini tekshirish bo'ldi. Organizmning nisbatan qisqa vaqt ichida batamom yangilanishi isbot qilindi. Uni tashkil qilgan atomlar yangi atomlar bilan almashinar ekan. Qonni izotop yordamida o'rganish shuni ko'rsatdiki, faqat temir bu qoidadan istisno ekan. Temir qizil qon tanachalarining gemoglobini tarkibiga kiradi.

Ovqatga radioaktiv $^{59}_{26}\text{Fe}$ temir atomlari qo'shilganda ularning qonga hech o'tmasligi aniqlandi. Faqat organizmida temir zapaslari batamom tugay boshlagandagina organizm temirni o'zlashtira boshlar ekan. Anchagina uzoq yashovchi radioaktiv izotoplar bo'lmagan hollarda, masalan, kislorod va azotda,

stabil elementlarning izotop tarkibi o'zgartiriladi. Masalan, kislorodga $^{18}_8\text{O}$ izotopini bilan fotosintezda ajraladigan erkin kislorodning dastlab karbonat anhidrid gazi tarkibida emas, suv tarkibida bo'lishi aniqlangan edi.

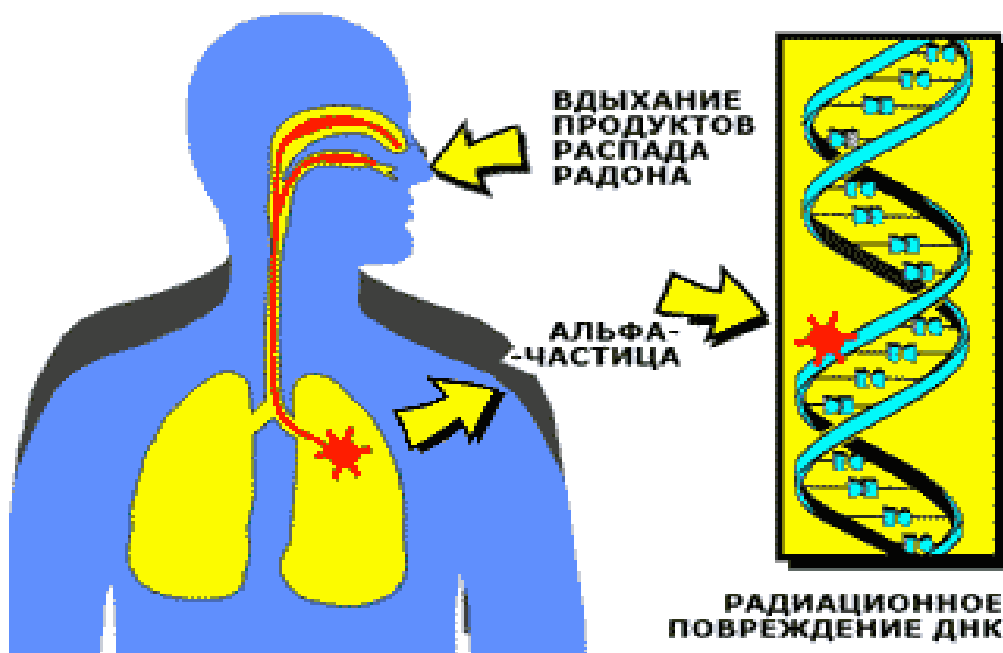
Tibbiyotda radioaktiv izotoplar kasallikni aniqlash (tashxis) maqsadlarida ham, davolash (terapiya) maqsadlarida ishlatiladi. Qonga yuborilgan oz miqdordagi radioaktiv natriydan qon almashinishini tekshirish uchun foydalaniladi. Yod qalqonsimon bezda ko'p ajraladi, bu ayniqsa based kasalligida intensiv bo'ladi. Radioaktiv yodning qanday miqdorda to'planayotganini hisoblagich yordamida kuzatib, tezda tashxis qo'yish mumkin. Radioaktiv yodning katta dozalari tez rivojlanayotgan tuqimalarni qisman parchalaydi, shuning uchun radioaktiv yodni based kasalligini davolash uchun ham ishlatish mumkin. Kobaltning intensiv γ -nurlanishidan turli rak kasalliklarini davolashda foydalaniladi.

Juda kichik dozadagi nurlanishlar ham qayta tiklanmaydigan genetik o'zgarishlarni chaqiradi, bu o'zgarishlar avloddan avlodga o'tib, Daun sindromini, epilepsiya kabi jismoniy va aqliy rivojlanishdagi o'zgarishlarni yuzaga keltiradi. Ionlangan nurlanishlarning dastlabki ta'sirini tuqimalarning biologik molekulyar strukturalari va organizm suyuq muhitlariga tushganida seziladi. Ikkilamchi ta'siri esa nurlanishlarning tuqimalar va suyuq organizm muhitlarini ionlanishi natijasida erkin radikallarning buzilishi esa makromolekulalar zanjirining butunligini buzilishini chaqiradi (oqsil va nukliyen kislotalarda).

Buning oqibatida tuqimalarning halok bo'lishi- kanserogenez va mutageniz kasalliklarini keltirib chiqaradi. Organizmning tuqima va suyuq muhitlariga aktiv ta'siri tufayli epiteley, tayanch va embrional tuqimalarning juda tez bo'linishi kuzatiladi.

Ionlangan nurlanishlar inson organizmiga ta'siri natijasida ikkita effektini yuzaga keltiradi, tibbiy kasalliklarning klinik belgilariga ko'ra: determinatlangan busag'a effektlar (nur kasalligi, nur dermatiti, nur katarakta, avlod bermaslik,

farzand rivojlanishida anomaliya va boshqalar) va stoxastik (ehtimoliyatlik) busag'asiz effektlar (zararsiz shishlar, opuxollar, leykozlar, nasliy kasalliklar).

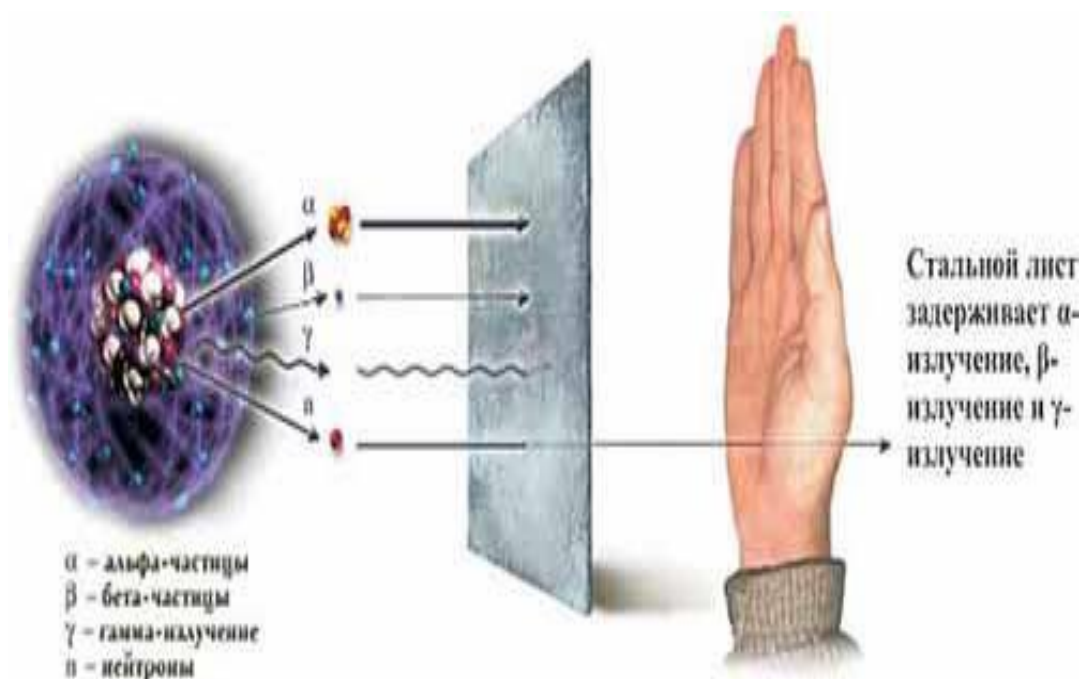


2.2-rasm. Radioaktiv modda ta'sirida DNK strukturasini o'zgarishi kuzatiladi

Organizmga ta'sir etuvchi nurlanishlarning dozalariga qarab organizmda determinant va stoxastik radiobiologik effektlar yuzaga keladi. Masalan: nurlanish kasalligining o'tkir simptomlari inson tanasiga 1-2 zivret doza olganda namoyon bo'ladi. Determinantlangan effektlarning stoxastik radiobiologik effektlardan farqi aniq busag'a dozasi ega bo'lmaydi., nurlanishlarning chastotasi ortishi bilan effektlarning yuzaga kelishi ortib boradi. Bu effektlarning ta'siri bir necha yillar o'tib ta'sirini yomon sifatli yangi hosilalar ko'rinishida yoki keyingi avlodga mutatsiyalar berish orqali bildirishi mumkin.

Stoxastik effektlar haqida asosiy ma'lumotlarni radiatsion halokat yoki atom bombasi portlagan joyda yashagan sog'lom insondan olish mumkin, bunda sog'lom inson olgan o'rtacha nurlanish dozasi 240 mSv tashkil etaganda, bu dozani olgan insonlarda onkologik kasalliklar 9% ga oshdi. 100 mSv dan kichik dozalarda onkologik kasalliklar kuzatilmadi. Nurlanishlardan tibbiyotda ichki organlar va skeletlar tasvirini olishda rentgenografiya, rentgenoskopiya, kompyuter tomografiyalarda qo'llaniladi. gamma-kvantlar bilan nurlantirish, rentgen, elektronlar, og'ir yadroviy zarralar- protonlar, og'ir ionlar, manfiy π -mezonlar va

turli xil energiyali neytronlar bilan shishlar va boshqa patologik uchoqlarni davolashda nur terapiyasi o'tkaziladi. Shuningdek radiofarmatsevtik preparatlarni organizmga davo va tashxis maqsadida kiritishda foydalaniladi.



2.3-rasm. Nurlanishlardan ekranlash yordamida himoya qilish

Biologik ta'sirni effektivligini nurlanishning o'tish qobiliyatiga ko'ra aniqlanadi, og'ir yadroli atomlar va alfa zarralar kichik yugurish yo'liga ega bo'lganligidan zichroq jismda to'liq yutiladi, shu sababli ikchi a'zolarimizga tushishi juda xavfli hisoblanadi.

Aksincha gamma nurlanishning o'tkazuvchanlik qobiliyati juda katta bo'lganligi sababli ichki a'zolardan bemalol o'tib ketadi, kamroq yutiladi. Ba'zi bir radioaktiv izotoplar tirik organizmga tushganda modda almashinuv jarayoniga ta'sir etadi va aktiv bo'lmagan elementlarni hosil qiladi. Natijada tirik organizmlarda radiatsion nurlanishlarni yig'ilishi, tirik tuqimalar bilan ta'sirlashishi ortib ketadi. Masalan hammamizga tanish yodning yod-131 izotopi, stronsiy, plutoniy izotoplari organizmdan umuman chiqib ketmaydi.

Tabiiy radioaktiv manbalarining yillik doza miqdori taxminan 200 mber ni tashkil etadi. Shundan koinotdan- 30 mber, yerdan-38 mber, insonning tuqimalariga tushadigan radioaktiv elementlarga-37 mber, radon gazidan-80 mber va boshqalarga to'g'ri keladi. Sun'iy manbalar har yili 150-200 mber dozadagi

nurlanishlarni qo'shadi, (tibbiy priborlar va tadqiqotlardan - 100-150 mber, televizor tomosha qilganimizda -1-3 mber, IES ko'mir bilan ishlashda 6 mbergacha, yadro qurolini sinab ko'rishda - 3 mber va boshqa manbalardan). Butun dunyo sog'liqni saqlash qumitasi (BDSSQ) tomonidan yer yuzida yashovchilarning zararsiz ekvivalent nurlanish dozasi 35 ber hisoblanadi.

2.3. Radiasiya xavfsizlik normalari va asosiy sanitar qoidalari

Dunyoning barcha davlatlarida radiatsiya va undan himoya qilish chora tadbirlari ishlab chiqilgan. Shu jumladan O‘zbekiston respublikasi prezidentning 24.07.2014-yilidagi Aholining sanitar-epidemiologik sharoitlarini yaxshilash haqidagi qarori respublikada yashayotgan barcha aholini yetarlicha yaxshi shart-sharoitlarda yashash imkonini yaratib beradi. Bu qonunda shuningdek inson xayoti va sog‘ligiga ta’sir etuvchi sabablar yoki kelajak avlod salomatligiga tahdid soluvchi faktorlarning ta’sir doirasi kamaytirilishi chora-tadbirlari ko‘rib chiqilgan. Davlat sanitariya nazorat ishlarini olib boradi.

Sanitariya qoidalari, normalar va gigiyenik normativlar O‘zbekiston respublikasi bosh davlat sanitar vrachi tomonidan tasdiqlanadi, tasdiqdan o‘tgandan so‘ng 3 oy davomida e‘lon qilinadi va kuchga kiradi. Qonunga ko‘ra yuridik shaxslar va yakka tartibli tadbirkorlar o‘z faoliyatini amalga oshirishda qonunda ko‘rsatilgan sanitar qoidalar, nomalar va gigiyenik normativlarga rioya qilgan holda faoliyat yuritishlari aytib o‘tilgan.

41-moddasiga ko‘ra aholi yashash joylarida sanitar-epidemiologik qonunchiligiga ko‘ra yetkazilgan material zarar to‘la qoplanadi. Ya’ni aholining sog‘lig‘iga yetkazilgan zarar ularni davolatish orqali yoki davolanishi uchun sarflagan to‘lovlarini tulash orqali qoplanadi. Radiatsion xavfsizlik normalari istalgan shart-sharoitlarda insonlarni tabiiy yoki sun’iy ionlangan nurlanishlar bilan o‘zaro ta’siridan saqlashni ta’sinlash chora tadbirlarini o‘z ichiga oladi.

Normalarda keltirilgan barcha shartlar va normativlar O‘zbekiston respublikasida yashab, faoliyat yuritadigan hamma yuridik, jismoniy shaxslar uchun majburiydir. Ionlangan nurlanishlarning insonga ta’siri ko‘rinishlari quyidagicha:

- Texnogen nurlanish manbalarini normalarda ko‘rsatilgan tartibda ekspluatatsiya qilishda
- Radiatsion halokat natijasida

- Tabiatda mavjud bo'lgan tabiiy manbalardan
- Tibbiy tekshiruvlar va davolanish natijasida

Radiatsion xavfsizlikni ta'minlash shartlari har bir tur nurlanishlar uchun alohida shakllantirilgan. Hamma tur nurlanishlarning umumiy dozasining miqdori aniqlanib, radiatsion fon baholanadi. Kutilayotgan tibbiy ta'sirlar va himoya chora-tadbirlari, ularning effektivligi aniq ishlab chiqiladi. Bu norma va normativlar quyidagi nurlanish manbalari va ulardan foydalanuvchi korxonalarga tegishli emas:

- Individual yillik effektiv dozasi 10 mkZv dan ortmagan
- Individual yillik ekvivalent dozasi tanada 50 mZv va ko'z qorachig'ida 15 mZv dan ortmagan

Shuningdek bu normalar yer sirtining kosmik nurlanishlari va tabiiy kaliy radiatsiyasi ta'siri nurlanishlar olishiga tadbiriq etilmaydi.

Qonun asosida keltirilgan radiatsion xavfsizlik normalar xalqaro ilmiy takliflar asosida aholisini yuqori darajadagi radiatsion himoya qilishga erishgan davlatlar tajribasidan foydalanilgan holda shakllantirilgan. Radiatsion nurlanish manbasini norma asosida ekspluatatsiya qilishni ta'minlash uchun quyidagi asosiy prinsiplarga rioya qilish kerak:

- Istalgan nurlanish manbalaridan insonlar olinadigan ruxsat etilgan individual dozadar ortib ketmaslik
- Ortiqcha dozadagi nurlanishlarni olishga olib keladigan qo'shimcha ishlashni taqiqlash
- Iqtisodiy va sotsial faktorlarni hisobga olgan holda past va yetrali nurlanish dozasini olishni ta'minlash

Individual va kollektiv xayotiy xavf soluvchi stoxastik effektlarni quyidagicha aniqlaymiz:

$$H_T = \sum_R H_{T,R}$$

Bu yerda- r , R – individual va kollektiv hayotiy xavf soluvchilar, E - individual effektiv doza

$$r_i, D = P_i[D > D]$$

bu yerda $P_i[D > D]$ - nurlanuvchining bir yil davomida D dozadan ortiq nurlanishi ehtimoliyati, D – determenat effektlarning busag'a dozasi

Yil davomida xodimlarning texnogen nurlanish chiqaruvchi manbalarni ekspluatatsiya qilishda individual hayotiy xavf soluvchi doza bir inson uchun $1,0 \div 10^{-3}$, aholi uchun $5,0 \div 10^{-5}$.

Yillik olinadigan nurlanish dozalari

2.5- jadval

Normallangan kattalik	Xodimlar oladigan doza	Aholi oladigan doza
Effektiv doza	5 yil davomida 20 mZv, lekin bir yilga 50 mZv ortiq bo'lmagan doza	5 yil davomida 1 mZv, lekin bir yilga 5 mZv ortiq bo'lmagan doza
Ko'z qorachig'i oladigan ekvivalent doza	150 mZv	15 mZv
Teri	500 mZv	50 mZv
Oyoq va qo'l panjalari	500 mZv	50 mZv

Xulosa

Malakaviy bitiruv ishimda bajarilgan ishlar bo'yicha quyidagicha xulosa qilishimiz mumkin:

1. Mavzuga oid adabiyotlar va davriy ravishda nashr etilgan ilmiy jurnallardan, internet ma'lumotlaridan foydalanib, bitiruv malakaviy ishning nazariy qismini yoritdik.
2. Mavzuning nazariy qismida radioaktiv nurlanish turlari va α, β, γ –nurlanishlar haqida batafsil to'xtalib o'tdik.
3. Ushbu olingan ma'lumotlar asosida radioaktiv nurlanishlarning moddalar bilan o'zaro ta'sirlarini nazariy tahlil qildik.
4. Radioaktiv nurlanishlarning ekologik va biologik ta'sirlarini o'rgandik.
5. Radioaktiv nurlanishlarning eksponensial doza va sanitariya qoidalari, xafvsizlik normalari bilan tanishdik.
6. Mavzuni yoritishda internet ma'lumotlaridan foydalandik.

Foydalanilgan adabiyotlar ruyxati

1. Каримов.И.А. Ватан равнақи учун ҳар биримиз маъсулмиз. Т. «Ўзбекистон». 2001. 23-24 bet.
2. Бекжонов Р.Д. Атом ядроси ва зарралар физикаси. Т.: Ўқитувчи, 1994.
3. Azimov S.A., Abdujamilov A. Elementar zarralar fizikasi.Т.: О'qituvchi. 1986.
4. Ю.М.Шериков, Н.П.Юдин. Ядерная физика. М.: 1974.
5. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М. 1984.
6. Колпаков П.Э. Основы ядерной физики. М.1969.
7. Тишкин П.А. Экспериментальные методы ядерной физики. ЛГУ. 1970.
8. Д.С.Сивухин. Общий курс физики. М.: 1989.
9. Bekmirzayev R.N. Yadro va elementar zarralar fizikasi. J.: 2005.
- 10.Боголюбов Н.И., Широков Д.В. Квантовые поля. М.1980.
- 11.Teshaboyev Q.T. Yadro va elementar zarralar fizikasi. Т.: О'qituvchi. 1992.
- 12.Azimov S.A.,Abdujamilov A. Elementar zarralar fizikasi. Т.: О'qituvchi. 1986.
13. Нанотехнологиялар ва қайта тикланадиган энергия манбалари: муаммолар ва ечимлар//Республика илмий-амалий анжуман материаллари. Қарши. 27-28 апрель. 2012.
- 14.Физика фанининг ривожда истедодли ёшларнинг ўрни//Республика илмий-амалий анжуман материаллари. Тошкент. 16 май. 2014.
- 15.Илм-фан ва инновация // илмий-амалий конференция материаллари. Қарши. 13-14 Май. 2013.
16. Замонавий физиканинг ва астрофизиканинг долзарб муаммолари// илмий-амалий конференция материаллари. Қарши. 23 Май. 2015.
- 17.Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики М.. Высшая школа. 2000.
- 18.Трофимова Т.И. Курс физики М.. Высшая школа. 2000.
- 19.Ахмаджонов О.И. Физика курси. Т. Ўқитувчи. 1989
- 20.А.К.Вольтер, И.И.Залюбовский. Ядерная физика. Харьков. 1974.
- 21.Гопыч П.Н. Ядерная спектроскопия. ХГУ, Харьков, 1991.

22. Бекжанов Р.Б., Беленский В.М. Ядерная физика в задачах и примерах. Учеб. Пос., Укитувчи, Ташкент, 1988.
23. Polvonov S.R. Fotoyadro reaksiyalari. Elektron darslik. 2007. 167-170 betlar.
24. К.Н.Мухин. Экспериментальная ядерная физика. М.: 1974. 208-211 betlar
25. Mo'minov T.M., Xoliqov A.B., Xushmurodov Sh.X. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. Toshkent 2009.
26. Интернет сайтлари:
- <http://www.phys.msu.ru>
- <http://nuclphys.sinp.msu.ru>
- <http://cdfc.sinp.msu.ru/index.ru.html>
- <http://www.ziyonet.uz>