

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

**ZAHIRIDDIN MUHAMMAD BOBUR NOMIDAGI
ANDIJON DAVLAT UNIVERSITETI**

Fizika kafedrası

Qo'lyozma huquqida

Sodiqova Gulida

RADIATSIYA VA UNING INSON SALOMATLIGIGA TA'SIRI

**5440100 – fizika ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavr
akademik darajasini olish uchun yozilgan**

BITIRUV MALAKAVIY ISH

**Ilmiy rahbari: fizika-matematika
fanlari nomzodi A. Kurbanov**

Andijon – 2013 yil

M U N D A R I J A

KIRISH.....	4
1 BOB. RADIATSIYA HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR....	5
1.1. Radioaktivlik.....	5
1.2. Siljish qoidolari.....	9
1.3. Radioaktiv yemirilish qonuni.....	12
1.4. Zarralarni kuzatish va qayd qilish usullari.....	15
1.5. Yadro reaksiyalari.....	20
1.6. Sun'iy radioaktivlik.....	23
1.7. Yadrolarning bo'linishi.....	24
1.8. Zanjir yadro reaksiyasi.....	27
1.9. Yadro energiyasini olish.....	29
1.10. Yadroviy nurlanish dozasi.....	32
2 BOB. YADROVIY NURLANISHNING KIMYOVIY VA BIOLOGIK TA'SIRI.....	35
2.1. Nurlanishning kimyoviy ta'siri.....	35
2.2. Nurlanishning biologik ta'siri.....	36
2.3. Biologik himoya.....	37
2.4. Radioaktiv izotoplarni olish.....	38
2.5. Radioaktiv nurlanish energiyasidan foydalanish.....	39
2.6. "Nishonli atomlar" usulidan foydalanish.....	40
2.7. Kosmik nurlar haqida tushuncha.....	42
2.8. Ikkilamchi kosmik nurlar.....	44
3 BOB. RADIOAKTIV NURLANISHLARDAN SAQLANISH....	47
3.1. Radioaktiv nurlanishlar va ularning xossalari.....	47

3.2. Radioaktiv nurlarning inson organizmiga ta'siri.....	47
3.3. Nurlanish normalari.....	49
3.4. Radioaktiv nurlanishlarga qarshi kurash chora-tadbirlari.....	52
3.5. O'lchash asboblari.....	54
3.6. Shaxsiy muhofaza aslahalari.....	55
XULOSA.....	57
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI.....	59

KIRISH

Radioaktivlik— atom yadrolarining ion nurlanishlari chiqarishi natijasida boshqa bir atom yadrolarining hosil qilishidir. Radioaktiv nurlanishlar ionlovchi nurlanishlar deb ataladi, chunki bu nurlar ta'sir etgan moddalar atom va molekulalarida ionlar hosil bo'ladi. Bunday ionlovchi nurlanishlarga rentgen nurlari, radio va gamma nurlari, alfa va beta nurlari, shuningdek, neytron oqimlari kiradi. Alfa nurlari katta ionlashtirish xususiyatiga ega bo'lgan, harakat doirasi katta bo'lmagan geliy atom yadrosining musbat zaryadlangan zarrachalari hisoblanadi. Harakat doirasi katta bo'lmaganligi sababli inson teri qavatigagina ta'sir qilib, terini yorib kira olmaydi, shuning uchun ham uncha zararli emas. Beta nurlari radioaktiv moddalarning atom yadrolari tarqatadigan elektron yoki pozitron oqimidir. Bu nurlarning harakat doirasi ancha keng va yorib kirish qobiliyatiga ega. Shu sababli ham inson uchun xavflidir.

Bir qancha ilmiy-tekshirish muassasalarida va sanoat korxonalarida har xil maqsadlar uchun radioaktiv moddalardan foydalaniladi. Masalan, mashinasozlik sanoatida radioaktiv moddalardan quyma detallardagi kamchiliklarni va payvand qilingan joylarning va detallarning sifatini aniqlashda keng qo'llaniladi. Kristallsimon moddalarning tarkibini tahlil qilish, ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilish va avtomatlashtirishda ham radioaktiv nurlar yaxshi natija beradi. Ionlashgan nurlar inson organizmiga zararli ta'sir ko'rsatib, og'ir kasalliklarning kelib chiqishiga sababchi bo'lishi mumkin. Uning ta'sirida inson og'ir kasallik hisoblanadigan nur, oq qon kasalligi va har xil xavfli shishlar, teri kasalliklariga duchor bo'lishi mumkin. Shuningdek, ionlashgan nurlar ta'sirida genetik ta'sirlanish, ya'ni keyingi avlodlarga ham ta'sir ko'rsatuvchi nasliy kasalliklar kelib chiqishi mumkin. Radioaktiv nurlarning eng xavfli joyi shundaki, inson organizmida bu kasallik yaqqol namoyon bo'lguncha hech qanday belgiga ega bo'lmaydi. Aniqlangandan keyingi holat esa nihoyatda og'ir bo'lishi va ko'pincha o'lim bilan tugashi mumkin. Radioaktiv moddalar bilan ishlaganda ishni to'g'ri tashkil qilish va muhofaza chora-tadbirlarini qo'llash xavfsizlikni ta'minlaydi.

1 BOB. RADIATSIYA HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR

1.1. Radioaktivlik.

Beqaror kimyoviy element izotoplarining elementar zarralar chiqarib o'z-o'zidan boshqa element izotopiga aylanishiga radioaktivlik deyiladi. Bunday aylanishlarning asosiy sabablari: 1) α -yemirilish, 2) β -yemirilish va 3) og'ir yadrolarning spontan ravishda (o'z-o'zidan) bo'linishidir.

Tabiiy sharoitlarda mavjud bo'lgan izotoplarda kuzatiladigan radioaktivlik tabiiy radioaktivlik deyiladi. Atom yadrolarining katta tezlik bilan harakatlanayotgan elementar zarralar yoki boshqa atomlarning yadrolari ta'sirida bo'ladigan aylanish jarayoni yadro reaksiyasi deb ataladi. Yadro reaksiyalari vositasida olinadigan izotoplarning radioaktivligi sun'iy radioaktivlik deyiladi. Sun'iy va tabiiy radioaktivlik orasida prinsipial farq yo'q. Ikkala holda ham yuz beradigan radioaktiv yemirilish jarayoni bir xil qonunlarga bo'ysunadi.

Tabiiy radioaktivlikni birinchi marta 1896- yilda fransuz fizigi Bekkerel kashf qilgan. U uran tuzi lyuminessensiyalanishni vujudga keltiradigan, noshaffof moddalar qatlamidan o'ta oladigan, gazlarni ionlashtira oladigan, fotografiya plastinkasini qoraytiradigan ko'rinmas nurlar chiqarishini payqagan. Uranning turli kimyoviy birikmalarini tekshirib ko'rib, Bekkerel muhim haqiqatni aniqladi: nurlanish intensivligi preparatdagi uranning faqat miqdoriga bog'liq bo'lib, uning qanday birikmalar tarkibida qatnashishiga bog'liq bo'lmas ekan. Bu xossa birikmalarga emas, balki uran elementiga, uning atomlariga xos ekan.

Bu kashfiyot bilan qiziqib qolib, Mariya Sklodovskaya-Kyuri va Per Kyuri bu hodisani chuqur o'rgandilar va urandan tashqari toriy (Th), aktiniy (Ac) va uranning toriy bilan kimyoviy birikmalari ham shunday xossaga ega ekanligini aniqladilar. Tadqiqotlarni davom ettirib, Mariya Sklodovskaya-Kyuri va Per Kyuri 1898-yilda ilgari ma'lum bo'lmagan yangi kimyoviy element — poloniy (Po) va radiy (Ra) ni topdilar. Radiy elementi juda quvvatli nurlanishga (uning aktivligi uranga nisbatan bir necha million marta katta) ega. Bu elementlarning hammasini

radioaktiv elementlar, ular chiqaradigan nurlarni radioaktiv nurlar, hodisa esa radioaktivlik deb ataladi. Hozirgi vaqtda 40 dan ortiq tabiiy radioaktiv elementlar va 270 dan ortiq radioaktiv birikmalar ma'lum.

Radioaktiv nurlanish o'z tarkibiga ko'ra murakkabdir. Bu nurlanishning fizik tabiatini o'rganishda Bekkerel va er-xotin Kyurilardan tashqari Rezerford ham o'z hissasini qo'shgan.

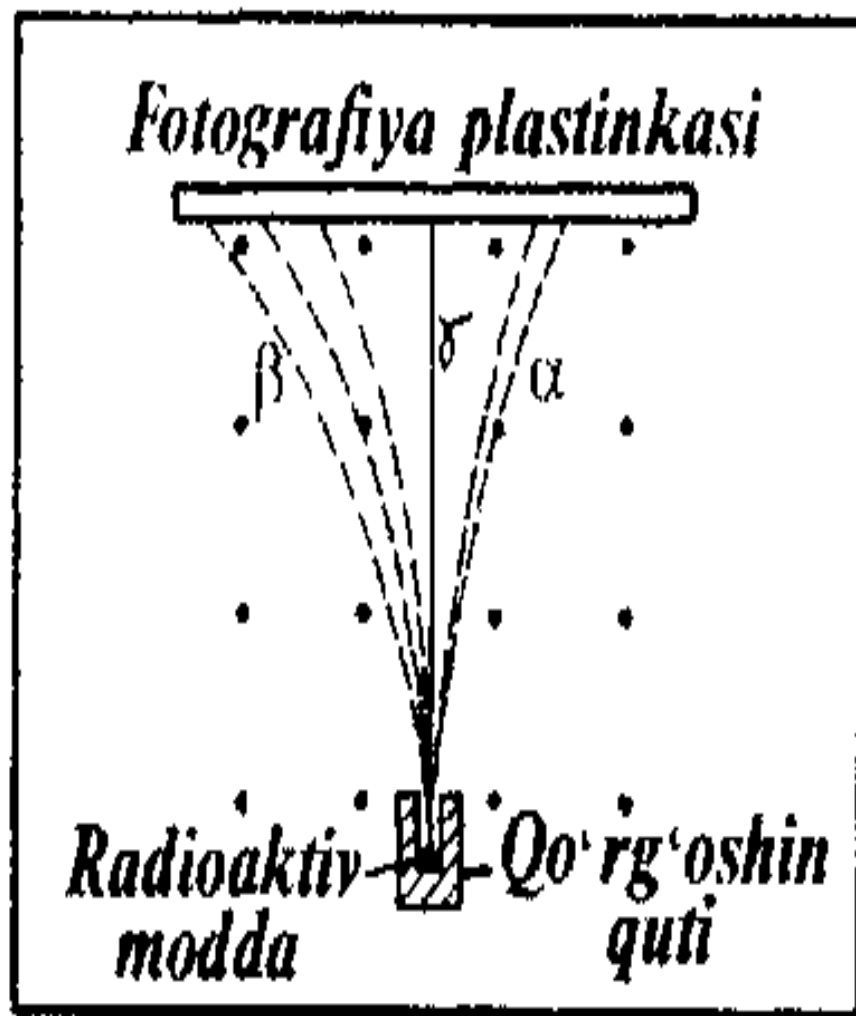
Quyidagi klassik tajriba radioaktiv nurlanishning tarkibi murakkab ekanligini aniqlashga imkon berdi (1.1 - rasm). Radioaktiv modda qo'rg'oshin qutining tubiga joylashtirilgan. Tor tirqishdan chiqayotgan radioaktiv nurlanishga kuchli magnit maydon ta'sir qiladi (1.1 - rasmda magnit maydonning kuch chiziqlari rasm tekisligiga tik holda biz tomonga yo'nalgan va nuqtalar bilan ko'rsatilgan). Butun qurilma vakuumga joylashtirilgan.

Magnit maydon ta'sirida radioaktiv nurlanish uch tarkibiy qismga ajraladi, ular α -nurlar, β -nurlar va γ -nurlar deb ataladi. Bu nurlarning tabiati va asosiy xossalari bilan tanishib chiqaylik.

1. Alfa-nurlar elektr va magnit maydonda og'adi; bu nurlar - α -zarralar deb ataladigan geliy (He) atomi yadrolari oqimidan iborat bo'lib, har bir α -zarra ikkita elementar musbat zaryad ($+2e$) ga ega va massa soni 4 ga teng. Alfa-zarralar radioaktiv elementlar yadrolaridan 14 000 dan 20 000 km/s gacha tezlikda uchib chiqadi, bu 4 dan 9 MeV gacha kinetik energiyaga to'g'ri keladi. (α -zarralarning tezliklari turli elementlar uchun turlicha, lekin ayni bir element uchun deyarli bir xildir).

α -zarra modda orqali o'tishida o'z elektr maydoni bilan uning atomlariga ta'sir qilib, ularni kuchli ionlashtiradi va o'z energiyasini atomlarni ionlashga sarflab to'xtaydi; bunda u moddada mavjud bo'lgan erkin elektronlardan ikkitasini o'ziga qo'shib oladi va geliy atomiga aylanadi:





1.1-rasm. Magnit maydon ta'sirida radioaktiv nurlanishning uch tarkibiy qismga ajralishi.

α -zarraning moddadan o'tgan yo'lini (to'xtashgacha) uning odimi (yugurishi), ya'ni o'tuvchanlik qobiliyati deyiladi, α -zarraning odimida hosil qilgan juft ionlar sonini esa uning ionlashtirish qobiliyati deyiladi.

Masalan, α -zarraning havoda o'tgan yo'li 3—9 sm ni tashkil qiladi, ularning ionlashtirish qobiliyati esa 100000—250000 juft ionga teng, α -zarraning ionlashtirish qobiliyati yuqori, lekin o'tuvchanlik qobiliyati zaif. Ularni yupqa alyuminiy varag'I yoki qog'oz varag'I bilan ham tutib qolish mumkin.

2. Beta-nurlar elektr va magnit maydonlarda og'adi. Ular tez harakatlanuvchi elektronlar oqimidan iborat bo'lib, β -zarralar deb ataladi. β -zarraning massasi α -zarra massasidan 7350 marta kichik, uning o'rtacha tezligi 160000 km/s ga yaqin. 1.1- rasmda magnit maydonda zarralarning og'ishi ko'rsatilgan. β -zarraning energiyasi MeV ning yuzdan bir ulushidan bir necha MeV gacha bo'ladi yoki boshqacha aytganda, β -zarralar tezlikning mumkin bo'lgan barcha qiymatlarini olishi mumkin: radioaktiv elementning yadrosi tezligi nolga yoki yorug'lik tezligiga yaqin bo'lgan β -zarralarni chiqarishi mumkin.

β -zarraning massasi nihoyatda kichik, o'rtacha tezligi katta va faqat bitta elementar zaryadga ega bo'lganidan uning ionlashtirish qobiliyati α -zarranikidan o'rtacha 100 marta kam, o'tuvchanlik qobiliyati esa xuddi shuncha marta katta bo'ladi. Masalan, yuqori energiyali β -zarra havoda 40 m gacha, alyuminiyda 2 sm gacha, electron to'qimada 6 sm gacha yo'l o'tadi.

3) Gamma-nurlar — chastotasi juda katta (10^{20} Hz), to'lqin uzunligi esa juda qisqa (10^{-12} m) bo'lgan elektromagnit to'lqinlar, ya'ni, γ -fotonlar oqimidan iborat. γ -fotonlarning energiyasi 1 MeV chamasida bo'ladi.

γ -nurlar eng qattiq elektromagnit nurlar bo'lib, ko'p jihatdan rentgen nurlariga o'xshashdir. Ularga elektr va magnit maydonlar ta'sir qilmaydi (1.1 – rasm), yorug'lik tezligiga teng tezlik bilan tarqaladi, kristalldan o'tishida difraksiyalanadi, havo qatlamidan o'tadi. Kishi tanasidan bemalol o'tib ketadi.

γ -nurlarning ionlashtirish qobiliyati sust, lekin o'tuvchanligi juda katta. Eng qattiq γ -nurlar qalinligi 5 sm bo'lgan qo'rg'oshin qatlamidan yoki qalinligi bir necha yuz metr bo'lgan havo qatlamidan o'tadi. Kishi tanasidan bimalol o'tib ketadi. γ -nurlar atom yadrosidan hech vaqt mustaqil chiqmaydi, ular yoki α -zarralar bilan, yoki β -zarralar bilan, yoxud ikkala xil zarralar bilan birga chiqadi.

1.2. Siljish qoidalari

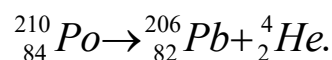
Radioaktiv nurlanish atomlarning electron qobiqlaridan emas, balki atom yadrolaridan chiqadi. α -nurlar uchun bu ravshan, chunki electron qobiqda α -zarrani tashkil qiladigan protonlar va neytronlar yo'q. β -nurlanishning ko'rsatilgan har qanday ta'sirga bog'liq ekanligidan, β -zarralar yadro tarkibiga kirmasa ham, ularni yadro yemirilishi jarayonida hosil bo'ladi, deb hisoblash o'rinlidir. Radioaktiv nurlanish nurlanayotgan element atomlarining boshqa element atomlariga aylanishiga olib keladi.

α -yemirilishda yadrodan α -zarra uchib chiqadi. Yadro miqdor jihatidan ikkita electron zaryadiga teng musbat zaryadni yo'qotadi va massa soni 4 ga kamayadi. Natijada element elementlar davriy sistemasining boshiga qarab ikki katakka siljiydi.

Bu siljish simvolik ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \alpha. \quad (1.2)$$

Masalan:

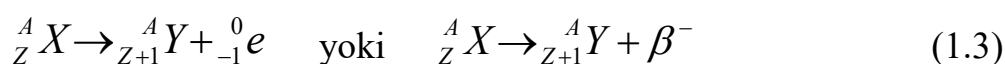


Poloniy elementi α yemirilish natijasida qo'rg'oshin elementiga aylanadi.

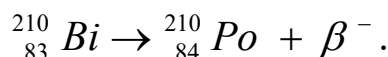
Yadrolarning o'z-o'zidan β -zarralarni (ya'ni, elektronlar va pozitronlarni) chiqarish jarayoni β -yemirilish deyiladi. Elektronlarni simvolik ${}^0_{-1}e$ yoki β^- ko'rinishda belgilanadi, «0» indeks elektronning massasi atom massasi birligiga nisbatan nazarga olmasa bo'ladigan darajada kichik ekanini bildiradi. Demak, elektronning massa soni 0 ga teng deb olinadi.

Pozitron elektronning antizarrasidan iborat. Uning massasi, spini elektron massasi va spiniga teng, lekin zaryadi musbat. Pozitronni simvolik ${}^0_+e$ yoki β^+ ko'rinishda belgilanadi. Pozitronning ham massa soni 0 ga teng.

Shunday qilib, β^- -yemirilishda yadrodan elektron uchib chiqadi. Natijada yadro zaryadi bir birlikka ortadi, massasi esa amalda o'zgarmay qoladi. Demak, β^- -yemirilishda radioaktiv element massa sonini o'zgartmagani holda atom nomeri bir nomerga katta bo'lgan boshqa elementga aylanadi va elementlar davriy sistemasining oxiriga qarab bir katakka siljiydi:

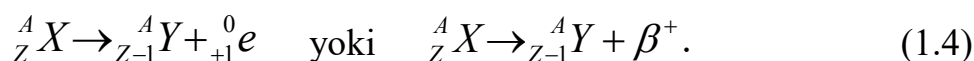


Masalan :

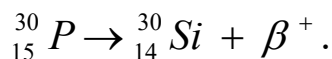


Vismut elementi β^- -yemirilish natijasida poloniy elementiga aylanadi.

β^+ -yemirilishda yadrodan pozitron uchib chiqadi. Natijada yadro zaryadi bir birlik kamayadi, massasi deyarli o'zgarmaydi. Demak, β^+ -yemirilishda radioaktiv element massa sonini o'zgartirmagani holda atom nomeri bir nomerga kichik bo'lgan boshqa elementga aylanadi va elementlar davriy sistemasida oldinga qarab bir katakka siljiydi:



Masalan :



Atom yadrosi nuklonlar - proton va neytronlardan tarkib topgan, unda na elektron va na pozitron bor, shunday ekan, radioaktiv yadrolarda β -yemirilish qanday ro'y beradi, degan savol tug'ilishi mumkin. Haqiqatan ham, atom yadrosining proton-neytron tuzilishi yadrodan β -zarralarning chiqishini inkor etgandek ko'rinadi.

β -yemirilish nazariyasini 1934- yilda italyan fizigi E. Fermi yaratdi. Unda olim elektron va neytrino yadroda nuklonning yemirilishi paytida paydo bo'ladi, deb taxmin qildi. (Neytrino tinchlikdagi massasi nolga teng bo'lgan neytral zarra). Haqiqatan ham, tekshirishlar β -yemirilish proton va neytronlarning o'zaro aylanishi natijasi ekanligini ko'rsatdi. Yadroning β -zarralarni chiqarishi atomning fotonlarni chiqarishiga o'xshaydi. Uyg'otilgan atomda fotonlar bo'lmaydi, lekin atom bir energetik holatdan ikkinchi energetik holatga o'tish jarayonida fotonlar hosil bo'ladi va chiqariladi. Xuddi shuningdek, nuklonlar bir kvant holatdan boshqasiga o'tish jarayonida elektronlar yoki pozitronlar hosil bo'ladi. Masalan, nuklonning neytron holatdan proton holatga o'tishi elektronlarni chiqarish bilan va, aksincha, proton holatdan neytron holatga o'tishi pozitron chiqarish bilan sodir bo'ladi .

1931- yilda Pauli β -yemirilishda β -zarralar bilan birga zaryadi va tinchlikdagi massasi nolga teng bo'lgan zarra — neytrino ham ajralishi kerakligini gipoteza shaklida aytgan. Neytrino nol massali va zaryadsiz bo'lgani uchun katta qalinlikdagi jismlardan o'tib keta oladi, atom yadrosi bilan ta'sirlashishi juda kam ehtimolga ega. Shuning uchun neytrinoni payqash juda qiyin. 1936- yilda ukrainalik fizik A.f. Leypunskiy β -yemirilishda tepki yadrolarning energiyasini o'lchash asosida neytrino haqidagi gipotezani bilvosita tasdiqladi, 1956- yilda amerikalik fiziklar F. Reynes va K. Kouen birgalikda birinchi marta erkin antineytrinoni eksperimental qayd etganlar (antineytrino neytrinoning antizarrasi)

γ -nurlanishda yadroning zaryadi o'zgarmaydi; yadroning massasi esa juda kam o'zgaradi.

Radioaktiv elementlarning davriy sistemadagi siljishini aniqlaydigan $(1.2) \div (1.4)$ qoidalarni siljish qoidalari deb ataladi. Bu qoidalarni 1913- yilda nemis fizik-kimyogari Fayans va undan mustaqil ravishda ingliz radiokimyogari F. Soddi ta'riflab bergan.

1.3. Radioaktiv yemirilish qonuni

Radioaktiv yemirilish element atomlarining asta-sekin kamayishiga olib keladi. Qachon va aynan qaysi atomning emirilishini oldindan aytish mumkin emas, binobarin, radioaktiv emirilish tasodifiy xarakterga ega. Har bir atomning ma'lum vaqt oralig'ida yemirilish ehtimoli to'g'risidagina gapirish mumkin.

Radioaktiv element yemirilish tezligini xarakterlash uchun yarim emirilish davri tushunchasi kiritiladi. Yarim yemirilish davri deb, boshlang'ich element atomlari miqdorining ikki marta kamayishi uchun ketgan vaqtga aytiladi.

Radioaktiv yemirilish qonuni juda sodda. Bu qonunning matematik ifodasini topaylik. $t=0$ bo'lgan boshlang'ich paytda radioaktiv atomlar soni N_0 ga teng bo'lsin. U holda yarim yemirilish davri T o'tgandan keyin bu son $N_0/2$ ga teng bo'lib qoladi. Yana bitta shunday davr o'tgandan keyin bu son:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{N_0}{2} = \frac{N_0}{2^2}$$

ga teng bo'lib qoladi. $t=nT$ o'tganda, ya'ni n ta yarim yemirilish davri o'tgandan keyin qoladigan radioaktiv atomlar soni quyidagiga teng bo'ladi:

$$N = N_0 \frac{1}{2^n}.$$

Lekin $n = \frac{t}{T}$ bo'lganligi uchun :

$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}. \quad (1.5)$$

Bu (1.5) ifoda radioaktiv yemirilishning asosiy qonunidir. Bu qonunni quyidagicha o'zgartiramiz:

$$\frac{N}{N_0} = 2^{-\frac{t}{T}}.$$

So'ngra munosabatning ikki tomonini logariflaymiz :

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\frac{t}{T} \ln 2,$$

bu ifodaga kiruvchi

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T} \quad (1.6)$$

kattalik radioaktiv yemirilish doimiysi deb ataladi.

U yarim yemirilish davriga teskari proporsional bo'lgan kattalik bo'lib, radioaktiv yadroning birlik vaqt ichida yemirilish ehtimolini bildiradi. (1.6) ifodani e'tiborga olib, (1.5) munosabatni quyidagicha yozamiz:

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t.$$

Bu ifodadan, radioaktiv yemirilish qonuni uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}. \quad (1.7)$$

Yarim yemirilish davri turli radioaktiv elementlar uchun turlichadir. Masalan, uran uchun 4,5 mlrd yil, radiy uchun 1600 yil. Yarim yemirilish davri radioaktiv yemirilish tezligini xarakterlovchi asosiy kattalikdir. Bu davr qancha kichik bo'lsa, yemirilish shuncha intensiv bo'ladi. Binobarin, radiyning aktivligi (1 sekundda yemiriladigan atomlar soni) uranning aktivligidan ancha katta ekan.

Yarim yemirilish davri moddaning massasiga bog'liq emas. Bir gramm moddadagi atomlarning yarmi qancha vaqt ichida yemirilsa, 1 kilogramm, 1 tonna va ixtiyoriy boshqa massali modda atomlarining yarmi ham shuncha vaqt ichida yemiriladi.

Bundan tashqari muayyan radioaktiv elementning yarim yemirilish davri bu elementning kimyoviy jihatdan sof yoki boshqa elementlar bilan birikma sifatida olinganiga bog'liq bo'lmasligi tajribada aniqlangan.

Ayni radioaktiv moddaning yarim yemirilish davri o'zgarmas kattalik ekanligini va uning qiymatini hech qanday tashqi ta'sir (past va yuqori temperatura, bosim, magnit maydoni va hokazo) o'zragtira olmasligini ko'pgina tajribalar ko'rsatadi. Yarim yemirilish davrining tashqi sharoitga bog'liq emasligi radioaktiv yemirilish atom yadrolarining xossalari ekanligini bildiradi, odatdagi yer sharoitidagi ta'sirlarning energiyasi esa atom yadrolarini o'zgartirish uchun yetarli emas.

Radioaktiv yemirilish doimiysiga teskari bo'lgan

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \quad (1.8)$$

kattalikni radioaktiv izotopning o'rtacha yashash vaqti deb ataladi. Radioaktiv yemirilish qonuniga ko'ra $t=\tau$ vaqt o'tgandan so'ng quyidagicha bo'ladi:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\lambda \tau} = N_0 e^{-\lambda \frac{1}{\lambda}} = \frac{N_0}{e}.$$

Demak, radioaktiv yemirilish tufayli boshlang'ich radioaktiv yadrolar sonining e marta kamayishi uchun ketgan vaqt radioaktiv izotopning o'rtacha yashash vaqtiga teng ekan. (1.6) va (1.8) formulalardan

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{T}{0,693} = 1,44T \quad (1.9)$$

ekanligi kelib chiqadi, ya'ni o'rtacha yashash vaqti τ yarim yemirilish davri T dan taxminan 1,5 marta katta ekan.

Radioaktiv yemirilishda paydo bo'ladigan yangi yadrolar, o'z navbatida, radioaktiv bo'lishi mumkin. Shuning uchun radioaktiv yemirilish jarayoni radioaktiv aylanishlar zanjirini hosil qiladi, bu zanjir bilan bog'langan yadrolar radioaktiv qator yoki radioaktiv oila deb ataladi.

Hozirgi vaqtda tabiiy radioaktiv yadrolar uchta, sun'iy radioaktiv yadrolar esa bitta oilani tashkil qiladi? Ularning har biri stabil yadro bilan tugallanadi:

1. Uran-radiy oilasi uran $^{238}_{92}\text{U}$ izotopidan boshlanadi va qo'rg'oshinning stabil $^{206}_{82}\text{Pb}$ izotopi bilan tugallanadi.
2. Aktiniy oilasi aktinouran $^{235}_{92}\text{U}$ izotopidan boshlanadi va qo'rg'oshinning stabil $^{208}_{82}\text{Pb}$ izotopi bilan tugallanadi.
3. Toriy oilasi toriy $^{232}_{90}\text{Th}$ izotopidan boshlanadi va qo'rg'oshinning stabil $^{208}_{82}\text{Pb}$ izotopi bilan tugallanadi.
4. Neptuniy oilasi (sun'iy radioaktiv oila) neptuniy $^{237}_{93}\text{Np}$ izotopidan boshlanadi va vismutning $^{209}_{83}\text{Bi}$ stabil izotopi bilan yakunlanadi.

$$T = \frac{0,693 \cdot t \cdot \lg e}{\lg \frac{N_0}{N_0 - \Delta N}}. \quad (1.10)$$

Hisoblash :

$$T = \frac{0,693 \cdot 8,64 \cdot 10^4 \text{ s} \cdot \lg 2,72}{\lg \frac{10^6}{10^6 - 1,75 \cdot 10^5}} = \frac{0,693 \cdot 8,64 \cdot 10^4 \cdot 0,43 \text{ s}}{\lg \frac{1}{0,825}} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ s}.$$

1.4. Zarralarni kuzatish va qayd qilish usullari

Atom yadrolarini va yadrodag i ichki jarayonlarni o'rganishda juda ham kichik zarralar (elektronlar, protonlar, α -zarralar: mezonlar, γ -kvantlar va hokazolar) bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi. Hozir fiziklar ixtiyorida bu zarralarni sezish va ularning modda bilan bo'lgan o'zaro ta'sirini tekshirishning ko'p usullari mavjud.

Zaryadli zarralar modda orqali o'tganda qoldiradigan izlari tufayli ularni kuzatish mumkin. Izlarning xarakteri zarra zaryadining ishorasi, uning energiyasi, impulsi va shunga o'xshash fizik kattaliklarni baholashga imkon beradi. Zaryadli zarralar o'z yo'lida uchragan molekulalarni ionlashtiradi.

Neytral zarralar iz qoldirmaydi, lekin ular yemirilib zaryadli zarralar hosil qilish paytida yoki biror yadro bilan to'qnashish paytida seziladi. Demak, neytral zarralar ham o'zlari hosil qilgan zaryadli zarralarning ionlashtirish ta'siri orqali seziladi.

Zaryadli zarralar tezlatkichlarda, yadro reaktorlarida o'tkaziladigan eksperimental tadqiqotlarda, kosmik nurlarni o'rganishda, shuningdek, dozimetriya, radiometriya va hokazo sohalarda zarralarni kuzatish va qayd etish uchun detektorlar (lotincha detektor — ochmoq, oshkor qilmoq) deb ataladigan asboblari ishlatiladi. Ularning ba'zilar bilan tanishib chiqaylik.

1. Sintillatsiya (chaqnash) usuli. Bu usul radioaktiv nurlanish natijasida chiqqan zarralar ta'sirida moddaning chaqnab (sintillatsiyalar) yorug'lik chiqarishiga asoslangan. Tajriba ko'rsatadiki, agar yupqa rux sulfid qatlami bilan qoplangan E ekranga igna uchiga joylashtirilgan R radioaktiv moddadan chiqqan zarra kelib

urilsa, ekranda L lupa orqali ko'rib bo'ladigan yorug'likning chaqnashi vujudga keladi (1.2 - rasm). Bu chaqnashlar sitillatsiyalar deb ataladi. Shunday chaqnashlar soniga qarab, radioaktiv moddaning ma'lum vaqt ichida, masalan, nechta α - zarra chiqarishini aniqlash mumkin. 1.2 - rasmda shunday chaqnashlarni kuzatish imkonini beradigan asbob — sintariskopning tuzilishi ko'rsatilgan.

Bu usul bilan yengil zarralar (masalan, β -zarralar)ni kuzatish qiyin, chunki ularning massasi va kinetik energiyasi juda kichik bo'lgani uchun ekranda juda kuchsiz nurlanish hosil qiladi.

2. Ionlashish schyotchigi harakatlanayotgan zaryadli zarraning gaz molekulalari va atomlarini ionlashtirishiga asoslangan.

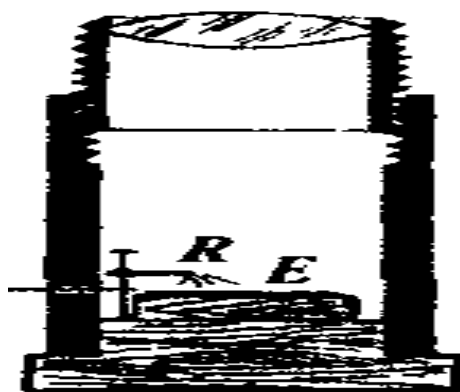
Ionlashish schyotchigining eng ko'p tarqalgan turi Geyger schyotchigi bo'lib, uning sxemasi 1.3-rasmda ko'rsatilgan. Geyger schyotchigi ichki tomoni metall qatlami (katod) bilan qoplangan shisha ballon va ballonning o'qi bo'ylab tortilgan ingichka metall tola (anod)dan iborat. Shisha ballon S past bosim sharoitida gaz bilan to'ldiriladi. Buni silindrik kondensator deb qarash mumkin. Kondensatorga V batareyadan R qarshilik orqali kuchlanish beriladi.

Agar kondensatorga zaryadlangan zarra uchib kirs, gaz molekulalarini ionlashtirib, gaz razryadini vujudga keltiradi.

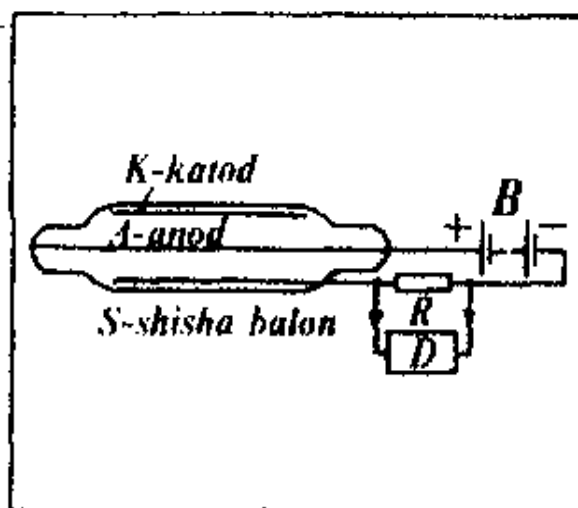
Natijada schyotchik orqali tok o'ta boshlaydi va R qarshilik bo'ylab potensial kamayadi. Kuchlanishning bunday tebranishi D kuchaytirgich va mexanik hisoblagichdan iborat qayd qiluvchi qurilmaga uzatiladi.

Shunday qilib, Geyger schyotchigi har bir ionlashtiruvchi zarrani qayd qiladi. Uning sezgirliги katta bo'lib, sekundiga 10000 zarrani qayd qila oladi.

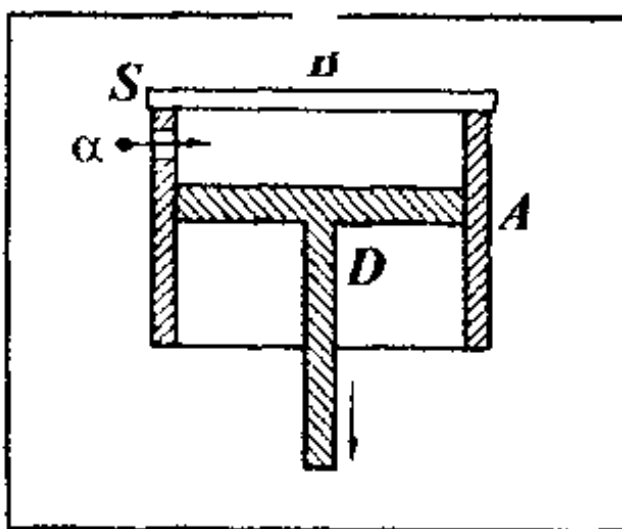
3. Vilson kamerasi havoda uchib o'tayotgan zarra hosil qiladigan ionlarning o'ta to'yingan bug' uchun kondensatsiya markazi bolib qolishiga asoslangan. Bu kamerani 1912- yilda ingliz fizigi Vilson ixtiro qilgan. O'ta to'yingan bug' odatdagi sharoitlarda kondensatsiya boshlanadigan temperaturadan past temperaturali bug'dir. Bu holat chang zarralari va ionlari bo'lmagan bug'lardagina bo'ladigan beqaror holatdir.



1.2-rasm. Chaqnashlarni kuzatish imkonini beradigan asbob — sintariskopning tuzilishi.



1.3-rasm. Geyger schyotchigining sxemasi



1.4-rasm. Vilson kamerasing tuzilishi

1.4- rasmda tasvirlangan: u A silindr, germetik yopilgan V shisha qopqoq va harakatlanuvchi D porshendan iborat. Kameraning ichida suv yoki spinning to'yintiruvchi bug'i bor.

Porshen pastga juda tez tushirilganda, kameraning ishchi hajmidagi (porshen ustidagi) havo adiabatik kengayadi va soviydi. Bunda havoning tarkibidagi suv bug'i o'ta to'yingan holatga o'tadi va kameraga silindr devorining S darchasidan uchib kirgan zarra (masalan, α -zarra) hosil qilgan ionlarda kondensatsiyalanadi. Zarraning butun yo'lini suv tomchilari qoplaydi. Bu yo'l (ya'ni, zarraning qoldirgan izi) treklar deb ataladi. Kameraning ishchi hajmini yoritib, izlarni kuzatish yoki fotosuratga olish mumkin.

Vilson kamerasidagi izlar beradigan axborot schyotchiklardagidan ancha to'laroq bo'ladi. Izning uzunligiga qarab, zarraning energiyasini aniqlash, izning uzunlik birligidagi tomchilar soniga qarab, zarraning tezligini aniqlash mumkin. Umuman, izning ko'rinishiga qarab, ionlashtiruvchi zarraning tabiati to'g'risida fikr yuritish mumkin bo'ladi. Masalan, elektronning izi α -zarranikidan ingichkaroq va uzunroq bo'ladi.

1924- yilda rus fiziklari P.L. Kapitsa va D.V. Skobelsin kuchli magnit maydonga joylashtirilgan Vilson kamerasi yordamida zarralarni tekshirish usulini ishlab chiqdilar.

Bu holda zarra zaryadga ega bo'lgani sababli izlar egri bo'ladi. Ularning egilish yo'nalishiga va egrilik radiusiga qarab ionlashtiruvchi zarralarning massasini, zaryadini va tezligini aniqlash mumkin bo'ladi.

4. Pufakli kamera o'ta isitilgan suyuqlik ichida zaryadli zarra harakatlanganda hosil bo'ladigan ionlar ustida bug' pufakchalari paydo bo'lishiga asoslangan. Bu usul 1952- yilda amerikalik fizik D. Gleyzer tomonidan ixtiro qilingan.

Boshlang'ich holatda kameradagi suyuqlik yuqori bosim ostida bo'ladi, shuning uchun suyuqlikning temperaturasi atmosfera bosimidagi qaynash temperaturasidan yuqori bo'lsada, u qaynab ketmaydi.

Tekshirilayotgan zarra kameradan uchib o'tishida suyuqlik molekulalarini ionlashtiradi. Xuddi shu vaqtda suyuqlikning bosimi kengaytiruvchi qurilma yordamida keskin pasaytiriladi. Suyuqlik o'ta isitilgan holatga o'tadi va qaynaydi. Bu vaqtda ionlarda juda kichik bug' pufakchalari paydo bo'ladi. Shuning uchun zarraning butun yo'li pufakchalar bilan qoplangan bo'ladi. Kamerani yoritib, izlarni kuzatish yoki fotosuratga olish mumkin.

Pufakli kamerada suyuqlik sifatida efir, suyuq vodorod, propan va boshqalar ishlatiladi.

Pufakli kameraning Vilson kamerasidan afzalligi, unda ishchi modda zichligining katta bo'lishidadir. Shuning natijasida zarralar kuchli tormozlanadi va nisbatan qisqa yo'lni o'tib to'xtaydi. Shu sababli pufakli kamera yordamida juda katta energiyali zarralarni ham tekshirish mumkin (bunday zarra Vilson kamerasidan juda tez o'tib ketib, tugamagan izni bergan bo'lardi).

5. Qalin qatlamli fotoemulsiya usuli. Bu usul zaryadlangan zarra mayda donali fotoemulsiya qatlamiga tushganda unda o'z yo'lining yashirin izini qoldirishiga asoslangan. Bu usul 1926-1929- yillarda L.V. Misovskiy, A.P. Jdanovlar tomonidan ixtiro qilingan. Fotoemulsiya bo'lib kumush bromid (AgBr)ning mayda kristallari bo'lgan jelatin qatlami xizmat qiladi. Uning qalinligi 1 mm ga yaqin.

Tez harakatlanayotgan zaryadli zarra kristallga kirib, kumush bromidning ayrim molekulalarini parchalaydi. Bunday kristallar zanjiri yashirin tasvir hosil qiladi. Ularni ochiltirganda kristallarda kumush metalli qayta tiklanadi va kumush donalarining zanjiri zarra izini hosil qiladi. Izning uzunligi va yo'g'onligiga qarab zarraning energiyasi va massasini aniqlash mumkin.

Fotoemulsiyaning zichligi katta bo'lishi tufayli izlar juda qisqa bo'ladi, biroq ularni kattalashtirish va suratga olish mumkin.

Fotoemulsiyalarning afzalligi ularda ta'sirning uzluksiz va yig'indi xarakterda bo'lishidadir. Bu hol noyob hodisalarni qayd qilishga imkon beradi.

Yuqorida qarab chiqilgan usullar yordamida faqat zaryadlangan zarralarnigina bevosita kuzatish mumkin. Neytral zarralarni bevosita kuzatib bo'lmaydi, chunki ular modda atomlarini ionlashtirmaydi, binobarin, trek hosil qilmaydi.

Neytral zarralarning massasi, tezligi va energiyasi to'g'risidagi ma'lumotlarni bu zarralarning zaryadlangan zarralarga ta'siri xarakterini o'rganish asosida olinadi. Bunday hisoblashlarda energiya va impulsning saqlanish qonunidan foydalaniladi.

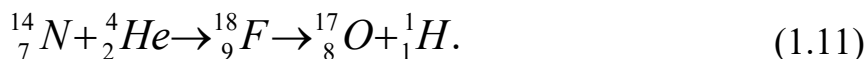
1.5. Yadro reaksiyalari.

Tabiiy radioaktivlikni o'rganish shuni ko'rsatadiki, bir kimyoviy elementni boshqa kimyoviy elementga aylanishi yadrodag i ichki jarayonlar, ya'ni atom yadrolari ichida ro'y beradigan o'zgarishlar sababli bo'ladi. Shu munosabat bilan atom yadrolariga ta'sir qilib, bir kimyoviy elementni boshqalariga sun'iy aylantirish uchun urinib ko'rildi. Bunday ta'sirning effektiv vositasi atom yadrolarini katta (bir necha milliondan o'n milliard elektron-voltlargacha) energiyali zarralar bilan bombardimon qilishdir.

Atom yadrolarining katta tezlik bilan harakatlanayotgan elementar zarralar (yoki boshqa atomlarning yadrolari) ta'sirida o'zgarish jarayoni yadro reaksiyasi deb ataladi. Reaksiyaga kirishuvchi zarralar bir-biriga 10^{-15} m tartibidagi masofaga yaqinlashganda ular orasida yadro kuchlari tufayli ta'sir yuzaga keladi. Yadro reaksiyalarini yuzaga keltirishda α -zarralar (geliy yadrolari), protonlar (yengil vodorod yadrolari), deytronlar (massa soni ikkiga teng bo'lgan og'ir vodorod yadrolari) va neytronlardan foydalaniladi. Katta energiyali zaryadli zarralar hosil qilish uchun maxsus qurilmalar, masalan, siklotron ishlatiladi.

Birinchi sun'iy yadro reaksiyasini 1919- yilda Rezerford amalga oshirgan. U azot atomlarini radiy chiqarayotgan α -zarralar bilan bombardimon qilganda azot atomlarining bir qancha yadrolari tez harakatlanuvchi protonlar chiqarib yemirilishini payqadi, bunday yadro reaksiyasi natijasida kislorod hosil bo'ladi. Reaksiya azot bilan to'ldirilgan Vilson kamerasida o'tkazildi. Bu reaksiya quyidagicha bo'ladi: α -zarra (geliy ${}^4_2\text{He}$ izotopi yadrosi) azot ${}^{14}_7\text{N}$ atomi yadrosi

ichiga kiradi va yutiladi. Bu vaqtda yadrosi barqaror bo'lmagan oraliq yadro-ftor $^{18}_9\text{F}$ izotopi hosil bo'ladi. U darhol o'zidan yengil vodorod yadrosi ^1_1H (proton)ni chiqarib, kislorod $^{17}_8\text{O}$ izotopi yadrosiga aylanadi. Bu yadro reaksiyasini quyidagicha yozish mumkin:



Shunday qilib, Rezerford tajribasi yadro reaksiyalarini sun'iy ravishda amalga oshirish imkoni borligini tasdiqladi va shu bilan birga protonlar atom yadrolari tarkibiga kirishini hamda uni ajratish (urib chiqarish) mumkinligini ko'rsatdi.

1932- yilda ingliz fizigi Chedvik yadro reaksiyasini amalga oshirib, butun yadro fizikasida muhim rol o'ynagan yangi zarra — neytronni kashf etdi.

Neytronning kashf etilish tarixi quyidagicha.

1920- yilda birinchi bo'lib Rezerford atom yadrosida uni og'irlashtiruvchi yana qandaydir noma'lum zarralar mavjud, degan g'oyani ilgari suradi. 1930- yilda nemis fiziklari V. Bote va G. Bekker Berilliy Be ni α -zarralar bilan bombardimon qilib, kuchli o'tuvchanlik qobiliyatiga ega nurlanish chiqarilishini kuzatishadi.

Bu nurlanishga qattiq γ -nurlanish kabi elektromagnit to'lqinlarning yangi turi deb qarashadi.

Bote-Bekker nurlanishi bilan fransuz fiziklari Iren Jolio-Kyuri va Frederik Jolio-Kyurilar qiziqib qoladi. Ular bu nurlanishni tarkibida qo'rg'oshin va vodorod bo'lgan modda (masalan, parafin) orqali o'tkazishga qaror qilishadi va juda qiziq natija olishadi: yengil parafin qopqoq og'ir qo'rg'oshin qopqoqdan farqli o'laroq, o'zidan Bote-Bekker nurlanishini o'tkazmaydi, lekin parafindan nurlanish yo'nalishida protonlar uchib chiqadi. Jolio-Kyurilar protonlar parafindagi vodorod atomi bilan yuqori energiyali fotonlarning to'qnashishi natijasida yuzaga keladigan tepki yadrolar bo'lsa kerak, degan fikrga kelishadi.

1932- yil 18- yanvarda Parij akademiyasining majlisida bu haqda bergan ma'lumotlarini «... Shunday qilib, ushbu tajribalardan shu narsa ma'lumki, yuqori chastotali elektromagnit nurlanish vodorodi bor moddalardan protonlarni ajratib

chiqarish va ularga katta tezliklar berish xususiyatiga ega ekan», degan so'zlar bilan yakunlashadi.

Bir qarashda hodisa tushunarliga o'xshab ko'rinar edi. Lekin, shu bilan birga, ko'p narsa tushunarsiz edi. Masalan, katta energiyali bunday fotonlar qayoqdan olinadi? Nima uchun o'z energiyalarini protonlarga berayotgan fotonlar o'sha vaqtda qo'rg'oshin atomlari bilan o'zaro ta'sirlashmaydi?

Bu tajriba natijalari bilan ingliz fizigi J. Chedvig qiziqib qoladi. Darhol u tajribalar o'tkazadi, o'lchashlarni amalga oshiradi. Jolio-Kyurilar o'tkazgan tajribalarni takrorlaydi va tekshiradi. Chedvig eksperimental qurilmasining sxemasi 1.5- rasmda keltirilgan. 1 vakuumli kamerada sirtiga α -zarralar manbayi bo'lgan poloniy Po surtilgan D disk o'rnatilgan. Poloniydan nurlangan α -zarralar bilan berilliy Be plastinkasi bombardimon qilinganda, berilliy yadrosi α -zarrani o'ziga qo'shib oladi va neytronni chiqarib, uglerod yadrosiga aylanadi:



Hosil bo'lgan neytronlar kameraning yupqa devoridan va Pb qo'rg'oshin plastinkadan o'tib, paraffin qopqoqqa tushadi va unda sekinlashadi. Paraffin qopqoqdan chiqqan tepki yadrolar — protonlar 2 ionizatsion kameraga tushadi va kamera to'ldirilgan gaz atomlarini ionlashtiradi. Hosil bo'lgan zaryadli zarralar tegishli elektrodlanga so'rilib, ionizatsion kamera zanjirida tok impulsini yuzaga keltiradi.

Tok impulsini kuchaytirilib, ossilloqrafga uzatiladi. Kuzatilayotgan tok impulsining intensivligini o'lchab, Chedvig turli tepki yadrolarning energiyasini aniqlaydi so'ngra bu energiyalarni bir-biri bilan taqqoslab, xulosa chiqaradi.

Jolio-Kyurilar bergan axborotdan 5 hafta o'tgandan so'ng, ya'ni 1932- yil 27-fevralda Chedvig Parij akademiyasining majlisida o'z tajribalarining natijalari haqida quyidagi mazmunda xabar beradi: «Bote-Bekker nurlanishi umuman elektromagnit nurlanish emas, balki elementar zarralarning yangi turi — massasi

proton massasiga taxminan teng neytral zarralar oqimidan iboratdir». Bu zarrani neytron deb ataldi. Shunday qilib, neytron kashf etildi.

Yadrolarni bombardimon qiluvchi eng qulay zarra – neytrondir, chunki u neytral zarra bo'lganligi uchun nishon yadroga bimalol yaqin kela oladi. Binobarin, yadro reaksiyalarini amalga oshirishda neytronlardan foydalanish yaxshi samara beradi.

1.6. Sun'iy radioaktivlik.

Sun'iy radioaktivlik hodisasini 1934- yilda fransuz fiziklari Iren va Frederik Jolio-Kyurilar kashf qilishgan. Ular yad-rolarning parchalanishini o'rganish jarayonida ko'p hollarda parchalanish mahsulotlari radioaktiv xossaga ega ekanligini aniqlaganlar. Yadro reaksiyalari natijasida hosil bo'ladigan radioaktiv moddalar sun'iy radioaktiv moddalar deb, hodisa esa sun'iy radioaktivlik deb ataladi.

Sun'iy radioaktiv moddalar turli yadro reaksiyalarida hosil bo'lishi mumkin. Masalan, kumushning $^{107}_{47}\text{Ag}$ barqaror izotopini neytronlar bilan bombardimon qilinganda uning yarim yemirilish davri $T=2,3$ minut bo'lgan $^{108}_{47}\text{Ag}$ radioaktiv izotopi hosil bo'ladi va γ -nurlari chiqadi:



Kumushning $^{108}_{47}\text{Ag}$ izotopi (β -radioaktiv xossaga ega bo'lib, u o'zidan elektronni va neytrinoni chiqaradi hamda kadmiyning $^{108}_{48}\text{Cd}$ barqaror izotopiga aylanadi:



Reaksiya natijasida hosil bo'lgan fosforning $^{30}_{15}\text{P}$ radioaktiv izotopi (yarim yemirilish davri 2,5 minutga teng) o'zidan pozitron va neytrinoni chiqarib, kremniyning barqaror $^{30}_{14}\text{Si}$ izotopiga aylanadi:



Yadro reaksiyalarida barcha saqlanish qonunlari, jumladan, elektr zaryadi va massa sonining saqlanish qonunlari bajariladi.

Elektr zaryadining saqlanish qonuni: reaksiyaga kirishgan yadro va zarralar elektr zaryadlarining yig'indisi reaksiya natijasida hosil bo'lgan yadro va zarralar elektr zaryadlarining yig'indisiga teng bo'ladi.

Massa sonining saqlanish qonuni: reaksiyaga kirishayotgan yadro va zarralar massa sonlarining yig'indisi reaksiyadan so'ng hosil bo'lgan yadro va zarralar massa sonlarining yig'indisiga teng bo'ladi.

Agar quyidagi:



reaksiya sodir bo'lgan bo'lsa, u holda yuqorida ta'riflangan saqlanish qonunlariga binoan $Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4$ va $A_1 + A_2 = A_3 + A_4$ bo'ladi. Masalan, Jolio-Kyurilar amalga oshirgan yadro reaksiyalaridan biri quyidagicha edi:



Bu reaksiyada $Z = 12$, $Z = 2$, $Z = 14$, $Z_4 = 0$, demak, $12 + 2 = 14 + 0$ yoki $14 = 14$. Shuningdek, $A = 24$, $A = 4$, $A = 27$, $A = 1$, demak, $24 + 4 = 27 + 1$ yoki $28 = 28$.

1.7. Yadrolarning bo'linishi.

Turli izotoplarning protonlar, deytronlar va neytronlar ta'sirida bo'ladigan yadro reaksiyalarini o'rganish hamda shu maqsadda o'tkazilgan juda ko'p tajribalar fan uchun g'oyat qimmatli natijalar berdi. 1938—1939- yillarda bir qancha olimlar (Germaniyada O. Gan va F. Shtrassman, Italiyada E. Fermi, Fransiyada er-xotin Jolio-Kyurilar)ning ishlari tufayli neytronlar bilan bombardimon qilinayotgan uran yadrosining bo'linish reaksiyasi kashf qilindi.

Og'ir yadroni neytronlar bilan bombardimon qilinishi natijasida yadroning taxminan ikkita bir xil bo'lakka va boshqa zarralarga yemirilish jarayoniga og'ir yadrolarning bo'linishi deyiladi.

Atom yadrosining bo'linish jarayonini N.Bor tavsiya qilgan yadroning tomchi modeli asosida quyidagicha tushuntirish mumkin.

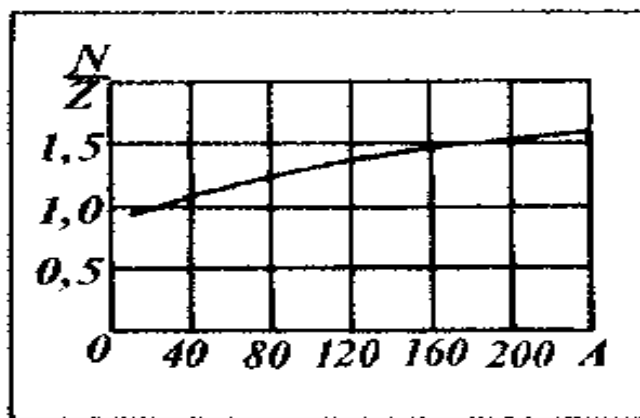
Uran ${}_{92}^{235}\text{U}$ yadrosi bitta neytronni qamrab olib, uran ${}_{92}^{236}\text{U}$ izotopiga aylanadi



Neytronni yutib olgan yangi uran izotopi uyg'ongan va kuchli deformatsiyalangan holatga o'tadi. Uning hajmi o'zgarmaydi, chunki «yadro suyuqligi» amalda siqilmaydi. Bunda yadroning sirti va demak, sirt energiyasi ortadi. Agar yadroga kelib tushgan neytronning energiyasi uncha katta bo'lmasa, u vaqtda yadro u fotonlar yoki neytron chiqarish yo'li bilan ortiqcha energiyasidan ozod bo'lilib, dastlabki holatiga qaytadi. Agar neytronning energiyasi yetarlicha katta bo'lsa, u vaqtda yadroda ikkiga bo'linayotgan suyuqlik tomchisining ikki qismi orasidagi cho'zilishga o'xshash cho'zilish paydo bo'ladi. Cho'zilayotgan yadroning juda ingichka qismida ta'sir qilayotgan yadro kuchlari endilikda yadroning bir xil ishorali zaryadlangan qismlarining kulon itarishish kuchlariga qarshi tura olmaydi. Natijada cho'zilgan yadro uziladi va qarama-qarshi tomonga katta tezlik bilan harakatlanuvchi ikkita bo'lakka ajraladi, bu bo'laklarni bo'linish parchalari deb ataladi.

O'rtacha massali yadrolarda bitta nuklonga to'g'ri keluvchi bog'lanish energiyasi og'ir yadrolardagidan ancha ko'p. Bundan yadrolar bo'linganda katta energiya ajralib chiqishi kerak, degan xulosa kelib chiqadi.

Barqaror yadrolarda neytronlar soni protonlar soniga nisbatan aniq bir qiymatga ega bo'ladi. Yengil yadrolarda bu nisbat birga yaqin. Yadrodagi nuklonlar soni orta borishi bilan neytronlar sonining protonlar soniga nisbati ham ortadi (1.5- rasm, unda abssissa o'qiga massa soni A , ordinata o'qiga $\frac{N}{Z}$ – nisbat qo'yilgan). Masalan, uran uchun bu nisbat 1,6 ga yetadi.



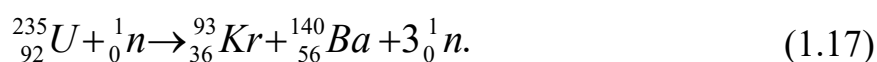
1.5- rasm. Massa sonini $\frac{N}{Z}$ nisbatga bog'liqligi

Og'ir yadrolarda neytronlarning $\frac{N}{Z}$ —nisbiy soni o'rtacha massali yadrolardagiga qaraganda sezilarli darajada ko'p bo'lgani uchun bo'linish parchalarida neytronlar ko'proq bo'lib, natijada ular 2—3 tadan neytron ajratib chiqaradi.

Neytronlarning ko'pchiligi bir onda (10^{-14} sekunddan kichik vaqt ichida) ajralib chiqadi, ularni oniy neytronlar deb ataladi. Neytronlarning bir qismi bir onda emas, balki 0,05 sekunddan 1 minutgacha kechikib chiqadi, ular kechikkan neytronlar deb ataladi va ular juda ham oz miqdorda bo'ladi.

Oniy neytronlarning energiyasi noldan taxminan 10 MeV oralig'ida yotadi, ularning ko'pchiligi 1—2 MeV energiyaga ega. Energiyasi 1,5 MeV dan katta bo'lgan neytronlar tez neytronlar, energiyasi 1,5 MeV dan kichik neytronlar sekin neytronlar deb ataladi. Energiyasi 0,025 eV bo'lgan neytronlar esa issiq neytronlar deb ataladi.

Og'ir yadrolarning bo'linish mahsulotlari turli-tumandir, ularning massa sonlari 70 dan 160 gacha oraliqda bo'ladi. Ammo massalar nisbati 2:3 kabi bo'lgan parchalarga bo'linish ehtimoli eng ko'p. Bunday bo'linishga uranning ^{235}U izotopi yadrosining uchta neytron chiqarib, kripton Kr va bariy Ba izotoplari yadrolariga yemirilishi misol bola oladi:



Oniy va kechikkan neytronlar ajralib chiqqaniga qaramay, bo'linish parchalarida neytronlar ortiq bo'laveradi. Shuning uchun parchalarning ko'pchiligi radioaktiv bo'lib, ularda (3 yemirilish reaksiyalari yuz beradi, bunda γ -nurlar chiqadi.

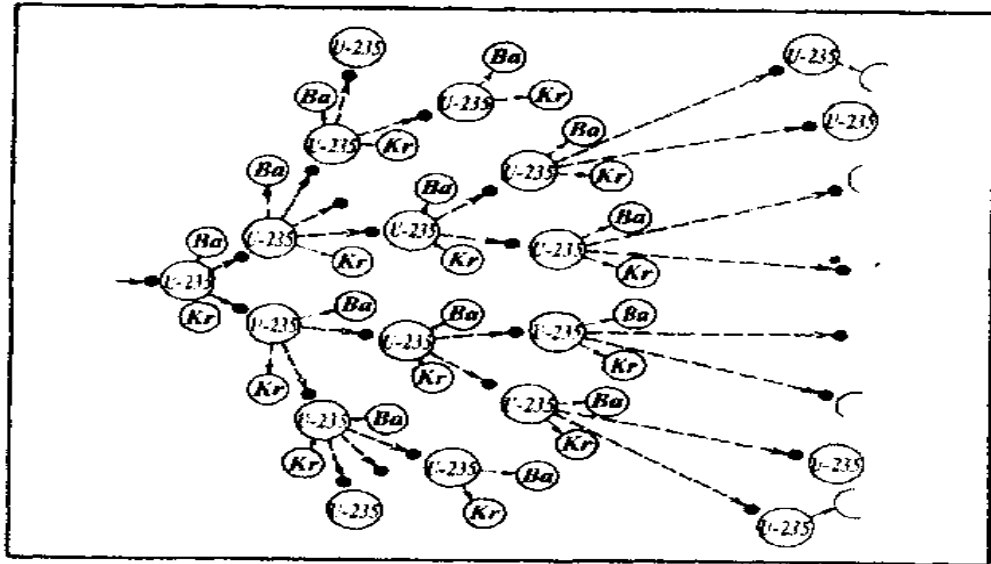
1.8. Zanjir yadro reaksiyasi.

1940- yilda rus olimlari G.N. Flerov va K.A. Petrjak uran yadrolarining parchalarga o'z-o'zidan bo'linishini, ya'ni spontan bo'linishini topgan. Biroq bunday bo'linishning tezligi juda kichik, chunki $^{235}_{92}\text{U}$ izotopi yadrolarining yarim yemirilish davri 10^{15} yilga teng.

Har bir yadro bo'linganda 2-3 ta neytron chiqishi, ayniqsa, muhim ahamiyatga ega, chunki bu neytronlar uran massasida o'z-o'zidan davom etadigan reaksiyani amalga oshirishga imkoniyat yaratib beradi. Haqiqatan ham, ajratib chiqarilgan 2-3 ta neytrondan har biri atom yadrosiga tushishi mumkin, bunda ham ikkita bo'linish parchasi hosil bo'ladi va 2-3 ta neytron ajralib chiqadi, bu neytronlar ham yana bolinishga va neytronlar ajralib chiqishiga sabab bo'ladi va hokazo.

Aktiv neytronlar va reaksiyaga kiruvchi yadrolar soni geometrik progressiya bo'yicha o'sib borishini sezish qiyin emas, shuning uchun butun moddada tobora avj oluvchi yadro reaksiyasi yuz beradi (1.6-rasm). Bu reaksiya zanjir yadro reaksiyasi deb ataladi. Yadrolarning bo'linishida hosil bo'lgan neytronlarning ta'siri ostida ro'y beradigan boshqa yadrolarning quyunimon bo'linish jarayoniga zanjir yadro reaksiyasi deyiladi.

Uranning har bir yadrosining bo'linishidan paydo bo'ladigan neytronlarning hammasi ham boshqa yadrolarning bo'linishiga sabab bo'lavermaydi. Neytronlarning bir qismini yadro yoqilg'isidagi bo'linmaydigan yoki qiyin bo'linadigan aralashma yadrolari o'ziga qo'shib olishi mumkin, neytronlarning yana bir qismini yoqilg'i material hajmi sirtidan uning boshqa yadrolari bilan to'qnashmay chiqib ketishi mumkin. Zanjir reaksiyada aktiv ishtirok qiluvchi neytronlar sonini kamaytiradigan sabablar ham mavjud.



1.6-rasm. Zanjir yadro reaksiyasi

Zanjir reaksiyaning kuchayishi neytronlarning ko'payish koeffitsiyenti k bilan xarakterlanadi. Bu koeffitsiyent reaksiyaning birorta bosqichida yadrolarning bo'linishini vujudga keltiradigan neytronlar soni N_1 ning bundan avvalgi bosqichda bo'linishini vujudga keltirgan neytronlar soni N_{i-1} ga nisbati bilan o'lchanadi:

$$k = \frac{N_1}{N_{i-1}}. \quad (1.18)$$

Masalan, 1.6-rasmda tasvirlangan zanjir reaksiyada neytronlarning ko'payish koeffitsiyenti :

$$k = \frac{4}{2} = \frac{8}{4} = 2$$

ga teng bo'ladi.

Neytronlarning ko'payish koeffitsiyenti bo'linayotgan moddaning tabiati va miqdoriga hamda egallagan hajmining geometrik shakliga bog'liq bo'ladi.

Berilgan modda biror miqdorining hajmi shar shaklida bo'lganda neytronlarning ko'payish koeffitsiyenti eng katta qiymatga ega, chunki bu holda hajmning sirti orqali oniy neytronlarni yo'qotish eng kam bo'ladi.

Zanjir reaksiya neytronlarning ko'payish koeffitsiyenti birga teng bo'lgan holatda boradigan bo'linuvchi modda massasiga berilgan moddaning kritik massasi deyiladi. Masalan, sof $^{235}_{92}\text{U}$ uchun kritik massa taxminan 40 kg.

Agar yadro yoqilg'isining massasi kritik massadan oz bo'lsa, u vaqtda bo'linish reaksiyasi asta-sekin so'nadi. Agar yoqilg'i massasi kritik massaga teng bo'lsa, u vaqtda $k=1$ va zanjir reaksiya o'zgarmas intensivlik bilan boradi. Agar yoqilg'i massasi kritik massadan katta bo'lsa, bu holda zanjir reaksiya boshqarib bo'lmaydigan darajada avj oladi va portlash ro'y beradi. Atom bombasida ana shunday reaksiya ketadi.

1.9. Yadro energiyasini olish.

Uran $^{235}_{92}\text{U}$ yadrosining bo'linishida chiqadigan energiyani bevosita o'lchash natijalari shuni ko'rsatdiki, har bir yadro bo'linganda taxminan 200 MeV energiya ajraladi. Boshqa hech qanday (yadroning bo'linishi bilan bog'liq bo'lmagan) yadro reaksiyasida bunchalik katta energiya ajralib chiqmaydi. Ajralib chiqqan energiyaning katta qismi ($\sim 80\%$) parchalarning kinetik energiyasi ko'rinishida ajraladi, qolgan (20%) qismi esa parchalarning radioaktiv nurlanishiga va neytronlarning kinetik energiyalariga to'g'ri keladi.

Agar yadroning bo'linishini hosil qiladigan neytronlarning energiyasi (ya'ni, sarf qilingan energiya) $7\div 10$ MeV dan ortmasligini e'tiborga olsak, yadrosi bo'linadigan materiallar juda katta energiya manbayi bo'lib xizmat qila oladi. Masalan, 1 kg $^{235}_{92}\text{U}$ da bo'lgan barcha yadrolarning bo'linishida ajraladigan energiya taxminan $2,3\cdot 10^7$ kW-soatga teng.

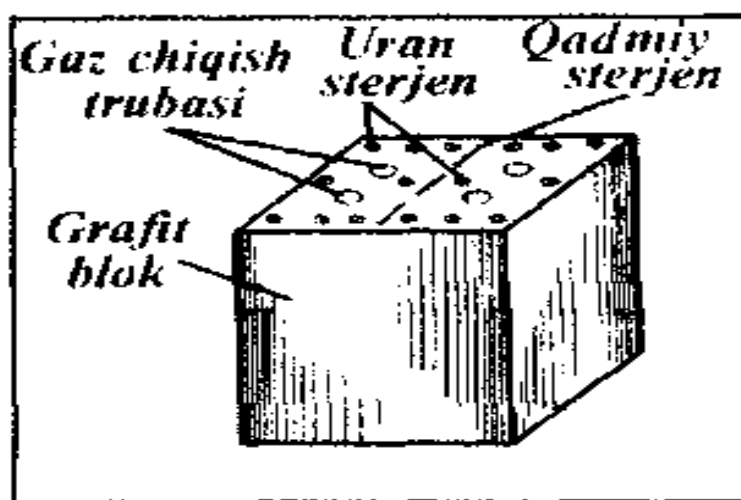
Bunday energiyani tasavvur qilish uchun quyidagi yoqilg'ilarni yonishi natijasida hosil bo'lgan energiya bilan taqqoslash mumkin. $2\cdot 10^6$ kg benzin yoki $2,5\cdot 10^6$ kg toshko'mir yonganida yoki $2,5\cdot 10^7$ kg trinitrotoluol (trotil) portlaganda ajraladigan energiya $2,3\cdot 10^7$ kW-soatga tengdir.

Sanoat uchun yadro energiyasi olishda zanjir reaksiyani amalga oshirish va uni boshqarish zarur.

Uranda zanjir yadro reaksiyasi ikki xil usul bilan amalga oshirilishi mumkin. Birinchi usul tabiiy urandan bo'linuvchi $^{235}_{92}\text{U}$ izotopni ajratib olishdan iborat (chunki yuqorida aytib o'tilganidek, $^{238}_{92}\text{U}$ yadrolarini faqat tez neytronlarga parchalay olishi mumkin). Izotoplarning kimyoviy jihatdan farqi bo'lmagani sababli ularni ajratib olish juda qiyin masaladir. Lekin shunga qaramasdan, bu masala bir necha xil usullar bilan hal qilinadi.

Zanjir reaksiyani amalga oshirishning ikkinchi usuli yadro reaktorlari (atom qozonlari) da qollaniladi.

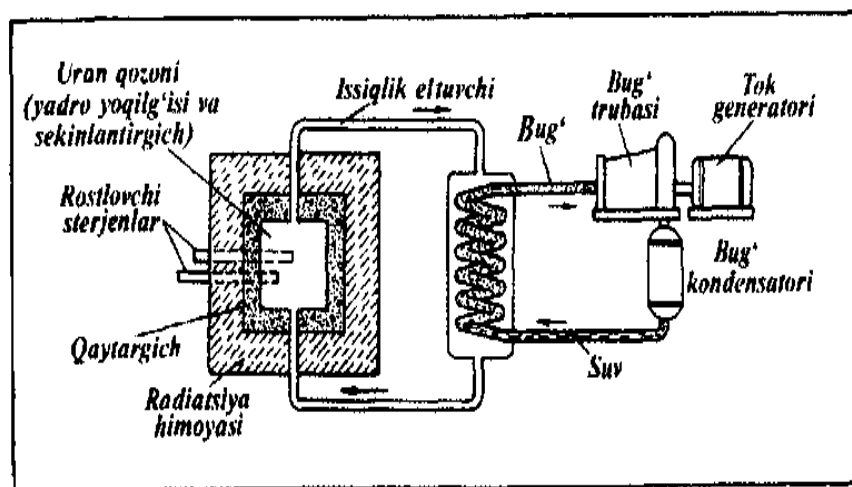
Yadro reaktorlarining ishlashini ko'rib chiqaylik. 1.7- rasmda uran qozonining tuzilishi ko'rsatilgan: uran qozoni katta hajmli idish bo'lib, uning ichiga tez harakatlanuvchi neytronlarni sekinlatadigan modda solingan, atrofiga neytronlarni qaytaruvchi modda qo'yilgan. Sekinlatkich va qaytargich sifatida grafit ishlatiladi.



1.7-rasm. Uran qozonining tuzilishi.

Sekinlatkich ichida metall uran sterjenlar bo'lib, ularda atom yadrolari bo'linadi. Zanjir reaksiya portlashga olib kelmasligi uchun reaksiyani boshqarish kerak, buning uchun sust neytronlarni yaxshi yutuvchi moddalar ishlatiladi. Bunday moddalar kadmiy va borli po'latdir (tarkibida bor elementi bo'lgan po'lat sust neytronlarni kuchli yutadi). Bu moddalar qozon ichiga yetarli miqdorda kiritilganda ular zanjir reaksiyani susaytirishi va hatto batamom to'xtatib qo'yishi ham mumkin.

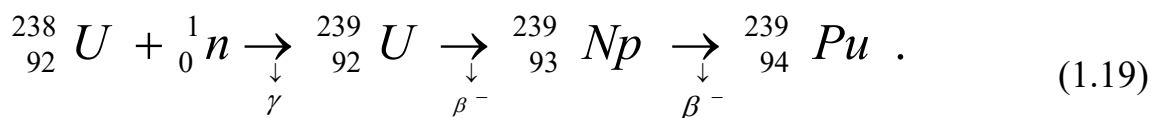
Uran yadrolarining bo'linish energiyasi issiqlik va radioaktiv nurlanish tarzida chiqadi. Bu issiqlikdan issiqlik elektr markazlarining ishlashi uchun foydalanish mumkin. Shu maqsadda uran qozoniga uzluksiz gaz yuborib turiladi, bu gaz yuqori temperaturagacha qiziydi va bug' qozoniga keladi. Gaz energiyasi suvni bug'lantirib, yuqori bosimli o'ta qizigan bug' hosil qilishga sarflanadi, bu bug' elektr generatoriga ulangan bug' turbinasini harakatga keltiradi. 1.8- rasmda atom elektr stansiyasi tuzilishining prinsipial sxemasi keltirilgan.



1.8- rasm atom elektr stansiyasi tuzilishining prinsipial sxemasi.

Uran qozonlari radioaktiv nurlanishlarning kuchli manbayidir, shuning uchun qozonlarni muhofaza vositalari bilan ta'minlash (betonlash va boshqa muhofaza tadbirlarini ko'rish) kerak. Qozonlarni boshqarishga doir barcha jarayonlar, ichiga uran sterjenlarini tushirish va chiqarib olish ishlari avtomatik ravishda uzoq masofadan turib amalga oshiriladi.

Shuni aytib o'tish kerakki, yadro reaktorida energiya ajralish bilan bir qatorda yangi yadro yoqilg'i — plutoniy ham hosil bo'ladi va yig'iladi. Gap shundaki, ^{238}U yadrosi sekin neytronni yutib gamma fotonni chiqaradi va yarim yemirilish davri 23 minut bo'lgan radioaktiv uran izotopi ^{239}U ga aylanadi. Bu yadro, o'z navbatida, p-zarra chiqaradi va neptuniyga aylanadi, uning yarim yemirilish davri 2,3 kun. Neptuniy yadrosi β -zarra chiqarib, plutoniy ^{239}Pu yadrosiga aylanadi. Bu reaksiyani quyidagicha ifodalash mumkin:



Plutoniý—yaxshi yadro yoqilg'isidir, uning yadrolari uran yadrolariga o'xshash sekin neytronlar ta'sirida parchalanadi. Plutoniý radioaktiv, u α , β va γ -nurlarni chiqaradi. Uning yarim yemirilish davri 24100 yil, shuning uchun plutoniýdan katta miqdorlarda yig'ish mumkin.

1.10. Yadroviy nurlanish dozasi.

Radioaktiv moddalarning nurlanishi barcha tirik organizmlarga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Yadroviy nurlanishlarning moddaga ko'rsatadigan ta'siri nurlanish dozalari deb ataladigan kattaliklar bilan baholanadi. Shu kattaliklar bilan tanishib chiqaylik.

1. Nurlanish dozasi D . Nurlanilayotgan moddaning birlik massasida yutilgan ionlovchi nurlanish energiyasi nurlanish dozasi deb ataladi:

$$D = \frac{W}{m}, \quad (1.20)$$

bunda: m — nurlanilayotgan moddaning massasi; W — shu modda yutgan ionlovchi nurlanish energiyasi.

SI da nurlanish dozasining o'lchov birligi qilib nurlanilayotgan 1 kg massali moddaga uzatilgan nurlanish energiyasi 1 J bo'lgandagi doza qabul qilingan. Bu birlik $\frac{J}{kg}$ larda ifodalanadi va grey (Gy) deb ataladi: $1 \text{ Gy} = \frac{J}{kg}$. Sistemadan tashqarida nurlanish dozasi rad larda o'lchanadi. $1 \text{ rad} = 10^{-2} \frac{J}{kg} = 10^{-2} \text{ Gy}$.

Nurlanish dozasining quvvati N . Birlik vaqt davomida yutilgan nurlanish dozasi nurlanish dozasi quvvati yoki doza quvvati deyiladi:

$$N = \frac{D}{t}. \quad (1.21)$$

SI da doza quvvati Gy/s yoki W/kg larda o'lchanadi.

2. Nurlanishning ekspozitsion dozasi D_e . Rentgen nurlari yoki γ -nurlanishning quruq havoning ionlashtirish effekti bo'yicha baholanadigan energetik xarakteristikasi nurlanishning ekspozitsion dozasi deb ataladi.

SI da ekspozitsion doza $1 \frac{C}{kg}$ -larda o'lchanadi. Sistemadan tashqarida ekspozitsion dozaning birligi rentgen (R) bo'lib, bu birlik amalda keng qo'llaniladi:

$$1R = 2,58 \cdot 10^{-4} \frac{C}{kg}$$

Ekspozitsion doza quvvati N_e . Birlik vaqt ichida ekspozitsion dozaning orttirmasi ekspozitsion doza quvvati deyiladi :

$$N_e = \frac{D_e}{t} \quad (1.22)$$

SI da ekspozitsion doza quvvati $1 \frac{A}{kg}$ larda o'lchanadi. $1 s$ ichida quruq havoga

uzatiladigan $1 \frac{C}{kg}$ ekspozitsion dozaga $1 \frac{A}{kg}$ ekspozitsion doza quvvati deyiladi.

Ekspozitsion doza quvvatining SI ga kirmaydigan birliklari $1 \frac{R}{s}$, $1 \frac{R}{min}$, $1 \frac{R}{soat}$ dan iborat.

3. Nurlanishning ekvivalent dozasi. Nurlanish dozasi uning biologik ta'siriga qarab ham baholanishi mumkin. Bunda nurlanishning ekvivalent dozasidan foydalaniladi.

Ekvivalent doza yutilgan nurlanish dozasi bilan ko'rilyotgan nurlanishning rentgen yoki γ -nurlanishlarga nisbatan nisbiy biologik aktivligini xarakterlovchi sifat koeffitsiyenti K ning ko'paytmasiga teng bo'ladi. Rentgen va γ -nurlanishlar uchun $K=1$ issiqlik neytronlari uchun $K=3$; 0,5 MeV energiyali neytronlar uchun $K=10$.

SI da ekvivalent doza $\frac{J}{kg}$ larda o'lchanadi. Bu birlik zivert (Zv) deb ataladi.

$1Zv=1 \frac{J}{kg}$. Amalda ekvivalent dozaning rentgenning biologik ekvivalenti ber

(biologicheskiy ekvivalent rentgena) deb ataladigan birligidan foydalaniladi. Rentgen yoki γ -nurlanishlarning bir rentgen dozasiga biologik ekvivalent bo'lgan yutilgan nurlanish energiyasi rentgenning biologik ekvivalenti deyiladi.

$$1\text{ber} = 10^{-2} \frac{J}{kg}.$$

Ekvivalent dozaning quvvati W/kg larda o'lchanadi.

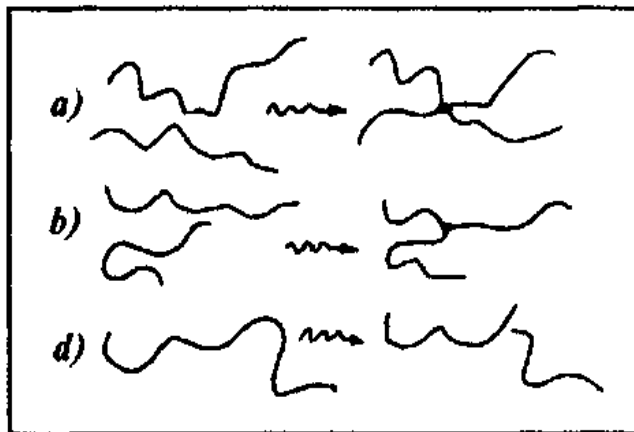
Nurlanish manbalari maydonlaridagi dozalarni o'lchash va hisoblash, shuningdek, radioaktiv preparatlarning aktivligini o'lchash bilan amaliy yadro fizikasining dozimetriya bo'limi shug'ullanadi. Bunda nurlanish dozasini o'lchash uchun dozimetrlardan foydalaniladi. Yadroviy nurlanishlarni, zarralarni qayd etish va kuzatishda qo'llaniladigan asboblarda dozimetrlardir.

Dozimetriya tibbiyot, atom sanoati, radiobiologiya, radiatsion kimyo kabi sohalarda qo'llaniladi.

2 BOB. YADROVIY NURLANISHNING KIMYOVIY VA BIOLOGIK TA'SIRI.

2.1. Nurlanishning kimyoviy ta'siri.

Yadroviy nurlanish moddadan o'tayotganida unda turli kimyoviy o'zgarishlarni yuzaga keltiradi. Nurlanish molekula yoki atomlarni ionlashi, uyg'otishi, dissotsiatsiyalashi mumkin. Bunda birlamchi nurlanish zarralari qanday turda (rentgen va γ -nuriar, elektronlar, α -zarralar, protonlar, tez neytronlar) bo'lganda ham, molekulalarning kimyoviy o'zgarishiga ularning ikkilamchi (nurlanish ta'sirida yuzaga kelgan) elektronlar, bo'linish parchalari, tepki yadrolar, γ -kvantlar kabilar bilan o'zaro ta'sirlashishi sabab bo'ladi. Bunday o'zaro ta'sirning mahsulotlari: ionlar, erkin radikallar, uyg'ongan zarralar, odatda, boshqa molekulalar bilan kimyoviy reaksiyalarga kirishadi. Natijada moddaning kimyoviy tarkibi, fizik va kimyoviy xossalari o'zgarishi mumkin. Masalan, nurlanish ta'sirida polimerlar xossalari ularda ro'y beradigan radiatsion-kimyoviy reaksiyalar tufayli o'zgaradi. Yadroviy nurlanish polimer molekulalarining tuzilishini o'zgartiruvchi bir qator kimyoviy reaksiyalarni, xususan, molekulalar orasida kimyoviy bog'lanishlar (birikish) (2.1- *a*, *b*, rasm), molekulalarning uzilishi (destruksiya) (2.1- *d*, rasm) (rasmda molekulaning boshlang'ich va oxirgi holatlari tasvirlangan), har qanday qo'sh bog'lanishlarning hosil bo'lishi va yo'qolishi, gazsimon mahsulotlar (vodorod va boshqalar)ning ajralishi va shu kabilarni yuzaga keltiradiki, bu, o'z navbatida, polimerlarning fizik xossalarining o'zgarishiga olib keladi. Masalan, polietilen, tabiiy kauchuk, neylon kabi bir guruh polimerlar γ -nurlar bilan nurlantirilganda ularning uzilishga mustahkamligi va temperaturaga chidamliligi, materialning qattiqligi ortadi, eruvchanligi o'zgaradi. Boshqa bir guruh polimerlar, masalan, teflon, sellyuloza, butil-kauchuk kabilar borki, nurlantirish oqibatida ularning xossalari yomonlashadi: tolalarning uzilish uzunligi hamda o'rtacha uzunligi qisqaradi, yopishqoqligi kamayadi va hokazo.



2.1-rasm. Nurlanish ta'sirida polimerlar xossalari ularda ro'y beradigan radiatsion-kimyoviy reaksiyalar tufayli o'zgarishi.

Yadroviy nurlanish ta'sirida moddada ro'y beradigan radiatsion-kimyoviy o'zgarishlarni o'rganish ikki jihatdan ahamiyatga ega: 1. Radiatsion kimyoviy o'zgarishlar atom texnikasida yoki tabiatda bo'ladigan nurlanishlar maydonlarida ro'y beradi. Bunda eng asosiy maqsad — materiallar (atom reaktorlaridagi issiqlik uzatkichlar, nurlanish maydonlarida ishlatiladigan polimerlar va moylovchi materiallar hamda shu kabilar)ni imkoni boricha buzilish va yemirilishdan saqlash. 2. Muhim qimmatli yangi xossalarga ega materiallarni olish va yuqori samarali kimyoviy texnologik jarayonlarni yaratish.

2.2. Nurlanishning biologik ta'siri.

Radiatsion nurlanish barcha tirik obyektlarga, eng oddiysi (virus va bakteriyalar) dan tortib to insonlargacha, kuchli ta'sir qiladi, ularga shikast yetkazadi, hatto nobud qilishgacha olib keladi. Biologik obyektning nurlanishga radiosezgirlik deb ataladigan ta'sirchanligi va unda to'la yutilgan nurlanish dozasi obyektning shikastlanish darajasini aniqlaydigan asosiy omillardir.

Organizmning radiatsiya ta'sirida zararlanishi asosida molekulyar va hujayra strukturalar shikastlanishining birlamchi jarayonlari—atom hamda molekulalarning ionlashishi va shu tufayli ularning kimyoviy faolligining o'zgarishi yotadi. Buning oqibatida muhim biologik makromolekulalar — oqsillar, fermentlar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar va hokazolar nurlanish ta'sirida bir

qator o'zgarishlarga, ko'proq qaytmas o'zgarishlarga duchor bo'ladi. Nurlanish ta'sirida biologik makromolekulalarda ularning biologik (fermentativ, gormonal va hokazo) faolligining yo'qolishi, depolimerlashish va, aksincha, yangi kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishi, dezaminlashish (kimyoviy birikmadan NH_2 aminoguruhni yulib ajratish), radiatsion oksidlanish va shu kabi o'zgarishlar yuzaga keladi.

Aniqlanishicha, organizmning temperaturasini 0,001 gradusgagina ko'tara oladigan darajada yutilgan nurlanish dozasi organizm hujayralarining hayot faoliyatini izdan chiqarish uchun yetarli ekan. Tirik hujayraning turli qismlari radioaktiv nurlanishning bir xil dozasiga nisbatan turlicha sezgir bo'ladi. Nurlanishga hujayralarning yadrolari, ayniqsa, tez bo'linadigan hujayralarning yadrolari sezgir bo'ladi.

Shuning uchun nurlanish, birinchi navbatda, organizmda ilikni shikastlaydi, buning natijasida qon hosil bo'lish jarayoni buziladi (qon saratoni kasalligiga duchor qiladi), nurlanish ovqat hazm qilish yo'lining hujayralariga — me'da va ichaklarning shilliq qatlamlariga ta'sir ko'rsatadi. Katta dozalardagi nurlanish nobud bo'lishga olib keladi, kamroq dozalarda esa qator kasalliklar (nur kasalligi) paydo bo'ladi.

2.3. Biologik himoya.

Radioaktiv izotoplar, atom reaktorlari kabi radioaktiv nurlanish manbalari bilan ishlashda nurlanishning ta'sir doirasiga tushishi mumkin bo'lgan barcha ishlovchilarni nurlanishdan himoya qilish choralarini ko'rish lozim. Radiatsion nurlanish intensivligi manbagacha bo'lgan masofaning kvadratiga teskari proporsional ravishda kamayishini nazarga olsak, muhofazaning eng oddiy usuli - odamlarni nurlanish manbayidan yetarlicha kattaroq masofaga uzoqlashtirishdir. Shu ma'noda radioaktiv preparatli ampulalarni qo'l bilan emas, balki uzun dastali qisqichlar bilan ushlash maqsadga muvofiqdir.

Radiatsiya manbayidan kerakli masofagacha uzoqlashishning imkoni bo'lmagan hollarda muhofaza qilish uchun nurlanishni yutuvchi materiallardan qilingan to'siqlardan foydalanish zarur.

Malumki, «neytral nurlanish» hisoblanuvchi rentgen nurlari, γ -kvantlar va neytronlar oqimining moddalarga kiruvchanlik qobiliyati katta. Shuning uchun ulardan muhofaza qilish ancha qiyin kechadi. Rentgen nurlari, γ -kvantlar Pb qo'rg'oshida eng ko'p yutiladi. Sekin neytronlar V borda va Cd kadmiyda yaxshi yutiladi. Tez neytronlarni bu to'siqlarga yo'naltirishdan avval grafitda sekinlashtiriladi.

α -nurlanishdan himoyalaniş ancha sodda: α -zarralarni batamom yutish uchun bir varaq qog'oz yoki bir necha santimetr qalinlikdagi havo qatlami yetarli, ammo radioaktiv manbalar bilan ishlayotganda nafas olish yoki ovqatlanish paytlarida α -zarralarning organizm ichiga kirib ketishidan ehtiyot bo'lish kerak.

β -nurlanishdan himoyalaniş uchun qalinligi bir necha santimetr bo'lgan alyuminiy, pleksiglas yoki shisha plastinkalar kifoya. Bu holda e^- — elektronlar modda bilan o'zaro ta'sirlashganda rentgen nurlanishining, e^+ — pozitronlar modda bilan ta'sirlashganda esa bu zarralarning elektronlar bilan annigilyatsiyalanishida γ -nurlanishning hosil bo'lishini hisobga olish lozim.

2.4. Radioaktiv izotoplarni olish

Hozirgi vaqtda fanda 107 ta kimyoviy element (106- va 107-elementlar birinchi marta sobiq Ittifoqda Dubna shahrida sintez qilingan) va ularning 1100 tadan ko'proq izotopi ma'lum. Bu izotoplarning 270 ga yaqini turg'un bo'lsa, 40 taga yaqini tabiiy radioaktivlik va 800 taga yaqini sun'iy radioaktivlik xossasiga ega.

Radioaktiv izotoplar ko'proq sun'iy yo'l bilan olinadi. Bunda yadro reaktorlari va elementar zarralar tezlatkichlaridan foydalaniladi. Yadro reaktorlari kanallarida kimyoviy elementlar nurlatilib, fosfor-32($^{32}_{15}\text{P}$), molibden-99($^{99}_{42}\text{Mo}$), texnisiy-99($^{99}_{43}\text{Tc}$), oltin-198($^{198}_{79}\text{Au}$), yod-131($^{131}_{53}\text{I}$), yod-125($^{125}_{53}\text{I}$), stronsiy-89($^{89}_{38}\text{Sr}$), va boshqa shu kabi izotoplar olinadi. Elementar zarralar tezlatkichlari (siklotron)da

kobalt-57($^{57}_{27}\text{Co}$), palladiy-103($^{103}_{46}\text{Pd}$), yod-123($^{123}_{53}\text{J}$), va hokazo izotoplar olinadi. Bu izotoplar asosida fan va texnika, xalq xo'jaligi, tibbiyot tarmoqlarida ishlatiladigan radiokimyoviy birikmalar tayyorlanadi.

Har bir radioaktiv izotop faqat o'ziga xos, individual xarakterdagi nur chiqaradi va uning o'rtacha yashash vaqti ham shu izotopgagina xos bo'ladi. Radioizotoplarning atomlari ana shu xossasi bilan boshqa izotoplar atomlaridan farq qiladi, u bamisoli «nishonlangan» bo'ladi.

Hozirgi vaqtda fizik olimlar radioaktiv izotoplarni olish va ulardan hamda radioaktiv nurlanish energiyasidan fan va xalq xo'jaligining turli sohalarida foydalanish maqsadida ilmiy va amaliy tadqiqot ishlari olib bormoqdalar. Jumladan, O'zbekiston olimlari ham mana bir necha o'n yildirki, shunday tadqiqot ishlari bilan shug'ullanib kelmoqdalar. O'zbek (fizik, genetik, fiziolog, biolog, tibbiyot, texnik, kimyogar) olimlari amalga oshirgan va oshirib kelayotgan ishlarning ba'zilari bilan tanishib chiqsak, sun'iy radioaktiv izotoplar va radioaktiv nurlanish energiyasidan qanday maqsadlarda va qanday usullar bilan foydalanish mumkinligi haqida tasavvur hosil qilamiz.

2.5. Radioaktiv nurlanish energiyasidan foydalanish.

Sun'iy radioaktiv izotoplar nurlayotgan yadro energiyasining qo'llanishi g'oyat turli-tumandir. Sanoat tarmoqlarida radioaktiv nurlanishdan ba'zi texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarishda (gamma- rele, beta- rele), gazning sifati va bosimini aniqlashda, konveyerdan o'tayotgan mahsulotni sanashda, po'lat prokatning markirovkasini avtomatik tekshirib tartibga solishda va hokazolarda keng qo'llaniladi. Masalan, respublikamizdagi Oltintopgan qo'rg'oshin-rux kombinatida pulpa (metallni ajratib olish yoki metall bilan boyitish uchun suv yoki suyuq erituvchilar bilan suyultirilgan mayin maydalangan ruda) zichligini radioaktiv asbob yordamida tekshirib, avtomatik tartibga solib turiladi. Bu esa konsentrat tarkibidagi mineralni ko'paytirishga imkon beradi.

Radioaktiv nurlardan metallurgiya korxonalarida muvaffaqiyatli foydalanilmoqda. Radioaktiv nur yordamida metallning ichki tuzilishini ko'zdan kechirish, metallda kavakchalar, darzlar, pufakchalar bor-yo'qligini, quymaning bir tekis chiqqan-chiqmaganligini, payvandlangan chokning bir tekisligini va sifatligini aniqlash mumkin.

Kabelning ulangan joyini topadigan avtomat yaratildi. Unda qo'llanilgan radioaktiv usul kabelning ulog'ida gamma-nurlarning yutilishiga asoslangan.

Radioaktiv nurlanish energiyasidan farmatsevtika sanoatida dori preparatlarni, konserva ishlab chiqarishda mahsulotlarni sterillash maqsadida foydalaniladi.

Har doim ham yadro nurlanishlari ta'siri zararli bo'lavermaydi. Bundan tibbiyotda turli kasalliklarni davolashda foydalaniladi. Masalan, inson organizmidagi zararli shishlarni terapevtik γ -nurlantirib, o'sishi to'xtatiladi.

Qishloq xo'jaligida radioaktiv izotoplar vositasida o'simliklarning tezpisharlik, sovuqqa chidamlilik, kasalliklarga qarshi barqarorlik va shu kabi ba'zi irsiy xususiyatlariga kerakli yo'nalishda o'zgarish kiritish maqsadida o'simliklarning urug'lari va o'zlari nurlantiriladi. Masalan, ekish oldidan chigitni gamma-nurlar va neytronlar bilan nurlantirish chigitning unuvchanligiga, g'o'zaning o'sib-rivojlanishiga, ko'sak tuguviga hamda chigitning seryog' bo'lishiga ijobiy ta'sir etishi isbotlandi.

Shuningdek, gamma-nurlar bilan ta'sir etilgan pillaning po'sti yaxshi tortilishi sababli ko'proq xom ipak chiqishi, tortishda ipak kam uzilishi, tortilib chiqadigan ipakning umumiy va uzluksiz uzunligining oshishi, gamma-nurlar bilan nurlatilgan tut bargi bilan boqilgan ipak qurtlarining pilla o'rashi ko'payishi, qurtlarning yashash qobiliyati yaxshilanishi aniqlandi.

2.6. “Nishonli atomlar” usulidan foydalanish.

«Nishonli atomlar» usuli radioaktiv izotoplarning kimyoviy xossalari o'sha elementning radioaktiv bo'lmagan izotoplarining kimyoviy xossalari bilan farq qilmasligiga asoslangan. Radioaktiv izotoplarni ularning nurlanishiga qarab

osongina payqash mumkin. «Nishonli atomlar» usuli biologiya, fiziologiya, tibbiyot va boshqa sohalarda ko'plab muammolarni hal qiltshda eng samarali usul bo'lib hisoblanadi. Bu usulning mohiyati quyidagidan iborat.

Yarim yemirilish davri katta bo'lmagan radioaktiv izotopning mikroskopik dozasini tekshirilayotgan sistema qismlarining biriga, masalan, o'simlik ildizi yaqinidagi tuproqqa, suv yoki havo oqimiga, tirik organizm to'qimalariga va hokazolarga kiritiladi. So'ngra radioaktiv nurlanish schyotchigi yoki boshqa biror qayd qiluvchi asbob yordamida berilgan sistemaga kiritilgan izotopning ko'chishi kuzatiladi. Bu kuzatishlarning natijalari tahlil qilinib, tekshirilayotgan sistemada o'tadigan jarayonlar to'g'risida boshqa bironta hozirgi usullar vositasida o'rganib bo'lmaydigan muhim ma'lumotlar olinadi.

Hozirgi kunda YaFI ning «Radiopreparat» korxonasida yod-131 bilan nishonlangan natriyli izotopik eritma, kapsulalarda natriyli yod, natriyli ortogippurat, albumin, albumin makroagregati kabi radiofarmatsevtik preparatlar ishlab chiqarilmoqda. Bu preparatlar organizmdagi qalqonsimon va so'lak bezlari, bosh miyadagi, jigar va taloqdagi shishlar, sirroz, gepatit, o't pufagi va boshqa kasalliklarni tashxis qilish va davolash uchun ishlatiladi. Fosfor-32 izotopi bilan nishonlangan natriy fosfat in'eksion eritmasi suyak metastazi (mikroblar yoki shish hujayralarining qon yoki limfatik yo'li bilan boshlang'ich joyidan organizmning boshqa joylariga ko'chishi)ni tashxis qilish va davolashda qo'llaniladi va hokazo. Qishloq xo'jaligida fosfor-32 izotopi bilan nishonlangan qo'shsuperfosfat o'simliklarda fosforning migratsiyasini o'rganish uchun qo'llaniladi.

Ma'limki, neft va tabiiy gaz uzoq masofalarga po'lat quvurlar orqali uzatiladi. Biror sababga ko'ra (quvurlarning biron joyi darz ketishi yoki ular bir-biriga yaxshi ulanmaganligi, yoxud eskirib, zanglab ketishi sababli) quvurlardan gaz sizib chiqishi mumkin. Hozir gaz sizib chiqayotgan joyni tezda topish mumkin. Buning uchun quvur ichidan oqayotgan moddaga (bizning misolimizda gazga) ozgina radioaktiv qo'shimcha qo'shiladi. Gaz sizib chiqayotgan joyga yetganda radioaktiv

izotop tuproqqa o'tadi, nurlanishni qayd etuvchi ko'chma asbob esa bu joyni darhol aniqlab beradi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, radioaktiv izotoplar va nurlanish energiyasining qo'llanilishi haqida yuqorida keltirilgan g'oyat qisqa ma'lumotlar ularning xalq xo'jaligidagi ahamiyati juda muhim ekanligini ko'rsatadi. Shu sababli hozirda ma'lum usullar va asboblardan yanada kengroq foydalanish va ularni takomillashtirish, yangilarini yaratish xalq xo'jaligi uchun nihoyatda muhim masalalardan hisoblanadi.

2.7. Kosmik nurlar haqida tushuncha.

Kosmik fazodan Yerga juda katta energiyali zarralar oqimi kelishini ko'pgina kuzatishlar ko'rsatadi. Bu zarralar oqimini kosmik nurlar deb ataladi.

Kosmik nurlarning mavjudligi XX asrning boshlarida quruq havoning ionlanishini o'rganishda payqalgan. Tajribalarning ko'rsatishicha, zaryadlangan elektroskop qalin qo'rg'oshin g'ilof ichiga joylashtirilganligiga qaramay o'z zaryadini yo'qotadi. Bu hodisaning sababini o'rganish kelib chiqishi Yerdan tashqarida bo'lgan, kuchli o'tuvchanlik qobiliyatiga ega ionlashtiruvchi nurlanishning mavjudligini aniqlashga olib keldi. Bu nurlanish Yerga kosmik fazodan kelishini avstriyalik olim V. Gess tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar tasdiqlaydi.

1912- yilda V. Gess har xil balandliklardagi ionlashtiruvchi nurlanishning intensivligini aniqlash maqsadida qayd qiluvchi asboblardan bilan jihozlangan havo sharini uchirdi. (Kosmik nurlarning intensivligi deganda, birlik yuzadan bir sekundda o'tayotgan zarralar soni — zarralar oqimining zichligi tushuniladi). Shar 5 km balandlikka ko'tarildi. Shunday balandlikda nurlanishning intensivligi dengiz sathidagiga qaraganda ancha kuchli ekanligi aniqlandi.

Gess bunday natijaga asoslanib, havoni ionlashtiruvchi nurlanishning manbai Yer atmosferasidan tashqarida bo'lishi kerak, degan xulosaga keldi. Keyingi tadqiqotlar bu xulosaning to'g'riligini to'la tasdiqladi. Tadqiqotlar shuni

ko'rsatadiki, kosmik nurlar ta'sirida havoning ionlanish intensivligi Yerning sutkalik aylanishiga bog'liq emas ekan. Bu hol kosmik nurlanish Yerga kosmik fazoning barcha yo'nalishdagi sohalaridan kelishini bildiradi.

Olam fazosidan Yer atmosferasiga kirib keladigan kosmik nurlarni birlamchi kosmik nurlar deb ataladi. Kosmik nurlarning har xil balandliklardagi va har xil geografik kengliklardagi tarkibini aniqlash maqsadida ko'p tadqiqotlar o'tkazilib, ancha ma'lumot to'plangan. Birlamchi kosmik nurlarning kimyoviy tarkibini o'rganish va tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, Yer atmosferasi chegarasida birlamchi kosmik nurlar turli massa soniga ega va bitta nukloniga taxminan $10^9 \div 10^{20}$ eV tartibida energiya mos keladigan atom yadrolaridan tarkib topgan ekan. Shuningdek, 10^{13} eV dan kichik energiyali birlamchi kosmik nurlarning 90 foizi protonlardan, taxminan 9 foizi geliy atomi yadrolaridan va qolgan 1 foizi esa og'irroq (litiy, berilliy, bor, uglerod va hokazo, to zaryad soni $z=41$ bo'lgan niobiy) elementlarining yadrolaridan iboratdir.

Birlamchi kosmik nurlarning kelib chiqishi haqida bir necha gipotezalar mavjud. Bu gipotezalar birlamchi kosmik nurlar energiyasi haqidagi ma'lumotlarga hamda radioastronomik ma'lumotlarga asoslanadi. Hozirgi vaqtda kosmik nurlar o'ta yangi yulduzlarning chaqnashi (potrlashi)dan hosil bo'ladi, degan gipotezani haqiqatga yaqinroq deb hisoblanadi. Galaktikamizda bir necha yuz yilda bir marta bo'ladigan bahaybat portlash - o'ta yangi yulduz paydo bo'lishidir. Shu portlash paytida og'ir element yadrolari yemirilib, protonlar, α -zarralar va boshqa yengil yadrolar — birlamchi kosmik nurlar hosil qiladi.

Kosmik nurlarning Yerga keltiradigan energiyasi uncha katta emas. Lekin birlamchi kosmik nurlarning ba'zi zarralari ulkan energiyaga ($10^{19} \div 10^{20}$ eV tartibida) ega. Shunga qaramay, ularning faqat oz qismigina Yer sirtiga yetib kela oladi. Bunga, birinchidan, Yerning magnit maydoni, ikkinchidan, Yer atmosferasi jiddiy to'siq bo'ladi. Birlamchi kosmik nurlanish zarralarining Yer magnit maydonida magnit kuch chiziqlariga ko'ndalang ravishda harakat qilishida ularga harakat trayektoriyasini egrilovchi Lorens kuchi ta'sir qiladi. Past energiyali

zarralarning trayektoriyasi kuchli egrilanadi, natijada magnit maydon bo'lmagan taqdirda Yerga yetib kelishi mumkin bo'lgan ayrim zarralar og'adi, Yerga yetib kelishi mumkin bo'lmagan zarralar Yerga tomon yo'naladi, uchinchi xil zarralar esa Yer shari atrofida murakkab trayektoriya bo'yicha aylanadi.

Birlamchi kosmik nurlanishning har qanday energiyali zarralari uchun Yer atmosferasi bartaraf qilib bo'lmaydigan to'siq hisoblanadi.

Gap shundaki, birlamchi kosmik nurlar Yer atmosferasiga kirganda atmosferaning yuqori qatlamlarida havoning azot va kislorod atomlari yadrolari bilan asosan noelastik to'qnashib, o'zining katta energiyasini yo'qotadi. Bunday to'qnashishlar yadro reaksiyalariga olib keladi, bu reaksiyalar natijasida yangi zarralar hosil bo'ladi.

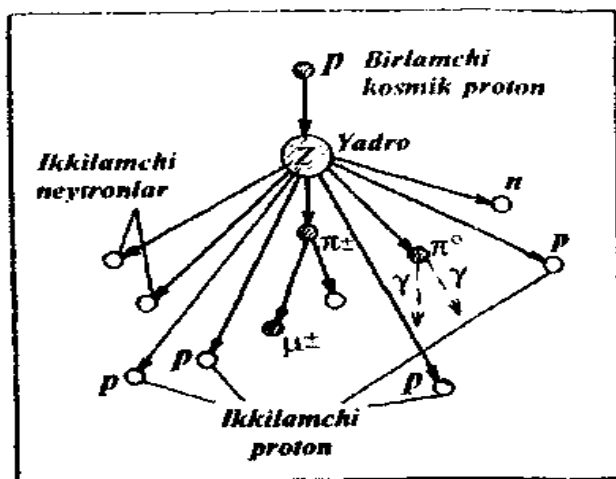
2.8. Ikkilamchi kosmik nurlar

Birlamchi kosmik nurlanish zarralarining Yer atmosferasidagi havo atomlari yadrolari bilan o'zaro to'qnashishi tufayli sodir bo'ladigan yadro reaksiyalari natijasida ikkilamchi kosmik nurlar deb ataladigan zarralar oqimi vujudga keladi. Zarralarning bu oqimi tez protonlar, neytronlar, α -zarralar, π -mezonlar va yadrolarning bo'laklaridan iborat. Ikkilamchi protonlar va neytronlar yangi yadrolar bilan to'qnashib, yana yangi zarralar oqimini hosil qiladi. Yadroviy portlashning har keyingi bosqichida zarralar ko'payaveradi - kaskadli yadro quyuni vujudga keladi.

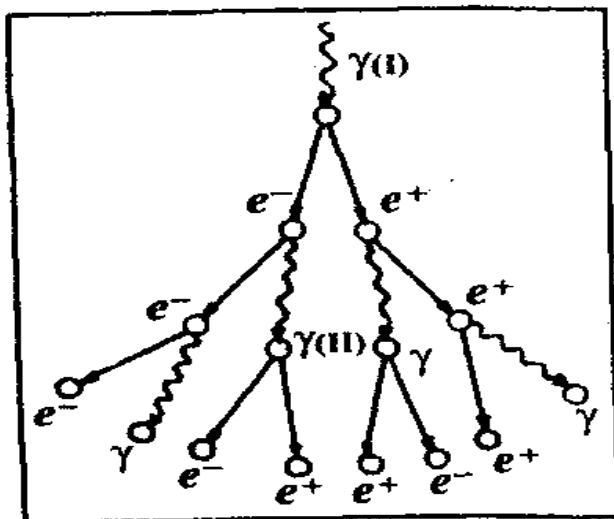
Ikkilamchi kosmik nurlarning paydo bo'lish sxemasini 2.2-rasmdagidek tasvirlash mumkin. Yuqori energiyali birlamchi kosmik proton atmosfera atomi yadrosiga uchib kelib uriladi va uni p va n nuklonlarga bo'lib yuboradi. Bunda bir vaqtda $\pi^{\pm}$ va π^0 -mezonlar uchib chiqadi. $\pi^{\pm}$ -mezonlar yemirilib, $\mu^{\pm}$ -mezonlarga, neytrino va antineytrinoga aylanadi:

$$\pi^{+} \rightarrow \mu^{+} + \nu_{\mu} ; \quad \pi^{-} \rightarrow \mu^{-} + \tilde{\nu}_{\mu}$$

π^0 -mezonlar yemirilib, ikkita yuqori energiyali γ -fotonga ajraladi: $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$.



2.2-rasm. Ikkilamchi kosmik nurlarning paydo bo'lish sxemasi.



2.3-rasm. Kaskadli elektron-pozitron-foton quyunimng hosil bo'lshi.]

Ikkilamchi kosmik nurlarning ko'payishidagi eng muhim hodisalardan biri kaskadli elektron-pozitron-foton quyunimng hosil bo'lshidir (2.3- rasm). Yuqori energiyali γ -foton (I) biror atmosfera yadrosi bilan o'zaro ta'sirlashib, elektron-pozitron juftini yuzaga keltiradi. Hosil bo'lgan bu zaryadlangan zarralar jufti ularni yuzaga keltirgan γ -foton harakati yo'nalishida harakatlanadi. Paydo bo'lgan elektron va pozitronning energiyasi juda katta. Ular atmosferada tormozlanganda yuzaga kelgan γ -foton(II) ham yadro yaqinidan o'tayotganda ular bilan ta'sirlashib, yana elektron va pozitron juftini hosil qiladi va hokazo. Boshlang'ich fotonning

energiyasi juda katta ($10^8 \div 10^{10}$ eV) bo'lgani uchun ikkilamchi zarralarning bir necha avlodi paydo bo'ladi, natijada ikkilamchi kosmik nurlarning kaskadli elektron-foton quyuni (elektromagnit kaskad) yuzaga keladi.

XX asrning o'rtalaridayoq o'zbek olimlari akademik S. A. Azimov rahbarligida kosmik nurlarni tadqiq eta boshladilar va kosmik nurlar fizikasining rivojlanishiga salmoqli hissa qo'shib kelmoqdalar.

S.A. Azimov va uning shogirdlari tomonidan 1948- yilda kosmik nurlarning myu-mezonlar bilan muvozanatda bo'lmagan yumshoq elektron-foton komponentlari va nuklonlar vujudga keltiradigan elektron-yadro quyunlari kashf etildi. Kosmik nurlar zarralarining o'zaro ta'sirini tadqiq qilish maqsadida baland (Pamir) tog' ustida noyob qurilma o'rnatildi. Bu qurilmada zarralarning ko'pligi haqida, burchak va energiya bo'yicha taqsimlanishi haqida olingan asosli natijalar zarralarning yadrolar bilan o'zaro ta'siri haqidagi hozirgi zamon tasavvurlarining shakllanishida, adronlarning kvark strukturasi namoyon qilishda muhim rol o'ynadi. O'zbek kosmik olimlari birinchilar qatorida pionlarning yadrolarda noelastik difraksiyalanish jarayonlarini muntazam o'rganib bordilar va 1966-yilda ular tomonidan kashf etilgan protonlarning difraksion dissotsiatsiyasi jarayoni jahon olimlari tomonidan tan olindi.

Hozirgi vaqtda S.A. Azimov tomonidan yuqori energiyalar fizikasi sohasida tashkil etilgan ilmiy maktab kosmik nurlarni o'rganish bo'yicha o'z tadqiqotlarini davom ettirmoqda.

3 BOB. RADIOAKTIV NURLANISHLARDAN SAQLANISH

3.1. Radioaktiv nurlanishlar va ularning xossalari

Radioaktivlik— atom yadrolarining ion nurlanishlari chiqarishi natijasida boshqa bir atom yadrolarining hosil qilishidir. Radioaktiv nurlanishlar ionlovchi nurlanishlar deb ataladi, chunki bu nurlar ta'sir etgan moddalar atom va molekulalarida ionlar hosil bo'ladi. Bunday ionlovchi nurlanishlarga rentgen nurlari, radio va gamma nurlari, alfa va beta nurlari, shuningdek, neytron oqimlari kiradi. Alfa nurlari katta ionlashtirish xususiyatiga ega bo'lgan, harakat doirasi katta bo'lmagan geliy atom yadrosining musbat zaryadlangan zarrachalari hisoblanadi. Harakat doirasi katta bo'lmaganligi sababli inson teri qavatigagina ta'sir qilib, terini yorib kira olmaydi, shuning uchun ham uncha zararli emas. Beta nurlari radioaktiv moddalarning atom yadrolari tarqatadigan elektron yoki pozitron oqimidir. Bu nurlarning harakat doirasi ancha keng va yorib kirish qobiliyatiga ega. Shu sababli ham inson uchun xavflidir. Gamma nurlari ionlash qobiliyati katta bo'lmasa-da, katta yorib kirish kuchiga ega bo'lib, yadro reaksiyalari va radioaktiv parchalanish natijasida vujudga keladigan yuqori chastotadagi elektromagnit nurlari hisoblanadi. Rentgen nurlari moddalarni elektron oqimlari bilan bombardimon qilganda ajralib chiqadigan elektromagnit nurlaridir. Ularni har qanday elektrovakuum qurilmalarida hosil qilish mumkin. Bu nurlarning ionlanish xususiyatlari oz bo'lsa-da, yorib kirish xususiyati nihoyatda katta.

3.2. Radioaktiv nurlarning inson organizmiga ta'siri

Radioaktiv moddalar ma'lum xususiy xossalari ega bo'lib, inson organizmiga ta'sir qilishi natijasida xavfli vaziyat vujudga kelishi mumkin. Radioaktiv moddalarning eng xavfli tomoni shundaki, uning ta'sirini inson organizmidagi sezish organlariga sezilmaydi. Ya'ni inson radioaktiv nurlar ta'sirida uzoq vaqt ishlashiga qaramasdan, ularning zararli ta'sirlarini mutlaqo

sezmasligi mumkin. Buning natijasi esa ayanchli tugaydi. Shuning uchun ham radioaktiv moddalar bilan ishlaganda , ayniqsa , o'ta ehtiyotkor bo'lish kerak. Inson organizmining radioaktiv nurlanishi ichki va tashqi bo'lishi mumkin . Tashqi tomondan nurlanish ma'lum tashqi nurlanuvchi manba ta'sirida kechganligi sababli, tarqalayotgan nurlarning kirib borish kuchi katta ahamiyatga ega. Kirib borish kuchi yuqori bo'lgan nurlarning organizmga zarari ham kuchliroq bo'ladi. Ichki nurlanish nur tarqatuvchi moddalar inson organizmining ichki tizimlariga, masalan, yemirilgan teri qatlamlari orqali qonga, nafas olish a'zolari, o'pkaga va shilimshiq moddalarga, ovqat hazm qilish a'zolariga tushib qolgan taqdirda ro'y beradi. Bunda nurlanish nur tarqatuvchi modda qancha vaqt nurlansa yoki qancha vaqt davomida organizmda saqlansa, shuncha vaqt davom etadi. Shuning uchun ham radioaktiv moddalarning katta parchalanish davriga va kuchli nurlanishga ega bo'lganda, ayniqsa, xavfli hisoblanadi. Radioaktiv nurlanishlarning biologik ta'siri organizmdagi atom va molekulalarning ionlanishi sifatida tavsiflanadi va bu o'z navbatida har xil kimyoviy birikmalar tarkiblarining o'zgarishiga va normal molekulyar birikmalarda uzilishlar bo'lishiga olib keladi. Bu o'z navbatida tirik hujayralardagi modda almashinuvining buzilishiga va organizmda biokimyoviy jarayonlarning ishdan chiqishiga sabab bo'ladi. Katta kuchdagi nurlanish ta'siri uzoq vaqt davom etsa, ba'zi bir hujayralarning halokati kuzatiladi va bu ayrim a'zolarining, hattoki, butun organizmning halokati bilan tugaydi. Radioaktiv nurlanishlar ta'sirida organizmning umumiy qon aylanish tizimining buzilishi kuzatiladi. Bunda qon aylanish ritmi susayadi, qonning quyilish xususiyati yo'qola boradi, qon tomirlari, ayniqsa, kapilyar qon tomirlari mo'rt bo'lib qoladi, ovqat hazm qilish a'zolarining faoliyati buziladi, odam ozib ketadi va organizmning tashqi yuqumli kasalliklarga qarshi kurashish qobiliyati kamayadi. Radioaktiv moddalaning qo'lga ta'sir qilishi oldin sezilmaydi. Vaqt o'tishi bilan qo'l qurushqoq bo'lib qoladi, unda yorilishlar kuzatiladi, tirnoqlar tushib ketadi. Radioaktiv nurlarning alfa va beta nurlari tashqaridan ta'sir ko'rsatganda organizmning teri qavati yetarlicha qarshilik ko'rsata oladi. Ammo bu radioaktiv nurlar ovqat hazm

qilish a'zolariga tushib qolganda ulaning zararli ta'siri kuchayib ketadi. Ko'pchilik radioaktiv moddalar organizmning ba'zi bir qismlarida yig'ilish xususiyatiga ega. Masalan, jigar, buyrak va suyaklarda yig'ilishi butun organizmni tezda ishda chiqaradi. Ba'zi bir radioaktiv moddalar zaharli bo'lib, ularning zaharlilik darajasi eng xavfli zararli moddalarnikidan ham yuqori bo'ladi.

Organizmning nurlanish dozasini hisobga olib radioaktiv moddaning inson organizmidagi miqdorini baholash mumkin.

3.3. Nurlanish normalari

Radioaktiv izotoplar bilan ish bajariladigan sanoat korxonalarida, bu korxonalarda to'g'ridan-to'g'ri shu izotoplar bilan ishlayotganlardan tashqari, qo'shni xonalarda boshqa ishlar bilan shug'ullanayotganlar, shuningdek, sanoat korxonasi joylashgan zonada yashovchilar ham bir muncha radioaktiv nurlanishlar ta'siriga tushib qolishlarini hisobga olish kerak.

Ishchilari va boshqa ishlar bilan radioaktiv zonalarda shug'ullanayotgan va yashayotgan shaxslarning xavfsizligini ta'minlashning asosiy vositalari: xavfsiz oraliq masofalari bilan ta'minlash, nurlanish vaqtini kamaytirish, umumiy muhofaza vositalari va shaxsiy himoya vositalaridan foydalanishdir. Bunda, radioaktiv nurlanishlar miqdorini o'lchash asboblariidan foydalanib nurlanish dozasini bilish muhim ahamiyatga ega.

Ionlashtirilgan nurlanishlardan ishchilarni saqlash qoida va normalari hamda qo'llaniladigan himoya vositalari juda xilma-xildir. Asosiy normalovchi hujjat sifatida quyidagilardan foydalaniladi: «Radioaktiv xavfsizlik normalari (NRB-76)». «Radioaktiv moddalar va boshqa ionlashgan nurlanish manbalari bilan ishlovchilar uchun asosiy sanitariya qoidalari» (OSP-72); GOST 12.2.018-76 «SSBT. Rentgen qurilmalari. Xavfsizlikning umumiy talablari»; GOST 17.4.001-75 «SSBT. Ishchilari muhofaza qilish vositalari. Sinflari». Joriy qilingan normalar bo'yicha nurlanishning yo'l qo'yiladigan dozasi (YQD), shuningdek, ishlovchi uchun bir yillik nurlanish darajasi 50 yil davomida organizmda yig'ilgan taqdirda

uning sog'lig'iga va avlodlari sog'lig'iga zarar yetmaydigan miqdorlari belgilangan . Radioaktiv nurlanishlar kishi organizmining hammasiga birdan ta'sir ko'rsatmasdan, ba'zi bir a'zo va hujayralarini ko'proq zararlashi aniqlangan. Shuning uchun ham nurlanishning umumiy dozasi emas, balki organizmning qaysi qismida radioaktiv nurlanuvchi moddalar yig'ilganligi hisobga olinadi. Chunki bu yig'ilgan qismlardagi radioaktiv moddalar butun organizm falokatini ta'minlashi mumkin. Shuning uchun radioaktiv nurlanishlar xavfsizlik normalari NRB-76 bo'yicha, yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan dozalari (YQD) ichki va tashqi nurlanishlar bo'yicha belgilanganda, nurlanuvchilar toifasi va xavfli a'zolar hisobga olinadi.

A-toifasi: ionli nurlanishlar manbalarida mehnat qilganliklari sababli, nurlanish ta'siriga duchor bo'lishi mumkin bo'lgan shaxslar.

B-toifasi: nurlanishlar bilan ish olib boriladigan sanoat korxonasi joylashgan joyda yoki unga yaqin zonalarda yashovchi shaxslar.

D-toifasi: mamlakatning hamma aholi yashash punktlari.

Ichki va tashqi nurlanishlar uchun yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan doza (YQD) inson organizmining muhim qismlarini 3 guruhga bo'lish bilan belgilanadi:

- 1) butun tana, qizil suyak iligi;
- 2) muskullar, qalqonsimon bez, yog to'plovchi hujayralar, jigar, buyrak taloq, ovqat hazm qilish a'zolari, o'pka , ko'zqorachig'i va boshqalar.
- 3) suyak to'qimalari, qo'l terisi, yelka, boldir va tovonlar .

A va B toifasiga kiradigan ishchilarning muhim xavfli a'zolarining ichki va tashqi nurlanishda yo'l qo'yiladigan dozasi quyidagicha:

Nurlanish ta'siridagi kishilar toifalari	Yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan doza (yiliga ber hisobida, xavfli organlar guruhlari uchun)		
	I	II	III
A	5	15	30
B	0,5	1,5	3

Har qanday holatda ham 30 yil davomida yig'ilgan doza yo'l qo'yish mumkin bo'lgan dozadan 12 martadan ko'p o'lmasligi kerak. Nurlanishning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan dozasi A toifasidagi ishchilar 1 toifa a'zolari uchun quyidagi formula bilan aniqlanadigan dozadan ortib ketmasligi kerak.

$D < 5(N - 18)$, bunda , D — doza; N — ishchining yoshi, yil

Ishchilarning ichki nurlanishlarini kamaytirish uchun radioaktiv moddalar ochiq holatda ishlatishga yo'l qo'ymaslik, odam ichki a'zolariga, xonadagi havo muhitiga tushib qolmasligini ta'minlash, shuningdek, radioaktiv moddalar bilan qo'l, kiyim va xonadagi jihozlar yuzasini zararlanishdan saqlash kerak.

Ochiq holda ishlatilganda ichdan nurlantirish xavfi bo'lgan radioaktiv moddalar besh guruhga bo'linadi: A- nihoyatda yuqori nurlanish aktivligiga ega bo'lgan izotoplar; B-yuqori nurlanish aktivligiga ega bo'lgan izotoplar; D- o'rtacha nurlanish aktivligiga ega bo'lgan izotoplar; E-kichik nurlanish aktivligiga ega bo'lgan izotoplar; F-nurlanish aktivligi juda kam bo'lgan izotoplar.

Radioaktiv moddalar bilan ochiq holda ishlaganda ularning zararli nurlanish aktivligiga qarab uch sinfga bo'linadi. Zararli nurlanish aktivligi bo'yicha III-IV-sinfga mansub moddalar bilan kimyo laboratoriyalarida ishlash mumkin. I va II sinf moddalar bilan esa maxsus jihozlangan ma'lum sanitariya-gigiena va texnik talabga javob beradigan xonalarda ish olib borish tavsiya etiladi. III-IV-sinf moddalarni ishlatganda ba'zi bir yengil operatsiyalami ish stolida, asosan, maxsus shamollatiladigan shkaflarda bajariladi. I va II sinf radioaktiv moddalar bilan ishlash asosan shamollatiladigan shkaflarda yoki maxsus bokslarda amalga oshiriladi.

Radioaktiv moddalar bilan ishlaganda, radioaktiv moddazarralari ish joylarini, odamning qo'llari va boshqa ochiq tana qismlariga o'tirib qolishi, havo muhitiga o'tib qolishi va u yerda radioaktiv nurlanish manbalari hosil qilishi mumkin. Shuningdek, bu radioaktiv changsimon moddalar nafas yo'llari yoki teri orqali organizm ichki a'zolariga kirib qolishi mumkin.

Terining nurlanish dozasini katta aniqlik bilan hisoblash imkoniyatlari bor. Buning

uchun ish bajarilayotgan zonaning zararlanish darajasi aniqlanadi. Bunda ishlatilayotgan moddaning aktivligi va zararlangan yuzaning kattaligi hisobga olinadi.

Ichdan nurlanish dozasini hisoblash ancha qilin, chunki u bir qancha omillarga bog'liq. Teri, shaxsiy muhofaza aslahalari va xonalar ishchi yuzalarining yo'l qo'yiladigan zararlanish darajasi aniqlanmaydi. Bular radioaktiv moddalar bilan ishlashda orttirilgan tajribalarga asoslangan sanitariya qoidalarida belgilanadi.

3.4. Radioaktiv nurlanishlarga qarshi kurash chora-tadbirlari.

Radiaktiv moddalar bilan ishlayotgan ishchilrni nurlanishdan muhofaza qilishning turli xil usullaridan foydalaniladi. Bunda nurlanish tashqi va ichki bo'lishini hisobga olinishi zarur. Tashqi nurlanishlardan saqlashda asosan nurlanish vaqtini belgilash nurlanayotgan modda bilan ishchi orasidagi masofani saqlash va ekranlar yordamida to'siq vositalaridan foydalaniladi. Ishchining radioaktiv nurlanish zonasida bo'lish vaqti, uning yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan dozada nurlanish olish vaqtidan oshirmasligi kerak. Nurlanish intensivligi nurlanayotgan modda bilan ishchi orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional ekanligini hisobga olganda, ma'lum masofada turib ishlaganda ekranlardan foydalanmasa ham bo'ladi. Muhofaza ekranlari konstruksiyalari har xil bo'lib, ularning bir joyga o'rnatilgan, harakatlantiradigan, qismlarga bo'linadigan va stol ustida ishlatiladigan turlari bo'ladi. Muhofaza ekranlari har xil moddalarning nurlanish zarralarini o'tkazmaslik xususiyatiga asoslangan. Ekran qalinligini uning muhofaza qilishi zarur bo'lgan nurlanuvchi modda intensivligini hisobga olgan holda ma'lumotnomalarda keltirilgan jadval va nomogrammalar asosida qabul qilinadi.

Alfa nurlanishlardan saqlanishda ekran qarshiligini hisoblashning ehtiyoji yo'q. Chunki bu nurlanishlar harakat doirasi eng kuchli radioaktiv moddalarda ham 55 mmdan oshmaydi. Alfa nurlanishlarni oyna, pleksiglaz, folganing eng yupqa xili ham ushlab qolish imkoniyatiga ega.

Beta nurlanishlardan muhofaza qilishda beta nurlarining harakat masofalarini

hisobga olgan holda ekran moddasi va qalinligi tanlanadi.

Gamma nurlanishlardan muhofaza qilishda og'ir metallardan foydalanish kerak. Masalan, qo'rg'oshin, volfram va boshqalar yaxshi natija beradi. O'zlarining muhofazalanish xususiyatlariga ko'ra o'rtacha og'irlikdagi metallar ekran sifatida yaxshi natija beradi (po'lat, cho'yan, mis birikmalari va boshqalar).

Ekranlar yordamida ish joylaridagi nurlanishni xohlagan miqdorda kamaytirish imkoniyatlari bor. Rentgen qurilmalarini ishlatganda ikki xil nurlanish hosil bo'ladi. Bular to'g'ri tushayotgan nurlar va har xil yuzalarga tushib qaytgan nurlardir. Ish bajarilayotgan vaqtda bu nurlarning ikkalasidan ham muhofazalanish chora-tadbirlarini ko'rish kerak.

Muhofaza ekranlarining puxta ishlayotganligi o'lchash asboblari yordamida tekshirib turiladi. Yopiq holatdagi nurlanuvchi moddalar bilan ishlaganda asosan tashqi nurlanishlarga qarshi muhofaza aslahalaridan foydalaniladi.

Sanoat korxonalari sharoitida ishchilar metall va kristallarning tarkibi tahlilini o'tkazayotgan vaqtda rentgen nurlanishlariga yoki lampa generatorlar ta'sirida tushib qolishlari mumkin. Ishchilarning rentgen nurlari ta'sirida kasallikka chalinib qolmasliklarini ta'minlash uchun ish bajariladigan xonalarni rentgen nurlarini o'tkazmaydigan materiallardan tayyorlangan ekranlar bilan to'sish lozim. Qo'rg'oshin plastinkalari, qo'rg'oshinlashtirilgan rezina materiallari bunday nurlarni yutish qobiliyatiga ega.

Rentgen qurilmalarini quruq, yog'och polli xonalarga o'matish kerak. Bu xonalarning shamollatish darajasi 3—5 dan kam bo'lmasligi kerak. Ochiq holatdagi radioaktiv moddalar bilan faqat bosimi kamaytirilgan, mustahkam yopiladigan shkaf, boks va kameralarda ish bajarish kerak. Qurilmaning mustahkam berkitilganligi tekshirib turiladi.

Ish bajarish joylariga qo'lqoplar o'rnatib qo'yilgan bo'ladi. Bunday qurilmalar uchun bosim kamaytirilishi 200 Pa dan kam bo'lmasligi va bu tekshirib turilishi kerak. Izotoplar bilan bajariladigan har xil operatsiyalarni bokslarda bajarish tavsiya etiladi. Bokslar pleksiglaz, alyuminiy, zanglamaydigan po'lat bilan

qoplangan berk kameralardan iborat bo'lib, unga rezina qo'lqop yoki manipulyatorlar o'rnatilgan bo'ladi. Boks ichidagi bosim ma'lum miqdorda kamaytirilgan bo'lib, bosim o'lchash asboblari bilan tekshirib turiladi. Bu qurilmalar radioaktiv moddalar yordamida turli vazifalarni bajarish imkoniyatini beradigan qurilmalar bilan jihozlanadi.

Radioaktiv moddalar bilan ish bajariladigan binolarning devorlari, pol, shift va eshiklari tekis va silliq bo'lishi kerak. Hamma burchaklar, radioaktiv moddalardan tozalash oson bo'lsin uchun yarim aylana shakliga keltiriladi. Xonalarda shaxsiy muhofaza vositalari uchun havo berish tizimlari tashkil qilinadi. Bino maxsus sanitariya-gigiena jihozlariga ega bo'lishi kerak. Bular — yuvinish qurilmalari, dush xonalari, suv ichish fovoralari va boshqalardir. Bu qurilmalar tuzilishiga ko'ra shunga o'xshash sanitariya-texnik qurilmalaridan bir muncha farq qiladi. Masalan, qo'l yuvish qurilmalarida kran o'rniga pedal o'rnatiladi. Shuningdek, bu xonalarda albatta issiq suv ta'minoti bo'lishi shart. Kanalizatsiya tizimlari zararsizlantirish qurilmasiga ega bo'ladi. Radioaktiv moddalar maxsus zich yopiladigan idishlarda saqlanadi. Radioaktiv moddalar bilan ish bajariladigan va ular saqlanadigan binolag eshiklariga radioativ xavf belgisi qo'yiladi.

3.5. O'lchash asboblari

Nurlanishlar bilan ish olib borayotganda inson organizmiga ta'sir ko'rsatayotgan nurlanish dozasini va ish joylaridagi nurlanish miqdorini bilib turish katta ahamiyatga ega. Shuning uchun ham o'lchov asboblari katta ahamiyat beriladi.

O'lchash asboblarning ishlash tizimi ionlanish, sintilatsiya va fotografiya usullariga asoslangan. Ba'zi bir gazlar radioaktiv nurlar ta'sirida elektr o'tkazuvchan bo'lib qolish qobiliyatiga ega. Ionizatsiya usuli shunga asoslangan. Sintilatsiya usuli esa gaz, kristall va eritmalarining ionlashtirilgan nurlanishlari yutishi natijasida ko'rinadigan nurlar tarqatish xossasiga asoslangan. Fotografiya usuli ionlovchi nurlanishlar fotoemulsiyaga ta'sir ko'rsatishiga qarab belgilanadi.

O'lchash asboblari radioaktivlikni yoki zararlanish dozasini o'lchaydigan turlarga

bo'linadi. Radiometrik asboblarda radioaktiv moddalar qancha zarrachalar va kvantlar ajratayotganini o'lchaydi.

Dozimetrik asboblarda esa ionlashtirilgan nurlanishlar qancha energiyani uzatayotgani yoki obyektga tushayotganini o'lchaydi. Radiometrik va dozimetrik asboblarda umuman sanoat korxonalari holatini o'lchash uchun hamda shaxsiy nazorat vositasi sifatida ishlatilishi mumkin. Shaxsiy nazorat har bir ishchi uchun ishlayotgan davridagi ma'lum vaqtlarda (masalan, kun yoki hafta davomida) nurlanishlar darajasini aniqlash imkoniyatini beradi.

Dozimetrlar ishchi tanasining eng ko'p nurlanish olishi mumkin bo'lgan qismiga o'rnatiladi.

3.6. Shaxsiy muhofaza aslahalari

Shaxsiy muhofaza aslahalari asosiy muhofaza aslahalariga qo'shimcha ravishda ishlatiladi. Ular organizmning teri qismlarini, shuningdek, nafas olish a'zolarini tashqi nurlanishdan muhofaza qiladi. Ular asosan nurlanishlardan saqlash imkoniyatiga ega, ammo γ -nurlanishlar va neytron nurlanishlaridan muhofaza qila olmaydi.

Shaxsiy muhofaza aslahalarini umuman ionlovchi nurlanishlarda ishlatganda shartli ravishda hamma vaqt qo'llaniladigan va qisqa muddatga foydalaniladigan vositalarga ajratiladi. Hamma vaqt qo'llaniladigan shaxsiy muhofaza aslahalariga xalatlar, kombinezonlar, kostyumlar, maxsus oyoq kiyimlari va ba'zi bir changga qarshi ishlatiladigan respiratorlar kiradi. Qisqa muddatli shaxsiy muhofaza aslahalariga izolatsiya qilingan kostyumlar kiradi. Bu kostyumlarning shlang bilan havo beriladigan qilib ishlanadigan yoki avtonom ravishda ishlatiladigan turlari bo'ladi. Shaxsiy muhofaza aslahalarining tuzilishi va ishlatish xususiyatlarini hisobga olib quyidagilarga: izolatsiyalovchi kostyumlar, nafas olish organlarini muhofazalash vositasi, maxsus kiyimlar, maxsus oyoq kiyimlari, qo'shimcha muhofaza vositalariga bo'lish mumkin.

Radioaktiv moddalar bilan ishlaganda, muhofazalovchi kostyumlar ishchini

radioaktiv nurlanishlardan ishonchli himoya qilishi kerak. Bunday kostyumlar avariya holatlatida va remont ishlarini bajarishda foydalaniladi. Ularga qo'yiladigan asosiy talab ishlash davrida ishchiga qo'shimcha og'irlik tushmasligini ta'minlashdir .

Uning tuzilishi tashqi muhit bilan izolatsiya qilingan holda, kostyum ichida ish sharoitini yaxshilovchi mikroiqlim ta'minlanishi kerak. Mavjud zamonaviy izolatsiya kostyumlari ishchilarni yaxshi muhofaza qiladi. Nafas olish organlarini muhofaza qilishda respiratorlardan va shlangali protivogazlardan foydalaniladi.

Maxsus kiyim-bosh va maxsus oyoq kiyimi.

Radioaktiv moddalar bilan ishlayotgan ishchilar xalatlardan, qalpoqlardan, rezina qo'lqoplardan, aktivligi 10 mKidan ortiq bo'lgan ba'zi bir izotoplar bilan ishlaganda — kombinizonlar, maxsus ichki kiyimlar, xlorvinil fartuklari va yenglari, plyonka xalatlar, botinkalardan foydalaniladilar. Binolarni tozalayotgan ishchilarga qo'shimcha rezina qo'lqoplar, fartuklar, yenglar, kalishlar va rezina etiklar beriladi.

Qo'shimcha muhofaza vositalari.

Qo'lni muhofaza qilish uchun neyron lentasidan tayyorlangan va oson dezaktivatsiya qilinadigan uzun (600 mm) va qisqa (290 mm) qo'lqoplar beriladi. Matodan va charmdan tayyorlangan qo'lqoplardan foydalanilmaydi, chunki ular suyuqliklarni shimishi va chang yutishi mumkin. Katta tig'izlikka ega bo'lgan nurlanishlarda qo'rg'oshinlashtirilgan rezinadan qilingan va egiluvchan yenglarga ega bo'lgan qo'lqoplardan foydalaniladi. Ko'zni nurlaridan saqlash uchun oddiy shisha ko'zoynaklar kifoya qiladi. Ba'zi bir kuchliroq — nurlariga qarshi silikat va pleksiglaz ishlatiladi. Nurlarga qarshi ko'zoynaklarda qo'rg'oshinli oyna yoki volfram fosfati qo'shilgan oyna qo'yiladi. Agar havo muhitida radioaktiv changlar mavjud bo'lsa, unda ko'zoynaklar rezina maskalar bilan jihozlangan bo'lishi kerak.

HULOSA

Ushbu bitiruv malakaviy ishni bajarish natijasida quyidagi asosiy hulosalar qilindi:

1. Radioaktiv moddalarning eng xavfli tomoni shundaki, uning ta'siri inson organizmidagi sezish organlariga sezilmaydi, ya'ni inson radioaktiv nurlar ta'sirida uzoq vaqt ishlashiga qaramasdan, ularning zararli ta'sirlarini mutlaqo sezmasligi mumkin. Buning natijasi esa ayanchli tugaydi.
2. Radioaktiv nurlanishlar ta'sirida organizmning umumiy qon aylanish tizimining buzilishi kuzatiladi. Bunda qon aylanish ritmi susayadi, qonning quyilish xususiyati yo'qola boradi, qon tomirlari, ayniqsa, kapilyar qon tomirlari mo'rt bo'lib qoladi, ovqat hazm qilish a'zolarining faoliyati buziladi, odam ozib ketadi va organizmning tashqi yuqumli kasalliklarga qarshi kurashish qobiliyati kamayadi.
3. Alfa nurlanishlardan saqlanishda ekran qarshiligini hisoblashning ehtiyoji yo'q. Chunki bu nurlanishlar harakat doirasi eng kuchli radioaktiv moddalarda ham 55 mmdan oshmaydi. Alfa nurlanishlarni oyna, pleksiglaz, folganing eng yupqa xili ham ushlab qolish imkoniyatiga ega.
4. Beta nurlanishlardan muhofaza qilishda beta nurlarining harakat masofalarini hisobga olgan holda ekran moddasi va qalinligi tanlanadi.
5. Gamma nurlanishlardan muhofaza qilishda og'ir metallardan foydalanish kerak. Masalan, qo'rg'oshin, volfram va boshqalar yaxshi natija beradi. O'zlarining muhofazalanish xususiyatlariga ko'ra o'rtacha og'irlikdagi metallar ekran sifatida yaxshi natija beradi (po'lat, cho'yan, mis birikmalari va boshqalar).
6. Radiometrik asboblarda radioaktiv moddalar qancha zarrachalar va kvantlar ajratayotganini o'lchaydi. Dozimetrik asboblarda esa ionlashtirilgan nurlanishlar qancha energiyani uzatayotgani yoki obyektga tushayotganini o'lchaydi. Radiometrik va dozimetrik asboblarda umuman sanoat korxonalari holatini o'lchash uchun hamda shaxsiy nazorat vositasi sifatida ishlatilishi mumkin.
7. Shaxsiy muhofaza aslahalari asosiy muhofaza aslahalariga qo'shimcha ravishda

ishlatiladi va organizmning teri qismlarini, shuningdek, nafas olish a'zolarini tashqi nurlanishdan muhofaza qiladi. Ular asosan nurlanishlardan saqlash imkoniyatiga ega, ammo γ -nurlanishlar va neytron nurlanishlaridan muhofaza qila olmaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. Xoll E.Dj. - Radiatsiya i jizn - M., Meditsina, 1989.
2. Yarmonenko S.P. - Radiobiologiya cheloveka i jivotnix- M., Visshaya shkola, 1988.
3. Praktikum po yadernoy fizike - M., Izd-vo MGU, 1980. Shirokov Yu.M., Yudin N.P. - Yadernaya fizika -M., NAUKA, 1980.
4. Vasilenko I.Ya. - Radiatsionnye porajeniya produktami yadernogo deleniya - Zdravooxranenie Belorussii. 1986, N12., s.68.
5. Normi radiatsionnoy bezopasnosti NRB-76/87 i osnovnie sanitarnie pravila raboti s radioaktivnimi veshchestvami i drugimi istochnikami ioniziruyushix izlucheniya OSP-72-87.
6. Biologicheskoe deystvie produktov yadernogo deleniya. Metabolizm i ostrye porajeniya - Radiobiologiya, 1992, t.32, v.1, s.69-78.
7. Biologicheskoe deystvie produktov yadernogo deleniya. Otdalennye posledstviya porajeniya - Radiobiologiya, 1993, t.15, v.2, s. 442-452.