

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

**QARSHI MUHANDISLIK – IQTISODIYOT
INSTITUTI**

ENERGETIKA FAKULTETI

«Muqobil energiya manbalari» ta'lim yo'nalishi

195-guruhi talabasi Rahmatov Lazizning

“fizika” fanidan

REFERATI

**MAVZU: YADROVIY KUHLAR VA RADIOAKTIVLIK
QONUNLARI**

Ilmiy rahbar:

k.o'q. M.J.Qorjovov

Qarshi-2016



MAVZU: YADROVIY KUCHLAR VA RADIOAKTIVLIK QONUNLARI

I.Kirish.

II. Asosiy qism.

- 1. Atom yadrosining tarkibi**
- 2. Yadro kuchlari va ularning xossalari. .**
- 3. Yadro massasi va bog'lanish inergiyasi**
- 4. Tabiiy radioaktivlik. Sun'iy radioaktivlik.**
- 5. Radioaktivlik qonunlari.**

III. Xulosa.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

Kirish

Yadro fizikasi eng yosh fanlardan hisoblanib, atom yadrosining tuzilishi, xususiyatlari va yadroda sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganadi.

XX asrgacha atom yadrosi haqida hech narsa ma'lum bo'lmasdan, atom moddaning kichik bo'linmas zarrachasi deb hisoblanar edi.

1896 yil A.Bekkerel (1852-1908) radioaktivlikni kashf etib, radioaktiv nurlanishlarning fotoplastinkaga ta'sir etishini va ionlatish xususiyatlarini aniqladi. Radioaktivlik vaqtida uch xil (α , β , γ) nurlanish vujudga kelib, nurlanish intensivligi tashqi ta'sirlarga (temperatura, elektromagnit maydon ta'siri, deformatsiya) bog'liq emasligi aniqlandi.

1900 yili Kyuri, E.Rezerford, F.Soddilar radioaktiv namunalardan chiquvchi α -ikki marta ionlashgan geliy atomi, β -tez elektron, γ -esa qisqa elektromagnit to'lqin ekanligini aniqladilar. Shuning uchun, radioaktivlikni atom, molekulalarda bo'ladigan jarayonlar deb tushuntirib bo'lmaydi, balki yangi bir soha – yadroda deyishlikni taqozo etadi.

J.J.Tomson 1897 yil 29 aprelda elektronni kashf etdi. 1904 yili esa u o'zining atom modelini tavsiya etdi, bunga ko'ra atom o'lchami $R=10^{-8}$ sm bo'lgan musbat va manfiy zaryadlarga aralash neytral shar deb, atom nurlanishini kvazielastik kuchlarga ko'ra tebranishi tufayli deb qaradi. Atomdagi musbat va manfiy zaryadlarning taqsimlanishi xarakterini o'rganish maqsadida E.Rezerford va uning xodimlari α -zarrachalarning moddalarda sochilishini o'rganishdilar. Tajriba natijasida α -zarralar o'zining dastlabki yo'nalishini turli burchak ostida o'zgartirgan. Ba'zilar juda katta (deyarli 180° gacha) burchakka sochilgan. Olingan natijalarga asoslanib Rezerford atom ichida juda kichik hajmga to'plangan va katta massaga tegishli kuchli musbat elektr maydon (yadro) mavjud bo'lgandagina α -zarralar shunday katta burchakka sochilishi mumkin, degan xulosaga keladi va 1911 yili o'zining planetar modelini yaratdi. Bu modelga ko'ra elektronlar yadro atrofida joylashadi. Elektronlar soni esa shundayki, ularning yig'indi manfiy zaryadi yadroning musbat zaryadini neytrallab turadi. Atomning bunday yadroviy modeliga ko'ra uning deyarli butun massa kattaligi taxminan 10^{-12} sm ga teng bo'lgan atomning markazi yadrosida to'plangan.

Rezerford taklif etgan atomning planetar modeli atomning barqarorligini, spektrning diskretligini tushuntira olmaydi. Chunki, atom qobig'ida elektron yadro atrofida aylanib turar ekan, zaryadli zarra elektrodinamika qonunlariga ko'ra o'z energiyalarini nurlab borishligi lozim edi va nihoyat elektron yadroga qulab tushishligi kerak.

Yuzaga kelgan qarama-qarshiliklarni bartaraf qilish uchun Daniyalik olim N.Bor 1913 yilda o'zining yangi, atomda bo'ladigan jarayonlarning kvant nazariyasini taklif qildi. U atomda Plank doimiysiga $h = 1,05 \cdot 10^{-27}$ erg*s karrali bo'lgan aniq harakat miqdori momentiga ega bo'lgan statsionar elektron qobiqlarning mavjudligini postulat ko'rinishida bayon qildi.

$$m_e \vartheta r = n\hbar$$

m_e - elektron massasi , $\mathcal{J}$ -elektron tezligi , r - orbita radiusi, n - butun son.

N.Bor o'z postulatlari bilan atom yadrosidagi jarayonlarni klassik tasavvurlashdan kvant tasavvurlashga asos soldi. Shunday qilib, shu vaqtdan klassik fizika qonunlaridan kvant fizikasiga o'tish davri boshlandi.

1926 yili Geyzenberg, Shredengerlar mikrodunyo jarayonlarini kvant mexanikasi qonunlariga ko'ra tushuntira boshladilar. Kvant mexanikasiga ko'ra, zarralar harakatini o'rganishda ularning harakat treaktoriyasini, bir vaqtda turgan joyi va tezliklarini aniq bilish mumkin emas.

Geyzenberg noaniqlik prinsipini, Shredenger kvant fizikasiga ko'ra to'liq funktsiyalarini ishlab chiqdi. 1919 yil Aston mass-spektrograf yaratdi va bu esa atom massalarini aniq o'lchash imkoniyatini berdi. Element massalari har xil bo'lgan izotoplari aniqlandi. Rezerford birinchi marotaba alfa-zarralar bilan azot N_7^{14} yadrosini bombardimon qilib, $\alpha_2^4 + N_7^{14} \rightarrow O_8^{17} + H_1^1$ yadro reaksiyasini amalga oshirdi. Bu hodisa insoniyatning tabiat kuchlari ustidan erishilgan dastlabki g'alabasi edi.

Reaksiyada vujudga kelgan vodorod atomining yadrosi barcha yadrolar tarkibiga kiruvchi elementar zarra ekanligi aniqlandi va proton (p) deb nom berildi. Proton birinchi degan (yadro tarkibiga kiruvchi birinchi zarra) ma'noni anglatadi. Proton massasi $m_p = 1836,1 m_e$, zaryadi $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Kl elektron zaryadiga teng, ishorasi esa qarama-qarshi.

Proton kashf etilgandan so'ng yadroning proton-elektron modeli yaratildi, lekin bu model yadro momentlarini tushuntira olmadi. Yadro ichki sirlarini o'rganish uchun yuqori energiyali tezlatgichlar qurila boshlandi. Shu maqsadda elektrostatik generator Van-de-Graf, E.Lourens tomonidan siklotron yaratildi.

D.Kokroft, E.Uoltonlar sun'iy tezlashtirilgan protonlar bilan birinchi yadro reaksiyasini amalga oshirdi. K.Anderson kosmik nurlar tarkibida pozitron (e^+) ni kashf etdi.

Kosmik nurlar va yadro nurlanishlarini o'rganish uchun Vilson kamerasi va fotoemulsiya usullari yaratildi.

1. Atom yadrosining tarkibi. . Atom markazida yadro joylashgan va uning atrofida turli orbitalar bo'yicha elektronlar tinimsiz harakat qiladi. Atom yadrosi atomning markaziy qismida joylashgan bo'lib, proton va neytronlardan tashkil topgan. Atomning ichki tuzilishi qanday? - bu savol XX asr boshlarigacha yechilmay keldi. Shu davrga qadar faqat atomning o'lchami 10^{-8} sm atrofida ekanligi, musbat va manfiy zarralar esa atom ichida muallaq harakatda ekanligi, hamda elektron massasi atom massasiga nisbatan bir necha ming marta kichik bo'lishligi ma'lum edi, xolos.

Yana bir elementar zarra - neytronni 1932-yil Chedvik aniqladi. Shundan so'ng fizik D.D.Ivanenko va nemis olimi V.Geyzenberg bir-biridan mustaqil ravishda atom yadrosi proton va neytronlardan tashkil topgan, degan fikrni ilgari surdilar. Shu tariqa atom yadrosining proton-neytron modeli yaratildi. Proton va neytronning birgalikdagi nomi nuklon deb ataladi. Bu nom lotincha NUCLEUS yadro degan so'zdan olingan bo'lib, u proton va neytron yadroviy zarralar ekanligini anglatadi.

Proton musbat elementar elektr zaryadga ega bo'lgan zarradir, ya'ni $q=+e=+1,60219 \cdot 10^{-19}$ Kl. Uning tinchlikdagi massasi $m_p=1,67265 \cdot 10^{-27}$ kg. Neytron esa elektroneytral zarra bo'lib, uning tinchlikdagi massasi $m_n=1,67495 \cdot 10^{-27}$ kg. Bundan tashqari energiya va massaning ekvivalent qonuniga ($W = m \cdot c^2$) asoslanib, massa Joullarda yoxud elektron Voltlarda ($1J = 6,2419 \cdot 10^{18}$ eV) ham ifodalanadi. Demak,

$$m_p = 1,5033 \cdot 10^{-10} \text{ J} = 938,28 \text{ MeV}$$

$$m_n = 1,5054 \cdot 10^{-10} \text{ J} = 939,57 \text{ MeV}$$

Har qanday fermionlar (Fermi-Dirak statistikasiga tegishli zarralar) kabi nuklonlarning ham spinlari (Spin - ingliz so'zidan olingan bo'lib burilib aylanish deganidir) yarimga teng, ya'ni $S = 1/2$. Elementar zarralar spinlarini kvant sonlari yordamida ana shunday yozish mumkin. Proton yoxud neytronning spini $1/2$ ga teng deyilganda, nuklon spinining ixtiyoriy yo'nalishga (masalan tashqi magnit maydon yo'nalishiga) proyeksiyasi

$$\frac{1}{2} \hbar = \frac{1}{2} \cdot 1,054559 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 0,5273 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

ga teng ekanligini tushunishimiz lozim.

Proton va neytronlar xususiy magnit momentlarga ham ega, ularning qiymatlari quyidagicha:

$$\mu_p = + 2,79 \mu_n$$

$$\mu_n = - 1,91 \mu_n$$

Bu ifodadagi yadrolar va zarralarning magnit momentlarini o'lchash uchun qo'llaniladigan va yadroviy magneton deb ataluvchi kattalik. Bu tushuncha Bor magnetoniga qiyoslab kiritilgan. Agar Bor magnetoni ifodasining maxrajidagi elektron massasi m_e o'rniga proton massasi m_p qo'ysak, yadroviy magnetonning ifodasi hosil bo'ladi:

$$\mu_n = \frac{e\hbar}{2m_p} = 5,0508 \cdot 10^{-27} \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$$

D.I.Mendeleyev davriy jadvalidagi elementlarning tartib nomeri Z shu element atomi yadrosining zaryadini aniqlaydi. Yadrodaqi nuklonlar soni, ya'ni yadro tarkibidagi barcha protonlar soni Z va barcha neytronlar soni N ning yig'indisi

$$\underline{Z + N = A}$$

yadroning massa soni deyiladi.

Yadrolarni belgilashda elementning ximiyaviy simvolidan foydalanib, simvolning yuqoridagi o'ng tomonida yadroning massa soni yoziladi. Masalan: Li^7 , Au^{197} va hokazo. Ba'zan simvolning pastki chap tomonida elementning tartib nomeri (protonlar soni) ham qayd qilinadi:

$${}_8\text{O}^{16}, {}_{20}\text{Ca}^{40}, {}_{26}\text{Fe}^{54}, {}_{75}\text{Re}^{182}, {}_{92}\text{U}^{235}.$$

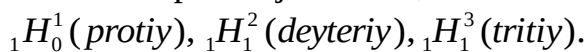
Ba'zi hollarda esa yadrodaqi protonlar va neytronlar sonini aks ettirish uchun ximiyaviy simvolning pastki o'ng tomoniga neytronlar soni ham yozib qo'yiladi:

$${}_8\text{Bi}_{126}^{209}, {}_{92}\text{U}_{146}^{238}.$$

Demak, yadroni xarakterlash uchun Z, N va A sonlar qo'llaniladi. Bu sonlardan birontasi o'zgarmas bo'lgan yadrolarni umumlashtiruvchi quyidagi nomlardan foydalaniladi:

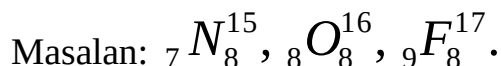
1. Z lari bir xil bo'lgan yadrolar IZOTOPLAR deyiladi.

Masalan vodorodning uchta izotopi mavjud bo'lib,



Demak, izotoplar deganda neytronlar soni bilan farqlanuvchi ayni element atomlarining yadrolarini tushunish lozim.

2. N lari bir xil bo'lgan yadrolar IZOTONLAR deyiladi.



3. Z va N lari har xil, lekin A=Z+N lari bir xil bo'lgan yadrolar IZOBARLAR deyiladi.



Yadrolarning impuls momentlari (yoki oddiygina spinlari) yadro tarkibiga kiruvchi nuklonlarning orbital va xususiy momentlarining vektor yig'indisi shaklida aniqlanadi. Yadrolar spinlarining qiymatlari Z va N larning toq va juftligiga bog'liq:

- Z va N lari juft sonlar bilan ifodalangan barcha yadrolar (bunday yadrolar juft-juft yadrolar deb ataladi) ning spinlari nolga teng.
- Z va N lari toq sonlar bilan ifodalangan yadrolar (bunday yadrolar toq-toq yadrolar deb yuritiladi) ning spinlari butun sonli qiymatlarga (masalan 0,1,2,...) ega bo'ladi.
- Nuklonlarning umumiy soni A=Z+N toq sonli qiymatlar bilan aniqlanadigan yadrolar (Z-toq, N-juft, yoki aksincha, bo'lishi lozim) ning spinlari 1/2, 3/2, 5/2 va hokazo qiymatlarga teng bo'ladi.

Yadroning magnit momentini yadro tarkibidagi nuklonlar xususiy magnit momentlarining vektor yig'indisi tarzida ifodalash mumkin emas. Bu fikrimizning isboti tariqasida H^2 (deyteriy) yadrosi ustida mulohaza yuritaylik. H^2 yadrosi bitta proton va bitta neytrondan tashkil topgan. Uning spini 1 ga teng. Bundan proton va neytronning spinlari bir xil yo'nalishga ega (chunki $1/2+1/2=1$), degan xulosaga kelamiz. U holda deyteriyning magnit momenti

$$\mu_H = \mu_p + \mu_n = (2,79 - 1,91\mu_{ya}) = 0,88\mu_{ya}$$

bo'lishi lozim edi. Tajribalarda esa deyteriyning magnit momenti $0,86\mu_{ya}$ ga tengligi topiladi. Demak, yadroning magnit momentida nuklonlarning xususiy magnit momentlaridan tashqari protonlarning orbital magnit momentlarining qissasi ham mavjud.

Yadro o'lchamlarini aniqlash uchun bir qator tajribalar o'tkazilgan. Bu tajribalarda yadrolarning shakli sferaga yaqinligini va bu sferalarning radiuslari yadroning massa sonini $1/3$ darajasiga proporsional ekanligi aniqlanadi:

$$R_{ya} \approx 1,3 \cdot 10^{-15} A^{1/3} \text{ m.}$$

Yadro moddasining zichligini esa taqribiy ravishda quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\rho_{\text{я}} = \frac{m_{\text{я}}}{V_{\text{я}}} = \frac{A \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{\frac{4}{3} \pi R_{\text{я}}^3} \approx 1,8 \cdot 10^{17} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Demak, yadro moddasining zichligi yadro tarkibidagi nuklonlar soniga bog'liq emas. Uning qiymati shu qadar kattaki, yadroviiy modda zichligidek zichlikka ega bo'lgan jismdan yasalgan, radiusi 200 m chamasidagi sharning massasi Yerning massasiga teng bo'lar edi.

$$F_k = \frac{e \cdot e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \approx 34 H$$

2. Yadro kuchlari va ularning xossalari. Nuklonlar orasidagi o'zaro gravitatsion tortishish kuchi demak, bu aqlga sig'maydi. Chunki tortishish kuchi juda kichik. Ikkita proton orasida o'zaro tortishish kuchi, ular orasidagi kulon ta'sir ichida ham 10^{36} marta kichik. Bu kuch kulon kuchi ham bo'lishi mumkin emas. Chunki yadrodag protonlar orasida tortishish emas, balki itarishish kuchlari mavjud bo'lishi kerak. Proton va elektrneytral neytron hamda neytron – neytron orasida umuman Kulon ta'sir bo'lishi mumkin emas. Bundan tahsqari, elektr xarakteriga ega atomdagi elektronning energiyasi eV lar tartibida bo'lsa, yadrodag nuklonlarning energiyasi undan million marta kattaligini oldingi mavzuda qayd etdik. Bularning hammasi, yadroda bizga noma'lum bo'lgan boshqa kuch mavjud, degan xulosaga kelishimizga sabab bo'ldi.

Yadroni kulon kuchi ta'sirida parchalanib ketishidan saqlab turadigan bunday tortishish kuchlari yadro kuchlari deyiladi.

3.Yadro massasi va bog'lanish inergiyasi. Turli kimyoviy elementlar izotoplarining massalari mass-spektrometr deb ataluvchi qurilmalar yordamida yetarlicha aniqlik bilan o'lchanadi. Mass-spektrometrlarning tuzilishi rasmda tasvirlangan. Ion manbaida (IM) jism atomlari musbat zaryadlangan ionlarga aylantiriladi. So'ngra D_1 va D_2 tirqishli to'siqlar oralig'ida q zaryadli ionlar $q U$ energiyagacha tezlatiladi, ya'ni vakuum kameraga (VK) kirayotgan ionlar uchun

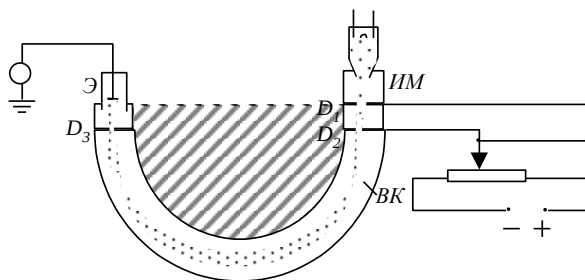
$$\frac{mV^2}{2} = qU$$

munosabat o'rinli bo'ladi. Bunda m - ionning massasi, V - uning tezligi. Vakuum kamerada ionlarga perpendikulyar yo'nalishdagi bir jinsli magnit maydon ta'sir etadi. Bu maydon ta'sirida ion aylanma taryektoriya bo'yicha harakatlanadi. R radiusli aylana bo'ylab harakatlanayotgan ionga ta'sir etuvchi markazdan qochma kuch induksiyasi B bo'lgan magnit maydon tomonidan ta'sir etuvchi Lorens kuchiga teng, ya'ni

$$\frac{mV^2}{R} = qVB$$

tenglamalarni birga yechsak,

$$m = \frac{qR^2B^2}{2U}$$



ifodani hosil qilamiz. Demak, m massa va q zaryad bilan xarakterlanuvchi ionning induksiya B bo'lgan bir jinsli maydondagi aylanma trayektoriyasining radiusi R tezlatuvchi potentsial bilan aniqlanadi. Shuning uchun

tezlatuvchi potentsial-ni asta-sekin o'zgartirib, ion orbita-sining radiusini kamera radiusiga moslashtirish mumkin. Natijada ionlar D_3 to'siqdagi tirqishdan o'tib E elektrometr ga tushadi, bu esa o'z navbatida elektrometr tokining qiymatini keskin oshishiga sabab bo'ladi. (2.4) ifodadan foydalanib ion massasi aniqlanadi. Yadro massasi haqida axborot olish uchun ion massasidan uning tarkibidagi barcha elektronlar massalarini ayirish kerak, albatta. Mass-spektrometrlar yordamida olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, yadroning massasi uning tarkibidagi nuklonlar massalarining yig'indisidan kichik. Masalan, He^4 yadrosining massasi 4,001523 m.a.b. ga teng. Bu yadro ikki proton va ikki neytrondan tashkil topgan. Bu nuklonlarning umumiy massasi

$$2 m_p + 2 m_n = (2 * 1,007276 + 2 * 1,008665) \text{ m.a.b.} = 4,031882 \text{ m.a.b. ga}$$

teng. Demak, He^4 yadrosining massasi uning tarkibidagi nuklonlarning umumiy massasidan $\Delta m = (2m_p + 2m_n) - m_{\text{He}^4} = (4,031882 - 4,001523) \text{ m.a.b.} = 0,030359 \text{ m.a.b.}$ qadar kichik. Bu muammoni qanday tushunmoq kerak. Mazkur savolga javob berish uchun nisbiylik nazariyasining asosiy xulosalaridan biri bo'lgan energiya va massaning ekvivalentligi haqidagi prinsipga murojaat qilamiz. Bu printsipning ta'kidlashicha, agar sistema biror ΔW energiya yo'qotsa yoki qo'shib olsa, uning massasi

$$\Delta m = \frac{\Delta W}{c^2}$$

qadar kamayadi yoki ortadi. Shu prinsipga asoslanib yuqoridagi misolni muhokama qilaylik. Ikki proton va ikki neytrondan iborat sistema mavjud. Nuklonlar bir-biri bilan ta'sirlashmaydigan darajadagi uzoqlikda joylashgan (ya'ni izolyatsiyalashgan) xayoliy holni sistemaning bir holati desak, to'rtala nuklon yadro bo'lib bog'langan real holni sistemaning ikkinchi holati deb hisoblash lozim. Sistemaning bu ikki holatdagi massalarining o'zgarishi m ga teng bo'lyapti.

Demak, munosabatga asosan, nuklonlar bir-biri bilan bog'langanda (yadro tarzida) ularning energiyasi

$$\Delta W = \Delta m \cdot c^2$$

ga o'zgaradi. Boshqacha aytganda, Δm - nuklonlarning bog'lanish energiyasini ifodalovchi kattalik.

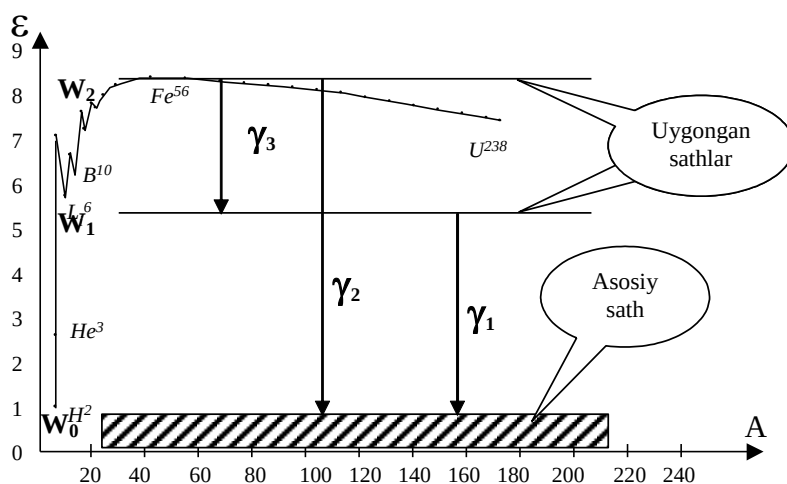
Umuman, fizikada (kimyoda ham) bog'lanish energiyasi deganda shu bog'lanishni butunlay buzish uchun bajarilishi lozim bo'ladigan ish tushuniladi. Xususan, yadrodagi nuklonlarning bog'lanish energiyasi - yadroni tashkil etuvchi nuklonlarga butunlay ajratish uchun sarflanadigan energiyadir. Uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$W_b = (Zm_p + Nm_n - m_{ya})c^2.$$

Yadro bog'lanish energiyasining nuklonlar soniga nisbati, ya'ni

$$\varepsilon = \frac{W_b}{A}$$

kattalik yadrodagi nuklon bog'lanishining o'rtacha energiyasi deb ataladi. ε ning qiymati qanchalik katta bo'lsa, nuklonni yadrodan ajratish uchun shunchalik ko'proq energiya sarflash kerak bo'ladi. Bu esa o'z navbatida yadroning mustahkamroq ekanligini bildiradi. ε ning turli yadrolar uchun qiymatlari. Abssissa o'qi bo'ylab yadrolarning massa soni A joylashtirilgan.



Rasmdan ko'rinishicha, $A = 50 \div 60$ da ε ning qiymati maksimumga ($\sim 8,8 \text{ MeV}$) erishadi. Eng kichik qiymat esa H^2 misolida ($\sim 1 \text{ MeV}$) kuzatiladi. Massa soni 3 ga teng bo'lgan H^3 va He^3 yadrolari uchun $\varepsilon \approx 2,5 \text{ MeV}$. Lekin He^4 yadrosida ε ning qiymati 7 MeV ga yetadi. Shuning uchun ham He^4 juda mustahkam yadro sifatida namoyon bo'ladi. Umuman, Mendeleyev davriy jadvalining o'rta qismidagi elementlar yadrolari, ya'ni $40 < A < 120$ bilan xarakterlanuvchi yadrolarda nuklonlar yadro bilan mustahkam bog'langan. Nuklonlar soni yanada oshgan sari ε ning qiymati kamayib boradi. Masalan, uran uchun ε ning qiymati $7,6 \text{ MeV}$ ga teng. ε ning A ga bog'liqlik grafigidagi $40 < A < 120$ sohani deyarli gorizontall bo'lishini yadroviy kuchlarning to'yinish xususiyati bilan tushuntiriladi, ya'ni yadrodagi har bir nuklon qolgan barcha nuklonlar bilan emas, balki faqat o'zining atrofidagi nuklonlar bilan yadroviy kuchlar vositasida ta'sirlashadi. $A < 40$ sohada esa yadrolardagi nuklonlar soni unchalik ko'p emas. Shuning uchun har bir nuklon yadrodagi barcha nuklonlar bilan ta'sirlashadi. Bu esa o'z navbatida ε ning qiymatini yadrodagi nuklonlar soniga deyarli proporsional o'zgarishiga sabab bo'ladi. Grafikning og'ir yadrolariga mos sohada pasayishini yadrodagi protonlar orasidagi kulon itaraishish kuchlarining roli bilan tushuntiriladi. Haqiqatan, og'ir yadrolarda yadroviy kuchlar to'yingan. Kulon kuchlari esa yadro o'lchamidan katta masofalarda ham namoyon bo'la oladi. Shuning uchun bu kuchlar yadrodagi protonlar soniga monand ravishda ortib boradi va yadroviy kuchlarga qarshilik ko'rsatadi. Bu esa og'ir yadrolarda ε ning qiymatini kamayishiga olib keladi. Z proton va N neytrondan tashkil topgan yadro bog'lanish energiyasining qiymatlari bir necha bo'lishi mumkin. Bu qiymatlar yadroning turli holatlarini ifodalaydi. Xususan, yadroning asosiy holatiga bog'lanish energiyasining eng kichik qiymati W_0 mos keladi. Bog'lanish energiyasining kattaroq qiymatlari esa yadroning uyg'ongan holatlarini xarakterlaydi. Shuning uchun yadro bog'lanish energiyasining mumkin bo'lgan $W_i > W_0$ qiymatlari ayni yadroning energetik

sathlarini ifodalaydi. 17.4-rasmda yadroning asosiy va uyg'ongan energetik sathlari tasvirlangan. Yadro bir uyg'ongan holatdan quyiroq uyg'ongan holatga yoki asosiy holatga o'tqanda elektromagnit nurlanish chiqaradi. Bu nurlanish gamma-kvant yoki gamma-nur (γ) deb ataladi. Chiqariladigan γ -nurlarning energiyasi yadroning boshlang'ich va oxirgi holatlarini xarakterlovchi energetik sathlar farqiga teng. Masalan, γ_1 -kvant energiyasi $W_1 - W_0$ ga, γ_2 - kvant energiyasi esa $W_2 - W_0$ ga teng. Lekin yuqoriroq sathdan quyiroq sathga o'tishlarning barchasi ham amalga oshavermaydi. Umuman, o'tishlar intensivligi (ya'ni ehtimolligi) sathlarning kvant xarakteristikalariga bog'liq. O'tishlar intensivligining tafsiloti ancha murakkab bo'lib, ular ustida to'xtalmaymiz.

4. Tabiiy radioaktivlik. Uran radioaktiv chiqaradigan yagona element emas. Radioaktivlikni har tomonlama chuqur o'rgangan er – xotin Mariya va Pyer Kyurilar uran rudasidan ikkita radioaktiv element – poloniy (Po) va radiy (Ra) larni ajratib olish sharafiga muyassar bo'ldilar. Tabiiy radioaktiv elementlar yerning istalgan joyida mavjud. U holda, suv, tuproqda, jonli organizmning hujayralarida, oziq – ovqatlarda istalgancha topiladi.

Tabiiy radioaksiya deb, nostabil atomi yadrolarining turli zarralar chiqarish v energiya ajratish bilan stabil izotoplarga aylanishiga aytiladi.

Sun'iy radioaktivlik. Uran radioaktiv chiqaradigan yagona element emas. Radioaktivlikni har tomonlama chuqur o'rgangan er – xotin Mariya va Pyer Kyurilar uran rudasidan ikkita radioaktiv element – poloniy (Po) va radiy (Ra) larni ajratib olish sharafiga muyassar bo'ldilar. Tabiiy radioaktiv elementlar yerning istalgan joyida mavjud. U holda, suv, tuproqda, jonli organizmning hujayralarida, oziq – ovqatlarda istalgancha topiladi. Yadro reaksiyalari vositasida olinadigan izotoplarning radioaktivligi sun'iy radioaktivlik deyiladi. Sun'iy va tabiiy radioaktivlik orasida unchalik farq yo'q. Ular bir xil qonuniyatlarga bo'ysunadi.

5. Radioaktivlik yemirilish qonunlari. Yadroning radioaktiv nur chiqarish bilan boshqa yadroga aylanishi radioaktiv yemirilishi yoki soddagina yemirilish deyiladi.

Radioaktiv yemirilgan yadro ona yadro, hosil bo'lgan yadro esa bola deyiladi. Ko'plab tajribalarning ko'rsatishicha, qaralayotgan hajmdagi radioaktiv atomlar soni vaqt o'tishi bilan kamaya boradi. Ba'zi elementlarda bu kamayish minutlar, hatto sekundlar davomida ro'y bersa, bu ba'zilarida milliardlab yil davom etadi. Umuman olganda, yadroning yemirilishi tasodifiy hodisadir. Shuning uchun, u yoki yadroning berilgan vaqt oralig'ida yemirilishi statistik qonunlariga bo'ysunadi. Radioaktiv elementning asosiy xarakteristikalaridan bittasi har bir

atomning bir sekund davomida yemirilish ehtimoli bilan aniqlanadigan kattalikdir. U λ harfi belgilanadi va radioaktiv yemirilish doimiysi deyiladi.

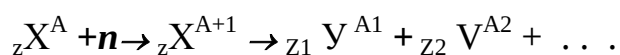
Agar boshlang'ich moment $t = 0$ da N_0 ta radioaktiv atom mavjud bo'lsa, t momentda qolgan radioaktiv tomlarning soni

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

qonunga muvofiq aniqlandi. Bu yerda $e \approx 2,72$ natural logarifmning radioaktiv yemirilish qonuni deyiladi.

6. Yadrolarning bo'linishi. E. Fermi (Italiya), I.Jolio-Kyuri va P.Savich (Fransiya), O.Gan va F.Shtrassman (Germaniya), O.Frish va L.Maytner (Avstriya) lar ning tajribalari va nazariy izlanishlari tufayli neytronlar bilan bombardimon qilingan og'ir yadrolar (masalan, uran) ni ikki qismga bo'linishi aniqlandi. Bundan tashqari neytronlar, elektronlar va γ - nurlanishlarning ham vujudga kelishi kuzatildi. Bu hodisa yadro bo'linishi deb nom oldi. Bo'linish jarayonida vujudga kelgan (Mendeleyev davriy jadvalining o'rtarog'idagi elementlariga taalluqli) yadrolarni esa bo'linish parchalari deb ataldi.

Bu hodisani yadro fizikasiga oid bilimlarimiz asosida talqin qilib ko'raylik. Neytron ${}_Z X^A$ yadroga kimgach, uning nuklonlari orasida o'ralashib qoladi. Natijada yangi ${}_Z X^{A+1}$ yadro hosil bo'ladi, u esa ikki yadroga, ya'ni, ${}_{Z_1} Y^{A_1}$ va ${}_{Z_2} V^{A_2}$ yadrolarga bo'linadi. Bo'linish natijasida vujudga kelishi mumkin bo'lgan boshqa zarralar bilan qiziqmasak, mazkur reaksiyani quyidagicha yoza olamiz:

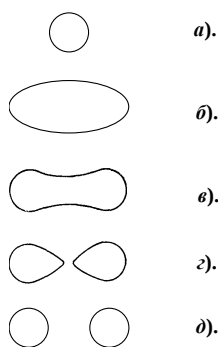


X yadroni Y va V yadrolarga ajralish imkoniyati energetik nuqtai nazardan

$$Q = (\epsilon_1 A_1 + \epsilon_2 A_2) - \epsilon A$$

ifodaning ishorasiga bog'liq. ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ lar mos ravishda bo'linish parchalari - Y va V hamda X yadrolardagi bitta nuklonga to'g'ri keluvchi bog'lanish energiyalarining qiymatlari. Davriy jadvalning o'rta qismidagi elementlar yadrolari uchun nuklonning yadroga bog'lanish energiyasi (ya'ni, ϵ_1 va ϵ_2 lar) ning qiymatlari jadval oxiridagi og'ir yadrolarniki (ya'ni ϵ) ga nisbatan $\sim 0,8$ MeV katta. Shuning uchun Q ning ishorasi musbat bo'ladi. Bundan tashqari X yadroning nuklonlari Y va V yadrolar orasida taqsimlanganligi uchun

$$Z_1 + Z_2 = Z \text{ ba } A_1 + A_2 = A + 1 \approx A$$

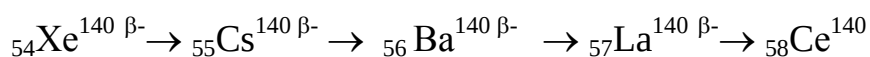


a).
b).
c).
d).

deb hisoblash mumkin. Natijada og'ir yadro (masalan, U^{235}) ikki o'rtacharoq yadroga ajralganda $Q \approx A \cdot 0,8 \text{ MeV}$ energiya ajralishi lozim, degan xulosaga kelamiz. Qizig'i shundaki, (hisoblashlar massa soni 100 dan katta bo'lgan barcha yadrolar uchun Q ning ishorasi musbat ekanligini ko'rsatdi. Demak, nazariy jihatdan $A > 100$ bo'lgan yadrolar o'z-o'zidan, ya'ni spontan bo'linishi mumkin. U holda nima uchun spontan bo'linish faqat og'ir yadrolarda kuzatiladi? Haqiqatan, spontan ravishda og'ir yadroni ikki o'rtacharoq yadroga ajralishi

elementlar davriy jadvalining oxiridagi ba'zi yadrolarda sobiq sovet fiziklari G.N.Flerov va K.A.Petrjaklar tomonidan kuzatildi. Lekin spontan bo'linishning tajribada aniqlangan ehtimolligi juda kichik, ya'ni yarim yemirilish davri nihoyat katta. Masalan, uran uchun $0,8 \cdot 10^{16}$ yilga teng. Demak, yuqoridagi savolni quyidagicha ifodalansa ham bo'ladi: nima uchun ikkiga ajralishga nisbatan $Q > 0$ bo'lgan yadrolarning bo'linishini amalga oshirish uchun tashqaridan biror ta'sir berilishi kerak? Bu savolga javob berish uchun yadroning tomchi modelidan foydalaniladi. Mazkur modelda atom yadrosi suyuqlik tomchisiga o'xshatiladi. Shuning uchun yadroning bo'linish jarayonini bayon qilishdan oldin suyuqlik tomchisi ustidagi mulohazalarga to'xtab o'taylik. Agar sharsimon suyuqlik tomchisini astagina turtsak, u deformatsiyalanib, "nafas olayotgandek" tebranadi. Bunda tomchining shakli sharsimondan ellipsoidsimonga, undan yana sharsimonga o'tadi. Shu tarzda ma'lum vaqt tebrangach, tomchi yana sharsimon shaklini oladi, chunki bu shakl tomchi uchun asosiydir. Agar tomchiga berilgan turtki yetarlicha katta bo'lsa, tomchi tebranish jarayonida elastik deformatsiyaning kritik nuqtasidan o'tib ketadi. Natijada tomchining boshlang'ich sferasimon shaklga qaytish imkoniyati yo'qoladi. Shuning uchun tomchi bir necha bosqichlardan o'tib, ikkiga ajraladi. Yadroning bo'linishi ham tomchinikiga o'xshash bo'ladi. Neytron yadro ichiga kirib nuklonlarga aralashib ketadi va yadroviy kuchlar tufayli yadro bilan bog'lanib qoladi. Bunda neytron yadrodagi nuklonlar "kollektivi"ga o'zining kinetik va bog'lanish energiyalarining yig'indisiga teng miqdordagi energiya beradi. Yadroga berilgan bu energiya suyuqlik tomchisini deformatsiyalash jarayonida berilgan energiyaga o'xshaydi. Neytron olib kirgan energiya ta'sirida yadro bo'linadigan darajada deformatsiyalanmasa, bir qator tebranishlardan so'ng yadro boshlang'ich holatga qaytadi. Tebranish energiyasi esa γ -kvant tarzida nurlantiriladi. Agar neytronning energiyasi yadroga v-rasmda tasvirlangandek gantelsimon shaklni berishga yetarli bo'lsa, endi yadro sferasimon shaklini tiklay olmaydi. Haqiqatan, gantelsimon shaklga kelgan yadroning chekkalarida joylashgan protonlarning o'zaro itarishish kuchlarini yadroviy kuchlar muvozanatlashtira olmaydi, chunki yadroviy kuchlar faqat qisqa masofalardagina

tortishuv xarakteriga ega. Natijada gantelsimon shakldagi yadro ikki yadroga bo'linish parchalariga ajraladi. Yadroning bo'linishi uchun yetarli darajada deformatsiyalay oladigan energiyaning qiymati bo'linishning kritik energiyasi W_{kr} (yoki *aktivlash energiyasi*) deb ataladi. Yadro bo'linish hodisasining nazariyasini 1939-yilda N.Bor, J.Uiller va Rossiyalik fizik Ya.I.Frenkel yaratdi. Shu nazariyaga asoslangan yadroning bo'linish mexanizmini soddalashtirilgan tarzda yuqorida bayon qildik. Endi, yadroning bo'linishida kuzatiladigan neytronlar va elektronlar qanday sabablar tufayli vujudga keladi? degan savolga javob beraylik. Buning uchun yadrolar tuzilishidagi quyidagi qonuniyatga e'tibor beraylik. Elementlar davriy jadvalidagi turli stabil (ya'ni, barqaror) yadrolardagi neytronlar soni N ning protonlar soni Z ga nisbati entil yadrolar uchun taxminan 1 ga teng bo'lsa, og'ir yadrolar sohasiga siljiganimiz sari bu nisbatning qiymati kattalashib boradi. Masalan, O^{16} , Ag^{108} , Ba^{137} , U^{238} yadrolari uchun N/Z ning qiymatlari mos ravishda 1,0; 1,3; 1,46; 1,6 larga teng, Demak, og'ir yadro (masalan, uran) bo'linishi tufayli hosil bo'lgan bo'linish parchalarida ham neytronlar protonlardan anchagina ko'p bo'ladi (chunki $N/Z = 1,6$ edi). Bundan tashqari bo'linish parchalari yangigina vujudga kelgan vaqtda nihoyat darajada deformatsiyalangan bo'ladi. Bunday deformatsiyalarga ega bo'lgan yadrolarni o'ta uyg'ongan yadrolar deb ataladi. O'ta uyg'ongan yadroning potentsial energiyasi juda katta. Shuning uchun o'ta uyg'ongan yadro (bo'linish parchasi) "silkinib" o'zidan bir-ikkita neytron chiqarib yuboradi. Neytron chiqarish bo'linish vaqti boshlangandan so'ng 10^{-14} s lar chamasi vaqt ichida sodir bo'ladi. Shu sababli mazkur neytronlar *oniy neytronlar* deb ataladi. Oniy neytronlar chiqarilgandan keyin ham bo'linish parchalarning tarkibida ortiqcha neytronlar mavjud bo'ladi. Shuning uchun bo'linish parchalari β -yemirilishga moyil bo'ladi, ya'ni elektron va antineytron chiqarib neytron protonga aylanadi. Natijada parcha-yadroning zaryadi 1 ga ortadi, neytronlarning soni esa 1ga kamayadi. Lekin bu yadroda ham neytronlar ortiqcha bo'lishi mumkin. U holda bu yadroda yana β - yemirilish sodir bo'ladi. Faqat oxirgi yadroda N/Z nisbat barqarorlik (stabillik) shartiga javob beradigan shartni qanoatlantirgandagina β -yemirilishlar zanjiri to'xtaydi. Masalan, uranning bo'linishi tufayli hosil bo'lgan bo'linish parchalaridan biri - Xe^{140} ning β -yemirilish zanjiri quyidagicha:



Yuqorida Xe^{140} yadrosini uran yadrosining bo'linishi tufayli vujudga keladigan parchalardan biri deb atadik. Bunday deyishimizning sababi shundaki, uranning 60 ga yaqin bo'linishi kuzatiladi. Ular ichida bo'linish parchalarining massa sonlari nisbati A_1/A_2 ning $2/3$ ga yaqin bo'lganlari esa katta ehtimollik bilan amalga oshadi.

III. Xulosa.

Olam shunchalik turli-tumanki, barcha jismlar birgina navli zarralardan tuzilmaganligiga hech qanday shubha yo'q. Biroq ajablanadigan joyi shundaki, yulduzlarning moddasi xuddi Yerning moddasi singaridir. Koinotdagi barcha jismlarni hosil qiluvchi atomlar mutlaqo bir xil tuzilishga ega. Jonli organizmlar ham xuddi jonsiz organizmlar tuzilgan atomlardan iborat ekan.

Elementar zarralar va ularning aylanishlari kashf etilgandan keyin materiya tuzilishining birligi olamning yagona manzarasida asosiy o'ringa chiqdi. Bu birlikning zahirida barcha elementar zarralarning moddiylik yotadi. Turli elementar zarralar materiya mavjudligining turli konkret shakllaridir.

Olamning fizik manzarasi haqidagi klassik tasavvurlarning revolyutsion o'zgarishi materiyaning kvant xossalari kashf etilgandan so'ng ro'y berdi. Mikrozarralarning harakatini tavsiflovchi kvant fizikasi paydo bo'lgandan so'ng olamning yagona fizik manzarasida yangi elementlar ko'zga tashlana boshladi.

Materiyani uzluqli tuzilishiga ega bo'lgan moddaga va uzluksiz maydonga bo'linishi o'zining absolyut ma'nosini yo'qotdi. Har bir maydonga shu maydonning o'z zarralari (kvantlari) mos keladi: elektromagnit maydonning zarrasi fotonlar, yadro maydonining zarrasi π -mezonlar yanada chuqurroq sathda esa glyuonlar va hokazo. O'z navbatida barcha zarralar to'liq xossalarga ega. Korpuskulyar-to'liq dualizmi materiyaning barcha shakllariga xos ekan.

Kvant nazariyasining prinsiplari mutloqo umumiy bo'lib, barcha zarralarni, ular orasidagi o'zaro ta'sirlarni va ularning o'zaro aylanishlarini tavsiflash uchun qo'llanilaveradi.

Shunday qilib, hozirgi zamon fizikasi tabiat birligining ko'p tomonlarini yaqqol namoyish qilmoqda. Biroq olam birligining ko'p tomonlarini, ehtimol, hatto bu birlikning fizik mohiyatini bilib olishga hali muvaffaq bo'lingani yo'qdir. Nima uchun shunchalik ko'p elementar zarralar mavjudligi noma'lum. Nima uchun ularning muayyan massalari, zaryadlari va boshqa xarakteristikalar mavjud hozirgacha barcha bu kattaliklar eksperimental aniqlab kelindi.

Fizikada aniqlanadigan fundamental qonunlar o'zlarining murakkabligi va umumiylik bilan har qanday hodisalarni o'rganish asoslanadigan dalillardan ancha ustun turadi. Biroq, ular ham bevosita kuzatiladigan sodda hodisalar haqidagi bilimlar kabi to'g'ri va shu darajada ob'yektivdir. Bu qonunlar hech qachon, har qanday sharoitlarda ham buzilmaydi.

Fizika fanining taraqqiyoti falsafiy qarashlarda tub burilishlarga olib keldi va bir qator muammolarni keltirib chiqardi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Савелев И.В. Умумий физика курси., т. 1–3.–М., Наука, 1989–92.
2. Сивухин Д.В. Общей курс физики, т. 1–5. –М., Наука, 1977–1990.
3. Аҳмаджонов О.И. Физика курси 1–3 қ.–Т., Ўқитувчи , 1988–89.
4. Qosimov A., Safarov A. va boshq. Fizika kursi. 1q.– Т., О‘zbekiston, 1994.
5. Nazarov U.K. va boshq. Umumiy fizika kursi 1q.– Т., О‘zbekiston, 1992.
6. Bozorova S., Kamolov N. Fizika. (Optika. Atom va yadro fizikasi).–Т., Aloqachi, 2007.