

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI

ZAHIRIDDIN MUHAMMAD BOBUR NOMLI
ANDIJON DAVLAT UNIVERSITETI

Tabiatshunoslik va geografiya fakulteti

Umumiy kimyo kafedrası

Qo‘lyozma huquqida

Qo‘ychiyev Abdulhamid Abdusamadovichning

“YADROVIY REAKSIYALAR”

mavzusi bo‘yicha

5140500 – kimyo ta’lim yo‘nalishi bo‘yicha bakalavr akademik darajasini olish
uchun yozgan

BITIRUV MALAKAVIY ISH

Ilmiy rahbari: K.f.n., dotsent Sh.H. Abdullayev

Andijon – 2015

MUNDARIJA

So`zboshi.....	3
Kirish	9
Asosiy qism.....	11
1. Yadroviy reaksiyalar haqida tushuncha.....	11
a) Yadroviy reaksiyalar va ularning asosiy qonuniyatlari.	11
b) Yadrolarning bo'linish reaksiyalari	27
c) Zanjir reaksiya. Yadroviy reaktor.....	30
d) Termoyadroviy reaksiyalar.....	34
e) Boshqariladigan termoyadro reaksiyalari.Yadroviy energetika istiqbollari.	38
2. Tabiatdagi yadroviy reaksiyalar.	40
3. Yadroviy reaksiyalarga oid masalalarni toifalanishi va ularni yechish usullari.....	43
a) Birinchi toifa - atom yadrosining tarkibiga doir oddiy masalalar	43
b) Ikkinchi toifa - atom yadrosining tarkibi o'zgarishida ishtirok etadigan zarrachalarning sonini va turini topishga doir masalalar kiradi.	45
c) Uchinchi toifa - yadro reaksiyalariga doir murrakkab masalalar kiradi.....	48
d) Yadroviy reaksiyalarga doir yangi masalalar.	57
Xulosalar.	68
Foydalanilgan adabiyotlar.....	70

So`zboshi

Fan va texnika jadal rivojlanayotgan bugungi kunda kimyo fani sirlarini ilmiy asosda o'rganish nafaqat kimyo, balki biologiya, fizika, matematika, geografiya, geologiya, astronomiya kabi fanlarni o'rganishda ham muhim ahamiyatga egadir.

Yangi texnologik jarayonlarga doir bilimlarni egallash ham kimyoviy bilimlarga asos bo'lib xizmat qilishi shubhasiz.

Respublikamiz Prezidenti Islom Karimov ta'kidlaganlaridek, "Agar biz O'zbekistonimizni dunyoga tarannum etmoqchi, uning qadimiy tarixi va yorug' kelajagini ulug'lamoqchi, uni avlodlar xotirasida boqiy saqlamoqchi bo'lsak, avvalambor buyuk yozuvchilarni, buyuk shoirlarni, buyuk ijodkorlarni tarbiyalashimiz kerak". Bugungi kimyo fani esa ana shunday izlanuvchan buyuk ijodkorlikning yuksak mahsulidir.

O'tgan yarim asr davomida tabiiy fanlar sohasida ilm fan olamida shunday ulkan yutuqlarga erishildiki ularni ta'riflash uchun fizika sohasida "yadro" asri, kimyo sohasida sintetik polimerlar asri, kommunikatsiyada axborot texnologiyalar asri, biologiyada gen injeneriya asri, kosmos asri va hakoza iboralar tez-tez tilga olinadigan bo'ldi.

Haqiqatan ham kimyo sohasida tabiatda o'rinbosar sifatida emas, aslida tabiatda tengi yo'q polimer materiallari paydo bo'ldiki, natijada hech qanday agressiv muhitda parchalanmaydigan sintetik kauchuklar, bejirim kiyimlar va uskunalar tayyorlash uchun sun'iy va sintetik tolalar, rangli metallardan avfzalroq va ulardan solishtirma og'irligi 6-7 barobar kam bo'lgan plastmassalar yaratildiki ular ilm fan texnika sohasida ulkan masalalarni hal qildilar va amalga oshiradilar.

Ma'lumki, kuchli fuqarolik jamiyatini qurish davlatimiz oldida turgan istiqbolli vazifa hisoblanadi. Bundan ko'zlangan asosiy maqsad fuqarolik jamiyatida mamlakatning barcha jabhalarida olib borilayotgan islohotlar unda yashovchi halqning, har bir fuqaroning manfaatiga qaratiladi [1].

Shu boisdan ham O'zbekiston Respublikasining "Kadrlar tayyorlash milliy dasturi" dagi milliy modelda shaxs va uning ijtimoiy hayotdagi tutgan o'rni, uning kamoloti masalasiga ustuvor vazifa sifatida qaraladi.

Kadrlar tayyorlash milliy dasturi O'zbekiston Respublikasining kadrlar tayyorlash milliy dasturi — 1997 yil. 29 avgustda O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining 9-sessiyasida prezident I. A. Karimov tashabbusi bilan qabul qilingan. Dasturning maqsadi ta'lim sohasini tubdan isloh qilish, uni o'tmishdan qolgan mafkuraviy qoliplardan to'la xalos etish, yuqori malakali kadrlar tayyorlashning rivojlangan demokratik davlatlar darajasidagi, yuksak ma'naviy va axloqiy talablariga javob beruvchi milliy tizimini yaratishdan iborat. Kadrlar tayyorlash milliy dasturi O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'g'risida"gi qonuni (1997 y. avg.) qoidalariga muvofiq holda tayyorlangan bo'lib, milliy tajribaning tahlili va jahon miqyosi ta'lim tizimidagi yutuqlar asosida tayyorlangan hamda yuksak umumiy va kasb-hunar madaniyatiga, ijodiy va ijtimoiy faollikka, ijtimoiy-siyosiy hayotda mustaqil ravishda mo'ljalni to'g'ri o'la bilish mahoratiga ega bo'lgan, istiqbol vazifalarini ilgari surish va hal etishga qodir kadrlarning yangi avlodini shakllantirishga yo'naltirilgan. Dastur kadrlar tayyorlash milliy modelini ro'yobga chiqarishni, har tomonlama kamol topgan, jamiyatda turmushga moslashgan, ta'lim va kasb-hunar dasturlarini ongli ravishda tanlash va keyinchalik puxta o'zlashtirish uchun ijtimoiy-siyosiy, huquqiy, psixologik-pedagogik va b. tarzdagi sharoitlarni yaratishni, jamiyat, davlat va oila oldida o'z javobgarligini his etadigan fuqarolarni tarbiyalashni nazarda tutadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.A.Karimov tashabbusi va bevosita rahbarligida ishlab chiqilgan kadrlar tayyorlash milliy modeli qator noyob, takrorlanmas o'ziga xos xususiyatlarga ega. U O'zbekistonning xalqaro andozalardagi zamonaviy taraqqiyotini ta'minlay oladigan dadil, mustaqil fikrli, malakali, bilimli mutaxassis, ayni paytda ezgu insoniy sifatlarga ega kadrlarni tayyorlash maqsadini ko'zlaydi. Kadrlar tayyorlash milliy dasturi I. Karimov tomonidan ijtimoiy ongga kiritilgan, davlatni, jamiyatni rivojlantirishga xizmat qiladigan tamomila yangi tushunchadir.

Dastur 5 bo'limdan iborat: Muammolar va kadrlar tayyorlash tizimini tubdan isloh qilish omillari; Milliy dasturning maqsadi, vazifalari va uni ro'yobga

chiqarish bosqichlari; Kadrlar tayyorlashning milliy modeli; Kadrlar tayyorlash tizimini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari; Milliy dasturni ro'yobga chiqarishga doir tashkiliy chora-tadbirlar.

Dasturning 1-bo'limida O'zbekiston Respublikasi davlat mustaqilligiga erishib, iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanishning o'ziga xos yo'lini tanlashi kadrlar tayyorlash tizimi va mazmunini qayta tashkil etish zarurligi, bu hol qator chora-tadbirlar ko'rishni taqozo etishni, lekin sodir etilgan o'zgartirishlar kadrlar tayyorlash sifatini oshirish, mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish talablariga muvofiq bo'lishini ta'minlay olmagani qayd etildi. Shuningdek, bu bo'limda kadrlar tayyorlash tizimini tubdan isloh qilishning muhim omillari bayon etilgan.

Dasturning 2-bo'limida uning maqsadi, vazifalari va dasturni ro'yobga chiqarish bosqichlari aniq ifoda etilgan. Maqsad va vazifalarni ro'yobga chiqarish 3 bosqichdan iborat bo'lib, 1-bosqichi (1997—2000 y.lar)da mavjud kadrlar tayyorlash tizimining ijobiy salohiyatini saqlab qolish asosida ushbu tizimni isloh qilish va rivojlantirish uchun huquqiy, kadrlar jihatidan, ilmiy-uslubiy, moliyaviy-moddiy shart-sharoitlar yaratish, 2-bosqich (2001—2005 y.lar)da milliy dasturni to'liq ro'yobga chiqarish, mehnat bozorining rivojlanishi va real ijtimoiy-iqtisodiy sharoitlarni hisobga olgan holda unga aniqliklar kiritish, 3-bosqich (2005 va undan keyingi yillar)da to'plangan tajribani tahlil etish va umumlashtirish asosida, mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish istiqbollariga muvofiq kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirish va yanada rivojlantirish nazarda tutiladi.

Dasturning 3-bo'limida kadrlar tayyorlash milliy modelining asosiy tarkibiy qismlari shaxs, davlat va jamiyat, uzluksiz, fan va i.ch.dan iborat ekanligi ko'rsatilgan. Bunda shaxs — kadrlar tayyorlash tizimining bosh sub'yekti va ob'yekti, ta'lim sohasidagi xizmatlarning iste'molchisi va ularni amalga oshiruvchisi, davlat va jamiyat esa, ta'lim va kadrlar tayyorlash tizimining faoliyatini tartibga solish va nazorat qilishni amalga oshiruvchi kadrlar tayyorlash va ularni qabul qilib olishning kafillari sifatida bayon qilingan. Uzluksiz ta'lim esa, malakali raqobatbardosh kadrlar tayyorlashning asosi bo'lib, u maktabgacha

ta'lim, umumiy o'rta ta'lim, o'rta maxsus va kasb-hunar ta'limi (akademik litsey va kasb-hunar kollejlari), oliy ta'lim (bakalavriat va magistratura), oliy o'quv yurtidan keyingi ta'lim (aspirantura, ad'yunktura, doktorantura, mustaqil tadqiqotchilik), kadrlar malakasini oshirish va ularni qayta tayyorlash, maktabdan tashqari ta'lim turlarini o'z ichiga oladi. Fan yuqori malakali mutaxassislar tayyorlovchi hamda ulardan foydalanuvchi, ilgor pedagogik va axborot texnologiyalarini ishlab chiquvchidir. I.ch. kadrlarga bo'lgan ehtiyojni, shuningdek, ularning tayyorgarlik sifati va saviyasiga nisbatan qo'yiladigan talablarni belgilovchi asosiy buyurtmachi, kadrlar tayyorlash tizimini moliya va moddiy-texnika jihatidan ta'minlash jarayonining qatnashchisidir.

Dasturning 4-bo'limida kadrlar tayyorlash tizimini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlari bayon qilingan. Bular ta'limning uzluksizligini ta'minlash, pedagog va ilmiy pedagog kadrlar tayyorlash, qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishning zamon talablariga moslashuvchan, ta'limning yuqori sifatli va barqaror rivojlanishini ko'zlovchi tizimini vujudga keltirish, ta'lim jarayonini mazmunan isloh qilish, yosh avlodni ma'naviy-axloqiy tarbiyalashda xalqning boy milliy madaniy-tarixiy an'alariga, urf-odatlariga hamda umumbashariy qadriyatlarga asoslangan samarali tashkiliy, pedagogik shakl va vositalari ishlab chiqilib amaliyotga joriy etish, iqtidorli bolalar va iste'dodli yoshlarni aniqlashdan iborat. Shuningdek, uzluksiz ta'lim tizimi va kadrlar tayyorlashning davlat va nodavlat ta'lim muassasalarini tarkibiy jihatdan o'zgartirish qamda ularni izchil rivojlantirishni davlat yo'li bilan boshqarish, kasb-hunar ta'limi sifatini nazorat qilish tizimini shakllantirish, ta'lim tizimini moliyalashni takomillashtirish, mavjud ta'lim muassasalarini kapital ta'mirlash va yangi ta'lim muassasalari qurish, ularni normativ talablarga muvofiq, zamonaviy texnika va texnologiyalar darajasini hisobga olgan holda jihozlanishini ta'minlash, ta'lim tizimining yaxlit axborot makonini vujudga keltirish, ta'lim xizmati ko'rsatish bozorini rivojlantirish, ta'lim sohasida ijtimoiy kafolatlarni ta'minlash hamda bu sohani davlat tomonidan qo'llab-quvvatlash, fan bilan ta'lim jarayoni aloqalarini, i.ch. va ta'lim tizimi

integratsiyalashuvini, ta'lim va kadrlar tayyorlashda xalqaro hamkorlikni rivojlantirish ham ta'lim tizimini rivojlantirishning asosiy yo'nalishlaridir.

Dasturning 5-bo'limida milliy dasturni ro'yobga chiqarishga doir tashkiliy chora-tadbirlar belgilangan.

Dasturdan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.A.Karimovning asarlari va nutklarida ta'lim masalalari bo'yicha qayd etilgan tamoyillarning barchasi o'rin olgan. Dastur qabul qilinganidan so'ng respublika butun ta'lim tizimini tubdan isloh qilishning aniq strategik yo'nalishiga ega bo'ldi va bu borada bir qancha tadbirlar amalga oshirildi. Xususan, respublikaning 24 maktabida umumiy o'rta ta'limning 23 o'quv predmeti mazmunini yangilash, o'quvchilar bilimini baholashning yagona reyting tizimini joriy etish yuzasidan tajriba-sinov ishlari o'tkazildi. Ularning natijalari asosida umumiy o'rta ta'limning barcha sohalaridan davlat ta'lim standartlari, o'quv dasturlari, yangi darsliklar ishlab chiqildi. Akademik litseylar va kasb-xunar kollejlari tarmog'ini barpo etish hamda ularni samarali ishlashi uchun barcha shartsharoitlar yaratish bo'yicha bir qancha ishlar amalga oshirildi. Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tarkibida o'rta maxsus, kasb-xunar ta'limi markazi barpo etilib, litsey va kollejlarda shu markaz ixtiyoriga o'tkazildi. 2000 y.gacha bakalavriyat yo'nalishlari bo'yicha 251 davlat ta'lim standartlari ishlab chiqildi, dasturning kadrlar malakasini oshirish va ularni qayta tayyorlash yo'nalishi bo'yicha 71 o'qituvchining chet ellarda, 980 o'qituvchining chet el o'qituvchilarini jalb etish yo'li bilan malakasi oshirildi. Dastur muvaffaqiyat bilan rivojlanib, O'zR ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lib qolishiga ishonchli kafolatdir.

Kuchli fuqarolik jamiyatiga xos bo'lgan muhim belgilardan biri u ham bo'lsa, har bir fuqaroning ma'naviy jihatdan kamolot darajasidir. Bu esa o'z navbatida jamiyatimizning ma'naviy barkamolligini ta'minlaydi. Shu boisdan ham yurtboshimiz I.A.Karimov o'zining barcha nutq va asarlarida, xususan "Yuksak ma'naviyat – yengilmas kuch" asarida ma'naviyat tarbiyasining shaxs va jamiyat taraqqiyotidagi tutgan o'rnini yuksak baholaydi. "Ma'naviyat,-deb takidlaydi u,-

insonni ruxan poklanish, qalban ulg'ayishga chorlaydigan, odamning ichki dunyosi, irodasini baquvvat, iymon - e'tiqodini butun qiladigan, vijdonini uyg'otadigan beqiyos kuch, uning barcha qarashlarining mezonidir”.

O'sib kelayotgan yosh avlodni ma'naviy – mafkuraviy jihatdan tarbiyalash ishi faqatgina ta'lim muassasalaridagina olib borilib qolinmaydi. Balki, bu ish umumjamiyat miqyosida amalga oshiriladi. Bu jarayonda axborot texnologiyalari, internet tarmog'i, oila, mahalla, xuquqiy tashkilotlar, ma'naviy – mafkuraviy markazlar, ijtimoiy institutlar, mehnat jamoalarining o'rnini ham beqiyosdir. Darhaqiqat, bugungi kunda ma'naviy – mafkuraviy tarbiya ishlarini tashkil etishdagi ular tomonidan e'tiborga molik ishlar amalga oshirilib borilmoqda [2].

Kirish

Mavzuning dolzarbligi. O'quvchilarga kimyo fanini o'rgatishda yadroviy reaksiyalar ham boshqa mavzulardek muhim ahamiyatga ega. Jumladan yadro reaksiyalariga doir masalalarini ishlay olish ko'nikmalarini hosil qilish, kimyo, fizika, matematika fanlaridan olgan bilimlarini mustahkamlash bilan bir vaqtda ko'pgina radioaktiv elementlarni yadro reaksiyalari natijasida hosil bo'lishi to'g'risidagi tassavurlarning paydo bo'lishiga, mustaqil fikrlay olish qobiliyatini shakllantirish va dunyoqarashini kengaytirishda katta ro'l o'ynaydi.

Shuning uchun ushbu mavzu yuzasidan bugungi kungacha juda ko'p ishlar olib borilgan. Buni ko'plab kimyo kitoblarida berilgan yadroviy reaksiyalar va yadroviy reaksiyalarga doir masalalar misolida ko'rshimiz mumkin. Yadro reaksiyalariga doir masalalar juda keng qamrovli bo'lganligi uchun oliy o'quv yurtlariga kirish test imtihonlarida ham keng qo'llanmoqda. So'ngi yillarda test savollarida berilayotgan yadro reaksiyalariga doir masalalar takomillashib murrakkablik darajasi ortib bormoqda. Shu sababli yadro reaksiyalariga doir masalalarni yanada takomillashtirish, ularni yechishni qulay usullarini ishlab chiqish bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biridir.

Mavzuning o'rganilganlik darajasi. Kimyoviy masala va mashqlar yechish ulardan o'quv jarayonida foydalanishga doir tafsilyalar berilgan ko'plab kimyodan masalalar yechish kitoblarida yadro tarkibi va tuzilishiga doir masalalar va ularning yechish usullari berilgan. Jumladan I. R. Asqarov, M. A. Baxodirova, K. G'opirov „Kimyodan masala va mashqlar yechish usullari“ I. Ibroximov, To'xtashev, Jo'rayev „Ximiyadan masalalar va ularni yechish usullari“ I. R. Asqarov, G'opirov „Kimyodan masalalar yechish“ G. P. Xomchenko, I. G. Xomchenko „Ximiyadan masalalar“ va boshqa

bir nechta kitoblarda yadro reaksiyalariga doir masalalar va ularni yechish bo'yicha tavsiyalar berilgan. Bu masalalarni yanada takomillashtirish va qulay usullarini ishlab chiqish hozirgi kunning dolzarb vazifalaridan biridir.

Bitiruv malakaviy ishining ilmiy yangiligi. Yadroviy reaksiyalar mavzusini o'qitilishini tahlil qilgan holda o'quvchilar tomonidan o'zlashtirilgan nazariy bilimlarni mustahkamlashda mavzuga doir masala va mashqlar yechishni roli katta ekanligi ko'rsatildi. Yadroviy reaksiyalarga doir masalalar toifalarga bo'lindi va har bir toifaga oid yangi masalalar tuzilib ularni yechishning bir necha usullari ishlab chiqildi. Ishlab chiqilgan usullardan eng qulaylari tanlandi va o'quvchilarga o'rgatish uchun tavsiya etildi.

Bitiruv malakaviy ishining nazariy va amaliy ahamiyati. Nazariy bilimlarni o'zlashtirishda yadroviy reaksiyalar mavzusini takrorlash muhim ahamiyat kasb etsa, amaliy jihatdan o'quvchilarda kimyoviy masala va mashqlar yechish ko'nikma va malakalarini rivojlantirishda muhim ro'l o'ynaydi.

Bitiruv malakaviy ishining maqsad va vazifalari. Ushbu bitiruv malakaviy ishdan maqsadimiz, yadroviy reaksiyalar mavzusini chuqurroq o'rganish va yadro reaksiyalariga doir masalalarni takomillashtirish va ushbu masalalarni turli usullarini ishlab chiqishdan iborat. Bitiruv malakaviy ishini yozishda masala kitoblarida berilgan yadro reaksiyalariga doir masalalarni yechishni, oliy o'quv yurtlariga kirishda foydalanilayotgan yadro reaksiyalariga doir masalalarni ishlab chiqishni, shu mavzuga doir 20 ta yangi masala tuzishni va shular asosida „Yadroviy reaksiyalar“ deb nomlangan metodik qo'llanma yaratishni o'z oldimizga vazifa qilib qo'ydik.

Bitiruv malakaviy ishining tuzilishi. Ushbu bitiruv malakaviy ishi so'z boshi, kirish, asosiy qism, foydalanilgan adabiyotlar ro'yhatidan iborat.

Ushbu bitiruv malakaviy ishi 70 ta sahifadan iborat. Ushbu bitiruv malakaviy ishida 6 ta rasm va 2 ta jadval bor.

ASOSIY QISM

1. Yadroviy reaksiyalar haqida tushuncha

a) Yadroviy reaksiyalar va ularning asosiy qonuniyatlari.

Yadro reaksiyalari bu - har qanday kimyoviy unsumni oltinga aylantirishni orzu qilgan va buning ilinjida ming bir xil aralashma, qotishma va eritmalarini tayyorlab ko'rgan o'rta asr alkimyogarlarning ro'yobga chiqqan istaklaridir desak mubolag'a bo'lmaydi. Albatta, ularning istaklari aynan o'sha holatda (ya'ni, istalgan unsumni tillaga aylantiradigan tarzda) amalga oshgani yo'q: elementlarning yadrolarini parchalash yoki birlashtirish bilan tilla paydo bo'lmaydi. Ammo, bunday yadro reaksiyalarining borishi davomida ajralib chiqadigan energiyani haqiqiy oltindan nimasi kam?

Zamonaviy yadro energetikasi to'raligicha og'ir elementlarning yadrolarning bo'linish (parchalanishi) reaksiyalari asosiga qurilgan bo'lib, bunday reaksiyalar uchun boshlang'ich material sifatida qo'llashga mos keluvchi og'ir yadroli elementlar, masalan uran-237 kabilar zarur bo'ladi. Termoyadro reaksiyalari esa, aksincha, yengil yadrolarning o'zaro birlashishiga asoslanadi. Bunday reaksiyalar nisbatan keng tarqalgan, xavfsizroq va arzonroq yoqilg'i elementlar, masalan, vodorodning izotoplari bo'lmish – deyteriy va tritiylarning o'zaro birikishi bilan ham amalga oshirilishi mumkin. Qoldiqlari ham nurlanish manbaiga aylanadigan reaksiyalar bo'lmish - yadroviy parchalanish reaksiyalaridagidan farqli ravishda, termoyadro reaksiyalaridan keyingi qoladigan «chiqindilar» ham, mutlaqo zararsiz moddalar, masalan, geliy kabilar bo'ladi. Biroq, deyteriy va tritiy yadrolarining birlashishi uchun, ularning o'zaro to'qnashish kuchi, bunday yadrolar orasida

yuzaga keluvchi o‘zaro itarishish kuchidan ko‘ra ortiqroq bo‘lishi shart. Bunday holat esa, ehtimolligi juda-juda kam bo‘lsa hamki, tasodifan ham yuz berishi mumkin. Lekin, bunday birlashuvning atiga bir donasi amalda hech nimani o‘zgartirmaydi. Termoyadro reaksiyaning boshlanib olib, o‘zining keyingi davomiyligini barqaror ushlab tura olishga yetarli darajada avj olishi uchun, reaksiya davomida ajralayotgan energiya, reaksiya natijasida hosil bo‘layotgan (geliy kabi) moddalar bilan birgalikda tarqalib ketmasdan, balki, reaksiyaga kirishayotgan navbatdagi deyteriy va tritiy yadrolari juftligining birlashtirilishiga qisman bo‘lsa-da sarflanishi kerak.

Reaksiyani avj oldirish uchun ikki yo‘ldan biridan borish mumkin. Birinchisi – reaksiya ishtirokchilari bo‘lmish deyteriy va tritiy yadrolarini keraklikcha davomiylilikda birga tutib turish orqali, yadrolarning to‘qnashuvi va birlashuvi ehtimolligi va natijasini orttirish bo‘lib, buning uchun, yoqilg‘i komponentlarini zaryadlangan va termik toblangan plazma holiga kelguncha qizdirishga to‘g‘ri keladi. Ushbu usul haqida ilk g‘oyalar paydo bo‘lgan dastlabki yillarda, olimlarga bunday plazmani hosil qilish va uni boshqarishni o‘rganish qolgan «xolos»dek tuyulgan. Taassufki, plazmani boshqarish oson yumushlar sirasidan bo‘lib chiqmadi va ushbu muammo ustida fiziklarning har qancha bosh qotirib izlanishlari hozircha besamar ketmoqda.

Ushbu masalaning yechimi ustidan yuritilgan eng dastlabki va hozirgi davr uchun mumtoz sanaluvchi yondoshuvlardan biri, bundan deyarli yarim asr muqaddam sobiq ittifoq fiziklari tarafidan bayon qilingan edi. Gap shundaki, plazmaning o‘ta yuqori harorati tufayli, uning atomlari o‘z elektronlaridan mosuvo bo‘ladi: plazma - avvalo tashqi elektromagnit maydon tutqichida to‘plab olish va keyin esa teshik kulchaga o‘xshash termohimoyali halqa bo‘ylab tezlatish mumkin bo‘lgan zaryadlangan zarralardan tashkil topgandir. Aynan shu tufayli, hozirda butun dunyoga mashhur bo‘lgan tokamak so‘zi yuzaga kelgan. U ruscha «Toroidalnaya kamera magnitnaya» so‘zlarining dastlabki juft harflaridan tuzilgan.

Tokamak g'oyasi avval boshda juda oqilona ishdek taassurot uyg'otar edi: plazmani, uning qismlaridan birida zarrachalarning o'zaro tasodifiy to'qnashishi va birlashishi, buning natijasida boshqa zarrachalarni ham termoyadro reaksiyaga jalb etishga yetarli energiya berib, reaksiyaning keyingi bardavomligini ta'minlashi holatining yuz berishini kutishni o'rganib olish yetarli bo'ladi deb o'ylashgan. Biroq, olimlarning baxtiga qarshi, plazma «ayyorroq» bo'lib chiqdi va sarf etilayotgan barcha kuch-g'ayrat va sarf-xarajatlarga qaramasdan, hozirgi kungacha ham, janob plazmaning o'zini barqaror tutadigan holatga keltirishning imkoni bo'lmayapti.

Biroq, shu kunlarda xalqaro ilmiy jamoatchilik nigohi, ushbu masala yechimda yangi bir davrni boshlab berishi kutilayotgan boshqa bir loyiha – ITERga qaratilmoqda. ITER – International Thermonuclear Experimental Reactor so'zlarining birinchi harflaridan yasalgan abbreviatura bo'lib, insoniyatning, bo'ysunuvchi termoyadro reaksiyalariga ega bo'lish va uning energetik va boshqa mahsuldorliklarini o'z manfaatlari uchun yo'naltirishga bo'lgan urinishlarining eng so'ngi namunasi bo'lib, uning ishi, haqiqiy ma'nodagi xalqaro ilmiy jamoa tomonidan yuritilmoqda. ITER loyihasi ustida ishlayotganlar ichida, Yevroittifoq va Rossiya, Qozog'iston, Janubiy Koreya, Xitoy, Hindiston, AQSH va albatta Yapon olimlari hamda, muhandislari bo'lib, loyihaga rus akademigi Yevgeniy Velixov rahbarlik qilmoqda. Ushbu ulkan loyihaning umumiy bahosi, hozircha 10 milliard yevroga teng bo'lishi kutilmoqda va uning qurilish ishlari 2014 yildayoq boshlab yuborilgan. ITER koordinatalari Fransiya janubida joylashgan bo'lib, qurilishning yakunlanishi hamda, loyihaning dastlabki amaliy sinovlari 2017 yilda boshlanishi ko'zda tutilgan. ITERning yuragi, massasi 23 tonna va balandligi 60 metr bo'lgan, toroidal magnit kamerasi bo'lib, unda, deyteriy va tritiy ishtirokdagi o'sha mumtoz reaksiyani jonlantirish maqsad qilingan. ITERni ishga qo'yish va reaksiyani amalga oshirish uchun muhandis-olimlarga kamida 3 kg miqdorda tritiy zarur bo'ladi. Deyteriy unchalik qimmat emas, lekin, tritiyning har bir kilogrami,

mutaxassislarga taxminan 30 million AQSH dollari atrofidagi kattagina xarajatga tushadi [22].

1-jadval

ITERning asosiy texnik tavsiflari:

Konstruksiyaning umumiy radiusi:	10.7 m;
Balandligi:	30 m;
Vakuum kamerasining katta radiusi:	6.2 m;
Vakuum kamerasining kichik radiusi:	2.0 m;
O'rtacha harorati:	100 MK;
Magnit maydoni:	837 Tl;
Plazma hajmi:	837 m ³ ;

Siqish kuchi ITER hamda, sobiq ittifoq olimlari taklif etgan tokamak loyihalaridan tashqari, termoyadro yoqilg'ini qizdirish uchun, mazkur yoqilg'ini kuchli siqish usulidan foydalanish ko'zda tutilgan yana bir termoyadro energetikasi loyihasi mavjud. Unda termoyadro yoqilg'isini siqish, siqish bo'lganda ham juda-juda kuchli siqish kerak bo'ladi. Shunchalik kuchli siqish kerakki, birlashish reaksiyasi favqulodda tez fursatlarda boshlanishi va uning mahsullari tarqalib ketishga ulgurmasidan avval, keyingi boshqa yadrolarning birlashishini ta'minlashga xizmat qilishi kerak va bu orqali barqaror va boshqariluvchi termoyadro reaksiyasiga ega bo'lish maqsad qilingan.

Bunday yondoshuvning istiqbolli ekanligi 1974 - yildayoq, ya'ni, KMS Fusion kompaniyasi mutaxassislari tomonidan, o'ta katta quvvatli lazer nurlari dastasi yordamida termoyadro yoqilg'isini kuchli siqishga erishilgan vaqtda namoyon bo'lgan edi. Biroq o'shanda ham, termoyadro reaksiyani o'zini-o'zi barqaror davom ettirib turadigan tarzda avj oldirishga erisha olishmagan edi. Keyinchalik ushbu maqsad yo'lida qo'llash uchun yanada quvvatliroq lazerlar ishlab chiqildi va mazkur ixtirochilik zanjirining yuqori cho'qqisi sifatida AQSHlik muhandislar tayyorlagan NIF qurilmasi namoyon bo'ldi. NIF – (National Ignition Facility, ya'ni, Milliy O't Oldirish Qurilmasi) 90-yillarning oxirida barpo etila boshlangan lazer qurilmasi bo'lib, uning muddaosi nomidan ham yaqqol ko'rinib turibdi. Unda 192 ta yo'naltirilgan va o'zaro muvofiqlashtirilgan tarzda ishlovchi ultrabinafsha lazer nurlari dastasi, ichiga termoyadro yoqilg'i joylashtirilgan kichik bir kapsulaga 500 TVt gacha bo'lgan energiya impulsini yo'naltirishi mumkin. NIF qurilmasining eng asosiy qismi bu ichiga termoyadro yoqilg'i joylashtiriladigan kapsula bo'lib, u xolraum deb nomlanadi. U lazer nurlari energiyasini yutib, ularni o'z ichkarisiga rentgen nurlari ko'rinishida qayta nurlantiradi. Ichkariga yo'naltirilgan (nurlantirilgan) energiya esa, xolraum ichidagi yanada kichikroq obyektga ta'sir qiladi. Xolraum ichidagi bu obyekt – diametri 2 mm atrofidagi mitti sfera bo'lib, aynan uning ichiga termoyadro yoqilg'isi bo'lgan elementlar – deuteriy va tritiy joylashtiriladi. Bunday mitti namunaning shunday katta energiya ta'siriga tushib qolganida qanday ahvolga tushishni tasavvur qilish qiyin... Nima bo'lganda ham u o'zini juda injiq tutadi. Xolraumning kuchli ichki rentgen nurlantirishiga qaramay, yoqilg'i namunasi ravon sfera shaklida bir maromda siqilish o'rniga, g'ayrioddiy g'alati shakllarga kiradi va siqilish bosimi, reaksiyani boshlab yuborish uchun yetarli qiymatgacha yetib bormaydi [22].

Biroq, yaqinda NIF muhandislari buning uddasidan chiqishganligini butun dunyo ilmiy jamoatchiligiga ma'lum qilishdi. Ular lazer nurlari quvvatini imkon boricha eng maksimal ravonlik darajasidagi bir maromda uzatishga urinib

ko‘rishdi: termoyadro yoqilg‘i, taxminan 10 KJ energiya yutib, 17 KJ atrofida energiya ajratib chiqardi (yutilgan va ajralib chiqqan energiya miqdorlarining nisbatlari, ba’zi hollarda 1.2 dan 1.9 gacha bo‘lgan sonlarni tashkil qildi). Biroq, ushbu erishilgan natijani ham mutaxassislar hozircha yetarli emas deb baholamoqdalar uning keyingi rivoji ham, uzoq kutilayotgan termoyadro energetikasi inshootlarining barpo etilishiga olib borishiga katta shubha bildirmoqdalar. Haqiqatan ham, AQSHlik NIF qurilmasi mutaxassislarining har qancha faxrlanishlariga qaramay, faqat termoyadro yoqilg‘i tomonidan yutilgan energiya miqdorining «toza» son miqdorini e‘tiborga olmasak, NIF qurilmasining 192 dona katta quvvatli lazerlari bilan birgalikdagi umumiy samaradorlik ko‘rsatkichi, reaksiya yakuniga ko‘ra atiga 1% ni tashkil etadi. Boshqacha aytganda – NIF foydali ish koeffitsienti deyarli NOL bo‘lib chiqmoqda. Asosiysi esa, reaksiyaning boshlanishi va barqaror davom etishi uchun yetarli ravishda «o‘t oldirish» hali hamon uddalangani yo‘q.

Bunga erishish uchun esa, NIF usulining samaradorlik ko‘rsatkichini yana bir necha barobar orttirish talab etiladi. Balki bunga hatto nazariy jihatdan ham erishishning imkoni yo‘qdir... Chunki, lazerlarning bunday bir me‘yor maromida uzatishda termoyadro yoqilg‘isi o‘ta tezkorlik bilan qizib ketadi va natijada bosimning tashlab yuborishi sodir bo‘ladi. Demak...2017 yilda ITER ishga tushganidan keyin ham, balki yana yurish navbati, mumtoz tokamaklar tarafiga o‘tishi ehtimol.

Termoyadro reaksiyalarining barqaror boshqarish shartlari haqida to‘xtalib o‘tmoqchimiz. Shartlar atiga ikkita bo‘lib, ular XX asrning 50-chi yillaridayoq keltirib chiqarilgan $N \cdot t \sim 10^{20}$ tenglamaga bo‘ysunadi. Bunda N – zarrachalar konsentratsiyasi, t – vaqt. Termoyadro reaksiyasini boshqarish, Louson kriteriysi deb nomlanuvchi usullardan – yoki plazmani tutib turish vaqtini uzaytirish (sobiq ittifoq tokamaklari va zamonaviy ITERlar shu tamoyilga asoslanadi) usulidan,

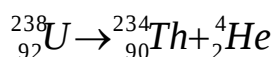
yoki, zarrachalar konsentratsiyasini orttirish va termoyadro yoqilg'ini imkon boricha maksimal siqish orqali erishish mumkin [23].

Ayrim elementlarning atomlari beqaror bo'lib, parchalanish natijasida yengil atomlar hosil qiladilar. Yadro parchalanishi natijasida proton va neytronlardan yangi yadro hosil bo'ladi, elektronlar esa yangi atomning elektron qobig'ini hosil qiladilar [3].

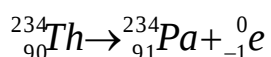
Ba'zi yadroni parchalanishida, undan proton, neytron va elektronlar ajralib chiqadi.

Bir necha radiaktiv oilalar mavjud bo'lib, ularning yemirilishidan oxirgi stabil element qo'rg'oshinli yoki vismut elementini hosil qiladi.

Uran oilasi qo'rg'oshinning stabil atomini hosil qiladi.



(α - parchalanish)



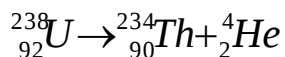
(β - parchalanish)

Aktiniy va toriy oilasi, uran ${}_{92}^{235}\text{U}$ dan boshlanib ${}_{82}^{207}\text{Pb}$ hosil qiladi, toriy oilasi esa, ${}_{90}^{232}\text{Th}$ dan boshlanib ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ ni hosil qiladi.

To'rtinchi radiaktiv oila, tabiatda uchramaydi, ular sun'iy ravishda olingan.

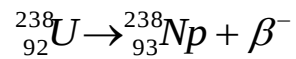
Polyak olimlari Soddi va Fayanslar radiaktiv yemirilishni o'rganib uzlarining siljish qonuni yaratdilar.

1. α - yemirilish radiaktiv elementli 4 massa va zaryadi 2 ga kamayadi, element 2 xona orqaga siljiydi.



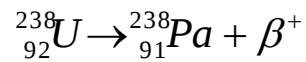
β - yemirilish, yadrodagi neytronning protonga, elektronga va antineytronga aylanishi bilan, radiaktiv elementning massasi o'zgarmaydi, ammo zaryadi birga ortadi, element 1 xona oldinga siljiydi.

$${}^0_1P = {}^1_1P + {}^0_{-1}e + \overline{{}^1_1P} + {}^0_{-1}e = {}^1_0P$$



β^+ - pozitron yemirilishda proton va pozitronga aylanadi, element 1 xona orqaga siljiydi [4]:

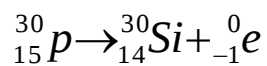
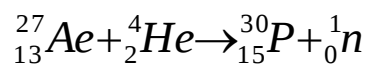
$${}^1_1P = {}^0_1P + \beta^+$$



Sun'iy radiaktivlik. 1919-y. Rezerford Vilson kamerasida azot atomini (α) zarracha bilan bombardimon qilishni amalga oshirdi.

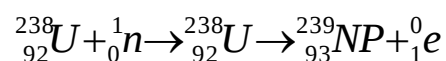


1934 yilda Irena va F.Jolio Kyurilar

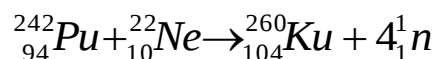


ni hosil qildilar.

1940 yildan boshlab tartib nomeri 92 dan yuqori ya'ni transuran elementlari sintez qilindi:



Og`ir Yadrolarni og`ir Yadrolar bilan bombardimon qilib yangi-yangi elementlar sintez qilinmoqda.



Dubna shaxrida akademik Flerov xabarligida sun'iy radiaktivlikni rivojlantiruvchi katta ilmiy ishlar olib borilmoqda.

Yadroni birinchi bo`lib 1939 yili Gan parchalashga erishdi:



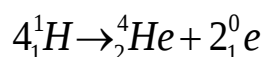
U-235 ning massasi kritik massasidan kichik bo`lsa, tezlantirilgan neitronlar Yadroni parchalay olmaydi. Kritik massadan katta bo`lsa, Yadro ikkiga bulinib zanjirli reaksiya boshlanadi:

Atom bombasida kritik massadan (U_{92}^{235}) kichik bo`lgan ikkita Yadro qismi olinadi. Oddiy kimyoviy portlatish natijasida ikkala qism qo`shiladi, bu massa kritik massadan kattadir.

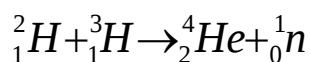
Atom elektrostansiyalarida boshqariladigan yadro reaksiyalaridan foydalaniladi. Buning uchun ${}^{23}\text{U}$ va ${}^{238}\text{I}$ aralashmasidan foydalaniladi. ${}^{235}\text{I}$ neytronni tez yutadi, ${}^{238}\text{I}$ esa sekinrok reaksiya tezligini grafitga yukdirish bilan sekinlashtiriladi, reaksiyani avj olib ketishini reaktorga bordan yasalgan tayyok tushirish bilan boshqariladi. Bor neytronni juda xam yaxshi singdiradi. Agar reaksiya tezlashib ketsa, tayokcha chuqurrok kiritiladi va aksincha [5].

Yadro reaksiyasida hosil bo`lgan issiqlik suv isitib bug`ga aylantiriladi, bug` turbogeneratoring parragini bosib elektr energiyasini hosil qiladi.

Quyoshda quyidagi reaksiya sodir bo`ladi:



Atom bombasi portlashi 2N ni termoyadro reaksiyasi hosil qilish uchun yetarli harorat yaratiladi.



Tinchliksevar olimlar, yadro reaksiyalaridan tinchlik maqsadida foydalanishga urinmoqdalar.

1913 - yilda Daniya olimi N.Bor M.Plakning nurlanishning kvant nazariyasi asosida atom tuzilishini nazariyasini rivojlantirdi.

Kvant nazariyasiga asoslanib, Bor atomlar ichida eng oddiy bo'lgan vodorod atomining modelini nazariy jixatdan isbotlab berdi va uzining postulatlarini yaratdi.

Elektron Yadro atrofida xar qanday orbita bo'ylab emas, balki kvantlar nazariyasidan kelib chiqadilgan ma'lum shartni kondiruvchi orbitalar bo'ylabgina harakat qiladi. Bu orbitalar barqaror orbitalar deb ataladi.

Elektron shu elektron uchun mumkin bo'lgan barqaror orbitalardan biri bo'ylab harakatlanayotganda mutlako energiya sochmaydi yoki yutmaydi.

Elektron bir orbitadan boshqasiga o'tganda chiqadilgan energiya miqdori porsiyalar ya'ni kvantlar bilan o'zgaradi.

$$E_1 - E_0 = h\nu_1; \quad E_2 - E_0 = h\nu_2; \quad E_3 - E_0 = h\nu_3$$

Elektronning xar qaysi barqaror orbitadagi holatiga atom energiyasining ma'lum miqdor qiymati to'g'ri keladi. Elektron birinchi orbitada harakatlanayotganda, yadroga eng kuchli tortiladi, energiya qiymati esa eng kam bo'ladi. Atomning bunday holati normal holat deyiladi.

Agar atomga energiya berilsa, masalan jism yoritilsa, elektron yadrodan uzoqroqdagi orbitalardan biriga ko'chadi, bunda uning yadroga tortilishi zaif bo'ladi, elektronning energiya qiymati katta bo'ladi. Atomning bunday holati qo'zg'algan holat deyiladi.

Atom qo'zg'alish holatida sekundning milliondan bir ulushi qadar vaqt tura oladi, keyin elektron yana normal holatiga qaytadi.

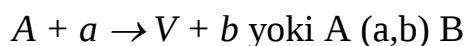
N. Bor vodorod spektrining bo'lish mexanizmini quyidagicha tushuntiradi. Atom uyg'onganda hamda elektronning birinchi statsionar orbitadan uzoqroqdagi biror orbitaga o'tishda va uning oldingi orbitaga qaytishda nurlanish sodir bo'ladi, spektrda esa chiziqlar seriyasi hosil bo'ladi. Bu seriya oddiy ko'z bilan ko'rib bo'lmaydigan ultrabinafsha nurlari to'g'ri keladi. Elektron ikkinchi statsionar orbitadan uzoqroqdagi biror orbitaga o'tib yana avvalgi orbitasiga qaytganda, spektrning ko'rinadigan nurlariga to'g'ri keladigan chiziqlar seriyasi hosil bo'ladi [6].

Elektron uchinchi statsionar orbitadan biror uzoqroq orbitaga o'tib yana avvalgi orbitasiga qaytganda, ko'rinmaydigan infraqizil nurlarga to'g'ri keladigan uchinchi chiziqlar seriyasi hosil bo'ladi.

Bor o'z nazariyasiga asoslanib vodorod spektrida bu uchta seriya chiziqlaridan tashqari yana ikki seriya borligini ilgari aytdi, ular xam keyinchalik kashf etildi.

Shunday qilib Bor o'zining nazariyasiga asoslanib atom yadrosining modelini vodorodning chiziqsimon spektri bilan yaxshi bog'lay oldi.

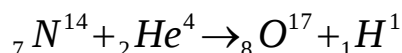
Ikki zarra (ikki yadro yoki yadro va zarra) bir-biri bilan 10^{-15} m lar chamasiga yaqinlashganda yadroviy kuchlarning ta'siri tufayli o'zaro intensiv ta'sirlashadi, natijada yadroviy o'zgarishlar vujudga keladi. Bu jarayonni yadroviy reaksiyalar deb ataladi. Yadroviy reaksiyani quyidagicha yozish odat bo'lgan:



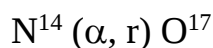
bunda A - boshlang'ich yadro, a - reaksiyaga kirishuvchi zarra, b-yadroviy reaksiyada ajralib chiquvchi zarra, B- yadroviy reaksiyada vujudga kelgan yadro, a va b zarralar - neytron, proton, α - zarra, γ - kvant, yengil yadrolar yoki boshqa elementar zarralar bo'lishi mumkin.

Birinchi yadroviy reaksiyani 1919 - yilda Rezerford amalga oshirgan. Bunda azotni α - zarralar bilan bombardimon qilish natijasida kislorod va proton hosil

bo'lgan. Yuqorida bayon etilgan yadroviy reaksiyalarni yozish usuliga asoslanib mazkur reaksiyani.



yoki ixchamroq quyidagi



ko'rinishda ifodalash mumkin [7].

Reaksiyalarning turlari ko'p. Lekin reaksiyaga kirishuvchi zarralarning tabiatiga asoslanib uch sinfga:

- 1) zaryadli zarralar;
- 2) neytronlar;
- 3) γ - kvantlar ta'sirida amalga oshadigan reaksiyalarga ajratish

mumkin.

Reaksiyalarni amalga oshish mexanizmi bo'yicha ularni ikki sinfga shartli ravishda ajratsa bo'ladi:

1. *Yadroviy reaksiyalarni oraliq yadro orqali amalga oshishi.* Bunda reaksiya ikki bosqichda o'tadi. Birinchi bosqichda zarra yadro tomonidan yutiladi. Vujudga kelgan sistemani oraliq yadro yoki kompaund yadro deb ataladi. Ikkinchi bosqichda esa oraliq yadro emiriladi. Demak, reaksiya



sxema bo'yicha amalga oshadi. C^* yadroning (bundagi yulduzcha yadroning uyg'ongan holatini ifodalaydi) yashash davomiyligi ancha katta taxminan (10^{-14} dan 10^{-15}) s bo'ladi. Yadro fizikasida yadroviy vaqt tushunchasidan foydalanish odat bo'lgan. Yadroviy vaqt deganda energiyasi 1 MeV bo'lgan nuklon ($v \sim 10^7$ m/s ga moc keladi) yadroning diametriga ($\sim 10^{-14}$ m) teng masofani bosib o'tishi uchun ketgan vaqt

$$\tau_{ya} = 10^{-14} \text{m} / 10^7 \text{m/s} = 10^{-21} \text{s}$$

tushuniladi. Demak, oraliq yadroning yashash davomiyligi yadroviy vaqtdan 10^6 dan 10^7 martagacha katta.

2. *Zarrani yadro bilan bevosita o'zaro ta'sirlashuvi tufayli amalga oshadigan reaksiyalar.* Misol tariqasida deytton (H^2) ni yadro bilan o'zaro ta'sirlashuvini bayon qilaylik. Yadroga yaqinlashgan deyttonning protonini yadro itarib yuboradi (ikkalasining qam zaryadi musbat bo'lganligi uchun). Deytonning neytroni esa yadroga kirishi mumkin. Natijada deytton bo'linib ketadi, ya'ni uning neytronini yadro yutadi, protoni esa yadroga kirmasdan o'tib ketadi. Buni ba'zan, "uzib olish" reaksiyasi deb ham ataladi.

Yadroviy reaksiyalarni tajribalarda o'rganish tufayli reaksiyalarda saqlanish qonunlarining bajarilishi aniqlandi:

1. Yadroviy reaksiyaga kirishuvchi zarralarning umumiy zaryadi reaksiyada vujudga kelgan zarralarning umumiy zaryadiga teng.

2. Yadroviy reaksiyaga kirishayotgan zarralardagi nuklonlarning to'liq soni reaksiyadan keyin ham saqlanadi, ya'ni reaksiyada hosil bo'lgan zarralar nuklonlarining to'liq soniga teng bo'ladi. Bu ikki qonunning bajarilishini quyidagi jadvalda keltirilgan yadroviy reaksiyalar misolida tekshirib ko'rish mumkin.

2-jadval

Yadroviy reaksiyalarda massaning saqlanish qonuni

Yadroviy reaksiya	Elektr zaryadi	Nuklonlar soni
$N^{14} + \alpha \rightarrow O^{17} + p$	$7 + 2 = 8 + 1$	$14 + 4 = 17 + 1$
$H^2 + H^2 \rightarrow He^4 + n$	$1 + 1 = 2 + 0$	$2 + 2 = 4 + 0$
$Li^7 + p \rightarrow Be^7 + n$	$3 + 1 = 4 + 0$	$7 + 1 = 7 + 1$
$S^{32} + n \rightarrow P^{32} + p$	$16 + 0 = 15 + 1$	$32 + 1 = 32 + 1$
$Be^9 + \gamma \rightarrow 2He^4 + n$	$4 + 0 = 4 + 0$	$9 + 0 = 8 + 1$

3. Yadroviy reaksiyalarda massaning saqlanish qonuni (va energiyaning saqlanish qonuni ham) bajariladi. Bu ikki qonunni birgalikda bayon qilmoqchiligimizning sababi massa va energiya o'zaro $W = ts^2$ munosabat bilan bog'langanligidadir. Yadroviy reaksiyani belgilanishiga amal qilaylik. U holda

yadroviy reaksiyaga kirishayotgan zarralarning tinchlikdagi massalarini m_A va m_a deb, reaksiyada vujudga kelgan zarralarnikini esa m_B va m_b deb belgilaymiz. Ularning kinetik energiyalarini mos ravishda T_A , T_a , T_B , T_b deb belgilaylik. Natijada reaksiyaga kirishayotgan zarralar to'liq energiyalarining yig'indisi reaksiyada vujudga kelgan zarralar to'liq energiyalarining yig'indisiga tengligini quyidagicha ifodalaymiz:

$$m_A s^2 + T_A + m_a s^2 + T_a = m_B s^2 + T_B + m_b s^2 + T_b$$

Mos hadlarni gruppalasak, bu ifoda quyidagi

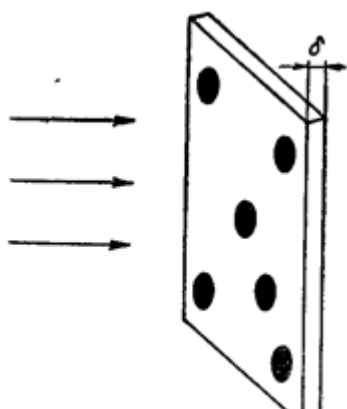
$$[(m_A + m_a) - (m_B + m_b)]c^2 = (T_B + T_b) - (T_A + T_a)$$

ko'rinishga keladi. Bu tenglikning o'ng tomoni reaksiya natijasida vujudga keladigan energiya o'zgarishini ifodalaydi. Yadroviy reaksiyada ajralib chiqadigan yoki yutiladigan energiyani reaksiya energiyasi deb ataladi va odatda, Q qarfi bilan belgilanadi. U holda

$$Q = [(m_A + m_a) - (m_B + m_b)]c^2 = (T_B + T_b) - (T_A + T_a).$$

Agar $Q > 0$ bo'lsa, zarralar tinchlikdagi massasining kamayuvi hisobiga zarralar kinetik energiyasining ortishi kuzatiladi. Bu holda ekzoenergetik, reaksiya amalga oshayotgan bo'ladi. Ekzoenergetik reaksiya $(T_A + T_a)$ ning har qanday qiymatida ham amalga oshadi. Faqat zarra zaryadli bo'lgan holda uning energiyasi yadro elektr maydonining qarshiligini (odatda, uni kulon to'sig'i deyiladi) yengishga yetarli bo'lishi kerak, albatta [8].

Agar $Q < 0$ bo'lsa, endoenergetik reaksiya sodir bo'ladi. Bunda zarralar kinetik energiyasining kamayuvi qisobiga ularning tinchlikdagi massalari ortadi. Shuning uchun reaksiyaga kirishayotgan zarralar kinetik energiyalari yetarlicha katta bo'lishi, ya'ni $(T_A + T_a) = |Q| + (T_B + T_b)$ shart bajarilishi kerak.



Effektiv kesim

Endi yadroviy o'zaro ta'sir ehtimolligini xarakterlash uchun qo'llaniladigan effektiv kesim tushunchasi bilan tanishaylik. Buning uchun quyidagi xayoliy tajriba ustida mulohaza yuritaylik. Nishon sifatida qo'llanilayotgan bir jinsli jism tarkibidagi

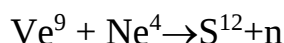
yadrolar konsentratsiyasi, ya'ni birlik hajmdagi yadrolar soni n bo'lsin. Nishonning qalinligi δ shunday bo'lsinki, undagi yadrolar bir-birini to'smasin. Bu nishonga tushayotgan zarralarning zichligi (ya'ni nishonning birlik yuzidan birlik vaqtda o'tadigan zarralar soni) N bo'lsin. Bu zarralarning hammasi ham nishondagi yadrolar bilan to'qnashmaydi, albatta. Chunki to'qnashish sodir bo'lishi uchun zarra nishondan uchib o'tayotganda uning yo'lida yadro mavjud bo'lishi kerak. Agar yadroni radiusi R_{ya} bo'lgan sharcha deb tasavvur qilsak, uning ko'ndalang kesimi $\sigma'=\pi^2$ ya yuzli doira bo'ladi. Nishonning birlik yuziga mos kelgan hajmdagi yadrolar soni $n\delta$ ga, bu yadrolar kesimlarining umumiy yuzi esa $\sigma' p \delta$ ga teng bo'ladi. Bu yuzning qiymati kanchalik katta bo'lsa, nishonga tushayotgan zarrani yadrodan birortasi bilan to'qnashishining ehtimolligi shunchalik katta bo'ladi. U holda nishondagi yadrolar bilan to'qnashadigan zarralar soni.

$$\Delta N = N \sigma' p \delta$$

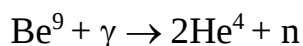
ifoda bilan aniqlanadi. Agar $N = 1$ (ya'ni nishonning birlik yuziga birlik vaqtda bitta zarra tushmoqda) va $p \delta = 1$ (ya'ni nishonning birlik yuziga mos keluvchi hajmda bittagina yadro mavjud) bo'lsa, $\Delta N = \sigma'$ bo'lib qoladi. Demak, yuzi bir birlikka teng nishon hajmida bittagina yadro mavjud bo'lgan holda bu nishonga birlik vaqtda bitta zarra tushadigan bo'lsa, uning yadro bilan to'qnashish ehtimolligi miqdoran yadroning ko'ndalang kesim yuziga teng ekan. Lekin zarra yadro bilan to'qnashganda hamma vaqt ham biz qiziqayotgan yadroviy reaksiya sodir bo'lavermaydi. Umuman, yadroviy reaksiyani sodir bo'lish ehtimolligi zarra va nishonning parametrlariga, ayniqsa, zarraning energiyasiga bog'liq. Bundan tashqari yadroviy reaksiyani qattiq zarra bilan sferik shakldagi qattiq yadroning to'qnashishi kabi tasavvur qilish ham haqiqatga unchalik mos kelmaydi. Natijada yadroviy reaksiyani sodir bo'lish ehtimolligi zarrani yadro bilan to'qnashish ehtimolligidan miqdoran farq qiladi. Boshqacha qilib aytganda, biror yadroviy reaksiyani sodir bo'lish ehtimolligi aslida σ' ga emas, balki undan farqlanuvchi qiymatga ega bo'ladi. Bu qiymat yadroning ko'ndalang kesimiga emas, balki qandaydir effektiv kesimga mos keladi. Shuning uchun yadroviy reaksiyaning

sodir bo'lish ehtimolligini effektiv kesim orqali xarakterlash odat bo'lgan. Effektiv kesim m^2 larda o'lchanadi [9].

1932 - yilda D.Chedvik α -zarralar ta'sirida vujudga keladigan "berilliy nurlanishi" massasi proton massasiga yaqin bo'lgan elektroneytral zarralardan iborat, degan fikrni ilgari surdi. Bu fikrga asoslanib Chedvik mavjud tajriba natijalarini miqdoriy jihatdan ham izohlab berdi. Neytronlar deb nomlangan zarralar shu tarzda kashf etildi. Shunday qilib, neytronlar kuzatilgan birinchi yadroviy reaksiyani



shaklda yozamiz. Bu reaksiyadan hanuzgacha neytronlarning ixchamgina manbai sifatida foydalaniladi. Bunday manbalarni berilliy metalliga α - nurlanish chiqaradigan preparat aralashtirib hosil qilinadi. Masalan, 1g radiyga bir necha gramm berilliy aralashtirilsa, sekundiga taxminan 10^7 neytron chiqaradigan manba hosil bo'ladi. 1g poloniy aralashtirilgan (Po-Be) manbadan sekundiga chiqariladigan neytronlar soni $3 \cdot 10^6$ ga etadi. Bu ikkala manba chiqaradigan neytronlar energiyasi keng intervaldagi qiymatlarga ega. Agar monoenergetik neytronlar lozim bo'lsa, boshqa reaksiyalardan foydalaniladi. Masalan, Bi^{214} ning 1,78 MeV energiyali γ -kvantlari ta'sirida



reaksiya tufayli energiyasi ~ 110 keV bo'lgan monoenergetik neytronlar hosil bo'ladi. Erkin holatdagi (ya'ni, yadro tarkibiga kirmagan) neytron β -radioaktiv emirilishga moyil. Uning yarim emirilish davri ~ 12 minut. Yemirilish quyidagi



Neytronlar biror muhitdan o'tayotganda, muhit atom va molekulalarining elektron qobiqlari bilan deyarli ta'sirlashmaydi. Sababi - neytronlarning elektr zaryadga ega emasligidir. Neytronlar faqatgina muhit atomlarining yadrolari bilan ta'sirlashadi, xolos. Bu ta'sirlashuv neytronning tezligiga (ya'ni, energiyasiga) bog'liq. Neytronlarning tezligi bo'yicha shartli ravishda tez va sekin neytronlarga ajratiladi:

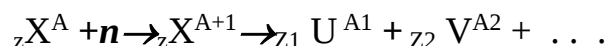
1) de-Broyl to'liqin uzunliklari ($\lambda=h/m_n v$) yadro radiusi r dan kichik bo'lgan neytronlar [bunga (0,1, 4, 50) MeV energiyalar mos keladi] tez neytronlar deb ataladi;

2) neytronlarning de-Broyl to'liqin uzunliklari yadro radiusidan katta bo'lgak hollarda (bunga 0,1 MeV dan kichik energiyalar mos keladi) ularni sekin neytronlar deb nomlanadi [9].

b) Yadrolarning bo'linish reaksiyalari

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 qam 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.

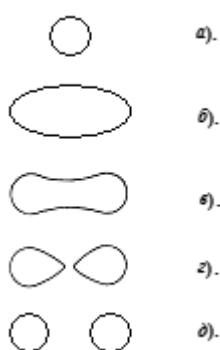
Bu hodisani yadro fizikasiga oid bilimlarimiz asosida talqin qilib ko'raylik. Neytron ${}_0^1\text{X}^A$ yadroga kirgach, uning nuklonlari orasida o'ralashib qoladi. Natijada yangi ${}_Z^A\text{X}^{A+1}$ yadro hosil bo'ladi, u esa ikki yadroga, ya'ni ${}_{Z_1}^{A_1}\text{Y}^{A_1}$ va ${}_{Z_2}^{A_2}\text{V}^{A_2}$ 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 $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon$ lar mos ravishda bo'linish parchalari - Y va V qamda X yadrolardagi bitta nuklonga to'qri 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 oqir 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

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

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, ifoda asosida 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 uchun. 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 ifodalasa 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 tomchisni 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 boshlanrich 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 boshlanqich holatga qaytadi. Tebranish energiyasi esa γ -kvant tarzida nurlantiriladi. Agar neytronning energiyasi yadroga 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 muvozanatlashtirolmaydi, 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} , Va^{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 yadrodagi 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:



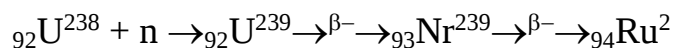
Yuqorida Xe^{140} yadrosini uran yadrosining bo'linishi tufayli vujudga keladigan parchalardan biri deb atadik. Bunday deyishimizning sababi shundaki, uranning 60 ga yaqin bo'linishi kuzatiladi. Ular ichida bo'linish parchalarining massa sonlari nisbati A_1/A_2 ning 2/3 ga yaqin bo'lganlari esa katta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

c) Zanjir reaksiya. Yadroviy reaktor

U^{230} yadrosi bo'linishi tufayli ajraladigan energiyaning taxminan 82÷84% i bo'linish parchalarining energiyasi tarzida, qolgan qismi esa neytronlar (2÷3%), - nurlanish (5÷6%), elektronlar (3÷4%) va neytrinolar(5-6%) ning energiyasi snfatida namoyon bo'ladi. Har bir yadro bo'linganda, taxminan 200 MeV energiya ajraladi. Solishtirish maqsadida oddiy ximiyaviy reaksiyalarda (masalan, yonish protsessida) ajraladigan energiyaning har bir atomga to'g'ri keladigan ulushi atigi bir necha eV ekanligini eslaylik. Demak, yadro bo'linishida ximiyaviy reaksiyadagidan millionlab marta ko'p energiya ajraladi. Shuning uchun og'ir yadrolarning bo'linish hodisasi kashf qilinishi bilanoq, bu reaksiyada ajraladigan

energiyadan foydalanish yo'llari izlana boshlandi. Bo'linish energiyasidan foydalanish imkoniyati amalga oshishi uchun shunday sharoit yaratish lozimki, bu sharoitda reaksiya bir boshlangandan so'ng o'z-o'zidan davom eta bo'lsin, ya'ni reaksiya zanjir xarakterga ega bo'lsin. Bunday reaksiyani amalga oshirishga og'ir yadroning bo'linishida vujudga keladigan 2-3 dona neytron yordam beradi. Masalan, birinchi yadro bo'linganda ajralib chiqqan 2-3 neytronning har biri o'z navbatida yangi yadrolarning bo'linishiga sababchi bo'ladi. Natijada 6 - 9 yangi neytronlar vujudga keladi. Bu neytronlar yana boshqa yadrolarni bo'linishiga imkoniyat yaratadi va hokazo. Shu tariqa bo'linayotgan yadrolar va buning natijasida vujudga keladigan neytronlar soni nihoyatda tez ortib boradi. Bayon etilgan tarzda rivojlanadigan protsess - zanjir reaksiyadir. Hisoblarning ko'rsatishicha, birinchi yadro bo'lingandan keyin $7,5 \cdot 10^{-7}$ s vaqt o'tgach $10^{24} \div 10^{25}$ yadro (shuncha yadro taxminan 1 kg uran tarkibida bo'ladi) reaksiyada qatnashgan bo'ladi. Reaksiyaning bunday o'ta shiddatli tusda o'tishi - portlash demakdir. Lekin bu mulohazalarda barcha neytronlar yangi yadrolarning bo'linishiga sabab bo'ladi, degan farazdan foydalanildi. Aslida neytronlar boshqa yadrolar tomonidan yutilishi, lekin bu yadro bo'linmasligi mumkin. Yoxud neytronlar bo'linuvchi yadrolar bilan to'qnashmasdan reaksiya sodir bo'ladigan hajm (ya'ni aktiv zona) dan chiqib ketishi mumkin. Natijada zanjir reaksiya rivojlanmaydi. Demak, zanjir reaksiya rivojlanishi uchun yadroning bo'linishi tufayli hosil bo'lgan neytronlarning o'rta qisobda bittadan ortig'i yangi bo'linishni vujudga keltirishi shart. Umuman, zanjir reaksiyaning rivojlanish tezligi *ko'payish koeffitsiyenti* K_k ning qiymati bilan xarakterlanadi. Ko'payish koeffitsienti - biror avlod bo'linishlarida vujudga kelgan neytronlar sonini undan oldingi avlod bo'linishlarda hosil bo'lgan neytronlar soniga nisbatidir. Agar $K_k > 1$ bo'lsa zanjir reaksiya rivojlanadi. $K_k < 1$ da reaksiya so'nadi. $K_k = 1$ bo'lganda reaksiya bir me'yorda davom etadi. Shuning uchun ko'payish koeffitsiyentining qiymatiga ta'sir etuvchi faktorlarni o'zgartirish yo'li bilan zanjir reaksiya tezligini boshqarish mumkin. Zanjir reaksiyalarda uran yoki plutoniyning izotoplaridan foydalaniladi. Masalan, tabiiy uran tarkibida 99,282% U^{238} izotop,

0,712% U^{235} izotop va 0,006% U^{234} izotop bor. Tez neytronlar ta'sirida bu izotoplarning barchasi bo'linadi, sekin neytronlar esa faqat U^{235} izotopning bo'linishiga sabab bo'la oladi. Energiyasi 1 MeV dan kichik neytronlar U^{238} yadrosi tomonidan tutiladi va U^{239} hosil bo'ladi. Lekin U^{239} izotop β -yemirilish natijasida Np^{239} ga, u esa Pu^{239} ga aylanadi. Ya'ni

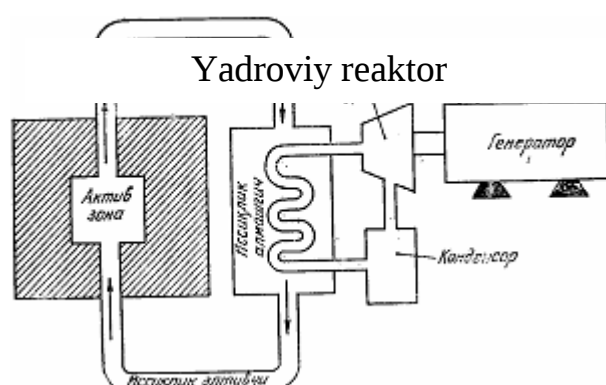


Pu^{239} ham, xuddi U^{235} kabi sekin neytronlar ta'sirida bo'linadi. Bundan tashqari U^{235} va Pu^{239} yadrolarning bo'linishida hosil bo'ladigan neytronlar sonining o'rtacha qiymatlari mos ravishda 2,46 va 2,90 ga teng. Demak, U^{235} yoki Pu^{239} yadrolaridan foydalanib zanjir reaksiyani amalga oshirish uchun imkoniyatlar mavjud. Faqat neytronlarni reaksiyada qatnashmay aktiv zonadan chiqib ketishini kamaytirish lozim. O'z-o'zidan ravshanki, aktiv zonaning hajmi (bo'linuvchi moddaning massasi shu hajmga proporsional) qanchalik kichik bo'lsa, undan chiqib ketadigan neytronlar soni shunchalik ko'p bo'ladi. Shuning uchun aktiv zona hajmini kattalashtirib borilsa, uning biror qiymatida zanjir reaksiyani amalga oshishi uchun yetarli sharoit yaratilgan bo'ladi. Bunday hajmdagi bo'linuvchi moddaning massasini *kritik massa* (t_{kr}) deb ataladi. Masalan, sof U^{235} dan tashkil topgan bo'linuvchi modda uchun $m_k \sim 9$ kg [9].

Shunday qilib, bo'linuvchi modda massasining qiymati $m < m_{kr}$ bo'lgan holda neytronlarning ko'payish koeffitsiyenti $K_k < 1$ bo'ladi, shuning uchun zanjir reaksiya amalga oshmaydi. Aksincha, $t > t_{kr}$ shart bajarilganda $K_k > 1$ bo'ladi (lekin $K_k \leq \nu$), natijada zanjir reaksiya rivojlanadi. Zanjir reaksiya boshqarilmaydigan tarzda amalga oshishi atom bombaning portlash jarayonida sodir bo'ladi. Atom bombaning tuzilishi sxematik tarzda 3.3-rasmda tasvirlangan. Unda bo'linuvchi modda ikki yoki ko'proq bo'laklar tarzida tayyorlanadi. Bu bo'laklarning umumiy massasi kritik massasidan katta, lekin har bo'lakning massasi kritik massadan kichik. Shuning uchun har bir bo'lakning o'zida bo'linish zanjir reaksiyasi rivojlanmaydi. Bombaga joylashtirilgan oddiy portlovchi qurilma portlaganida mazkur bo'laklar qo'shilib, zanjir reaksiyani amalga oshishiga sharoit yaratiladi.

Bo'linish reaksiyasini boshlab berish uchun kerak bo'ladigan birinchi neytronlar esa bo'linuvchi modda ichida doimo "adashib" yurgan bo'ladi. Masalan, massasi 1 kg bo'lgan uranda spontan bo'linish tufayli sekundiga taxminan 20 neytron vujudga keladi. Bundan tashqari kosmik nurlar ta'sirida ham doimo turli zarralar qatori neytronlar ham vujudga kelib turadi. Atom bomba portlaganda juda qisqa vaqt ichida niqoyatda katta energiya ajralib chiqqanligi uchun portlash zonasida issiqlik bir necha million gradusga etadi. Bunday issiqlik ta'sirida portlash zonasidagi modda bug'ga aylanadi. O'ta qizigan sharsimon gaz tez kengayishi natijasida juda kuchli zarb to'liqini vujudga kelib, o'z yo'lidagi ob'yektlarni yemiradi va kuydirib tashlaydi. Kezi kelganda shuni qayd qilmoq lozimki, mazkur qurolni yadroviy bomba deb atash to'g'riroq bo'lardi, chunki uning portlashida yadroviy energiya ajraladi-da! Boshqariladigan bo'linish zanjir reaksiyalarini amalga oshirish uchun qo'llaniladigan qurilmani yadroviy reaktor deb ataladi. Bunday qurilmalarda neytronlar ko'payish koeffitsiyenti K_k ning 1 dan ozgina katta qiymatlarida zanjir reaksiyani boshlash imkoniyati mavjud bo'lishi kerak. U holda aktiv zonadagi neytronlar konsentratsiyasi va reaktorning quvvati orta boshlaydi. Kerakli quvvatga erishilganda K_k ning qiymatini aynan 1 ga teng qilib turish imkoniyati bo'lishi kerak. Bu holda zanjir reaksiya o'zgarmas tezlik bilan davom etadi, natijada reaktor statsionar rejimda ishlay boshlaydi. Bo'linish zanjir reaksiyasining anchagina variantlari mavjud. Biz hozirgi zamon energetikasida keng foydalanilayotgan issiqlik neytronlar ta'sirida ishlaydigan reaktorlar bilan tanishamiz. Reaktorning asosiy elementi - bo'linuvchi moddadir. Zamonaviy reaktorlarda bo'linuvchi modda sifatida U^{235} izotop bilan boyitilgan tabiiy urandan foydalaniladi. Issiqlik neytronlar U^{235} ni effektiv ravishda bo'linishiga sababchi bo'ladi. Shuning uchun bo'linish reaksiyasida vujudga kelgan tez neytronlarni sekinlatish yo'li bilan issiqlik neytronlarga aylantiriladi. Odatda, sekinlatkichlar sifatida grafit yoki og'ir suv (D_2O) dan, ba'zan esa oddiy suv (H_2O) dan ham foydalaniladi. 3.4-rasmda reaktor aktiv zonasining soddalashtirilgan sxemasi tasvirlangan. Reaktorning aktiv zonasi sekinlatkich modda bilan to'ldirilgan. Sekinlatkich ichiga sterjen yoki plastinka shaklida bo'linuvchi modda bo'laklari

joylashtiriladi. Zanjir reaksiya tezligini boshqaruvchi sterjenlar yordamida o'zgartirish mumkin. Bu sterjenlar neytronlarni intensiv ravishda yutadigan materiallar (masalan, bor yoki kadmiy) dan tayyorlanadi. Boshqaruvchi sterjenlarning ko'proq yoki kamroq qismini aktiv zona ichiga kiritish yo'li bilan K_k ning qiymatini o'zgartirishga erishiladi. Statsionar rejimda ishlayotgan reaktorning aktiv zonasidagi neytronlar soni normadan ozgina chetga chiqishi (ya'ni K_k ning qiymati 1 dan ozgina farqlanishi) bilanoq, maxsus avtomatik qurilma boshqaruvchi sterjenlarni kerakli tomonga siljitadi.

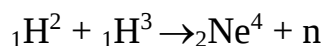


Yadroviy energiyadan foydalanishga asoslangan qurilmalarning asosiy qismi yadroviy reaktordir. Misol tariqasida atom elektr stantsiya (AES) ning ishlash prinsipi bilan tanishaylik. Zanjir bo'linish

reaksiyasida ajralayotgan energiya aktiv zonani aylanib yuradigan issiqlik eltuvchiga o'tadi. Issiqlik eltuvchi bu energiyani issiqlik almashgichdagi suvga beradi, natijada suv buqqa aylanadi. Bug' esa o'z navbatida generatorning tarkibiy qismi bo'lgai turbinani qarakatga keltiradi. Turbinadan o'tgach bug' kondensorda suvga aylanib, yana issiqlik almashgichga boradi. Shu tarzda yadroviy energiya elektr energiyaga aylantiriladi.

d) Termoyadroviy reaksiyalar

Yadro bog'lanish energiyasining bir nuklonga mos keluvchi qiymati ε ning massa soni A ga bog'liqligini xarakterlovchi grafik (3.2-rasm) ga nazar tashlasak, faqat og'ir yadrolarning bo'linish tufayligina emas, balki juda yengil yadrolarni birlashtirish (yadrolar sintezi) usuli bilan ham yadroviy energiyadan foydalanish mumkin, degan fikrga kelamiz. Masalan, deyteriy va tritiyning sintezida α -zarra va neytron hosil bo'ladi, ya'ni



Mazkur reaksiyaning energiyasini (18.3) munosabatga asoslanib hisoblaylik:

$$Q = [(m_{\text{H}^2} + m_{\text{H}^3}) - (m_{\text{He}^4} + m_n)] c^2 \sim 17,6 \text{ MeV}$$

Demak, reaksiya ekzotermik va unda qatnashayotgan har bir nuklonga to'g'ri keluvchi energiya $\sim 3,5 \text{ MeV}$ ga teng. Taqqoslash maqsadida U^{238} ning bo'linishida ajraladigan energiyaning bitta nuklonga mos keluvchi ulushi $\sim 0,85 \text{ MeV}$ ligini eslaylik.

Yadrolar sintezi amalga oshishi uchun ular bir-biri bilan yadroviy kuchlarning ta'siri seziladigan masofa ($r \sim 10 - 15 \text{ m}$) gacha yaqinlashishi kerak. Lekin yadrolarning bu darajada yaqinlashishiga kulon itarishish kuchlari tufayli ular orasida vujudga keladigan potentsial to'siq qarshilik ko'rsatadi. Bu to'siqni yengish uchun H^2 va H^3 ning sintez reaksiyasida yadrolar

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{(1.16 \cdot 10^{-19})^2}{4 \cdot 3.14 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-15}} J \approx 0,7 \text{ MeV}$$

energiyaga ega bo'lishi kerak. Demak, to'qnashayotgan yadrolarning har birini kinetik energiyasi $\sim 0,35 \text{ MeV}$ bo'lsa, yadroviy sintez reaksiyasi amalga oshadi. U holda yadrolar sintezi issiqlik harakatning energiyasi (ya'ni $3kT/2$) tufayli sodir bo'lishi uchun yadrolarni qanday temperaturagacha qizdirish lozim? degan savolga javob topaylik. Hisoblardan ko'rinishicha bu temperatura $2 \cdot 10^9 \text{ K}$ bo'lishi kerak. Mazkur temperaturani amalda hosil qilib bo'lmaydi. Lekin bunchalik yuqori temperaturaga hojat ham bo'lmasa kerak. Bu fikr quyidagi ikki sababga asoslanadi:

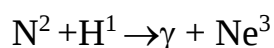
1) ixtiyoriy T temperaturadagi gaz molekulalari tezliklarining qiymati Maksvell taqsimotiga bo'ysunadi. Shu sababli Maksvell taqsimotini xarakterlovchi grafikning "dumi" ga mos keluvchi tezliklar bilan xarakterlanadigan yadrolar issiqlik qarakat energiyasining qiymatlari $3kT/2$ dan ancha katta bo'ladi;

2) tunnel effekt tufayli yadrolar birikishi uchun lozim bo'ladigan kinetik energiyaning qiymati kulon to'sig'i balandligidan kichik ham bo'lishi mumkin. Shuning uchun H^2 va H^3 yadrolarining $\sim 10^7 \text{ K}$ temperaturada ham yetarlicha intensiv birikishi kuzatiladi. *Yadrolar sintezi yuqori temperaturalarda sodir*

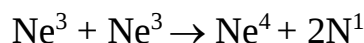
bo'lganligi uchun uni termoyadroviy reaksiya deb ham ataladi. Bu qadar yuqori temperatura yulduzlarda jumladan, quyoshda mavjud. Quyosh nurlanishining spektrini o'rganish asosida yulduzlar tarkibi, asosan vodorod va geliydan hamda ozgina miqdordagi ($\sim 1\%$ cha) uglerod azot va kisloroddan iborat, degan xulosaga kelingan. Quyosh energiyasi uning tarkibidagi yadrolarning sintezi, ya'ni termoyadroviy reaksiyalar tufayli ajraladi. Bu reaksiyalarning variantlaridan biri proton proton (pp) siklidir. Mazkur sikldagi birinchi reaksiyada ikki proton birikib, deyttonni hosil qiladi:



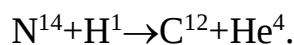
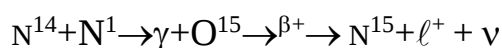
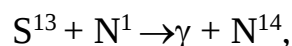
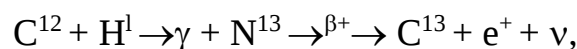
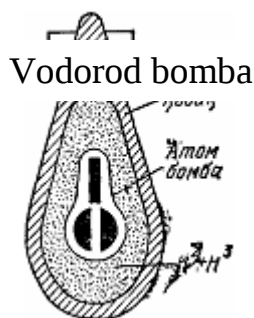
Ikkinchi bosqichda



reaksiya amalga oshadi. Shundan so'ng



reaksiyada geliy yadrosi va ikki proton hosil bo'ladi. Bundan tashqari Bete tomonidan taklif etilgan uglerod sikli amalga oshishi mumkin. Mazkur sikl quyidagi to'rt bosqichda o'tadi:



Bu siklda ham geliy yadrosi hosil bo'ladi. Bundan tashqari siklning birinchi bosqichidagi C^{12} yadrosi ham vujudga keladi. U yana yangi siklni boshlaydi. Boshqacha aytganda, C^{12} yadrosi uglerod siklida "yadroviy katalizator" vazifasini o'taydi. Shuni ham qayd qilmoq lozimki, uglerod sikli pp-siklga nisbatan yuqoriroq temperaturalarda o'tadi. Zamonaviy tasavvurlarga asosan, quyosh energiyasining manbai asosan pp-sikldir.

Olimlar sun'iy ravishda termoyadroviy reaksiyani amalga oshirish usulini topdilar. Buning uchun termoyadroviy reaksiyada qatnashishi lozim bo'lgan modda

(masalan, H^2 va H^3 aralashmasi) ichida atom bomba portlatilsa bas. Atom bomba portlaganda qisqa vaqt ichida temperatura $\sim 10^7$ K ga yetib, deyteriy va tritiy birikadi, bunda energiya ajralib chiqishi yanada kuchliroq portlash tarzida namoyon bo'ladi. Portlashda vodorod izotoplari qatnashganligidan bayon etilgan printsipta ishlaydigan qurolga *vodorod bomba* deb nom berilgan. Agar vodorod bombaning devorlariga U^{238} izotop (ya'ni tabiiy uran, chunki uning 99% i U^{238} edi) qoplansa, termoyadroviy reaksiyada ajralib chiqadigan tez neytronlar U^{238} yadrolarining bo'linishiga sababchi bo'ladi. Buning natijasida bombaning portlash quvvati yanada ortadi.

Neytron bomba deb ataluvchi qurolga esa yadroviy sintez reaksiyasi amalga oshishi uchun talab qilinadigan sharoit detonatorlik vazifasini bajaruvchi atom bombani portlatish yo'li bilan emas, balki boshqa usullar yordamida vujudga keltiriladi. Neytron bombani xarakterlovchi kriteriy sifatida termoyadroviylik koeffitsiyenti K_T dan foydalaniladi. K_T - yadroviy sintez reaksiyasida ajraladigan energiyannng portlash vaqtida ajraladigan umumiy energiyaga nisbatadir. Neytron bombada $K_T \sim 0,90 \div 0,95$. Yadroviy sintez reaksiyasida ajralib chiqadigan energiyaning asosiy qismi (~ 80 %) neytronlarning energiyasi sifatida namoyon bo'ladi (mazkur qurolni neytron bomba deb atalishining sababi ham shunda). Shuning uchun neytron bomba portlaganda vujudga keladigan zarb to'lqin anchagina kuchsiz, lekin nurlanish dozasi nihoyat kuchli bo'ladi. Neytronlar muhit atomlarining elektron qobiqlari bilan bevosita ta'sirlashmaydi. Lekin muhit atomlarining yadrolari bilan ta'sirlashuvi tufayli zaryadli zarralar, γ - kvantlar va radioaktiv yadrolar hosil bo'ladi. Bular esa, o'z navbatida boshqa atomlarni ionlashtiradi. Shuning uchun odam organizmiga neytronlarning ta'siri tirik to'qimalarning atom va molekulalarini ionlashtirishdan iborat bo'ladi. Ionlarning aktivligi o'zgacha bo'lganligi uchun sog' organizmda salbiy ta'sir ko'rsatuvchi ximiyaviy birikmalar vujudga keladi. Yadroviy nurlanish, xususan, neytronlar ta'sirida ba'zi murakkab molekulalar, birinchi navbatda iliq, so'ngra qon hosil bo'lish jarayoni, ayniqsa, markaziy nerv sistemasining to'qimalari zararlanadi.

Ovqat hazm qilish yo'li va jinsiy a'zolarining hujayralari ham shikastlanadi. Nurlanishlarning tirik organizmga ta'siri haqida quyidagi tajriba etarlicha tasavvur beradi: maymunlar uzoq vaqt davomida kuniga olti soatdan chambarak aylantirishga, o'n minut aylantirgandan keyin besh minut dam olishga o'rgatilgan. Bunday meqnatdan ular mutlaqo charchamagan. So'ngra maymunlarga neytron - gamma nurlanish bilan ta'sir etilgan. Nurlanishning ekvivalent dozasi 46 zivert ($1Zv=1 \text{ J/kg}$) bo'lgan. Nurlangandan besh sekund o'tgach, maymunlar yana chambarak aylantirishga undalgan. Lekin ularning 80% i 8 minut ichida ish qobiliyatini butunlay yo'qotgan. Nurlangandan so'ng 7 - 132 soat ichida barcha maymunlar halok bo'lgan.

Shuni alohida qayd qilmoq lozimki, quvvati o'n kilo tonna bo'lgan neytron bomba (bunday bombadagi deuteriy - tritiy aralashmasining massasi 130 grammga teng) portlatilganda portlash markazidan bir kilometrcha masofadagi ochiq yerda joylashgan odamlarga xuddi yuqorida bayon etilgan tajribadagidek nurlanish ekvivalent dozasi ta'sir etadi.

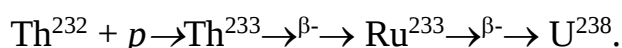
e) Boshqariladigan termoyadro reaksiyalari.Yadroviy energetika istiqbollari.

Yadroviy sintez reaksiyasi, hozircha, boshqarilmaydigan tarzda amalga oshirilishi mumkin. Boshqariladigan termoyadroviy reaksiyani amalga oshirish uchun, asosan ikki qiyinchilnikni yengish kerak. Birinchidan "termoyadroviy yoqilg'i" ning temperaturasini $\sim 10^8 \text{ K}$ gacha qizdirish, ya'ni quyosh temperaturasidan taxminai 10 marta yuqori temperaturalarni olish usulini topish lozim. Bunchalik yuqori temperaturalar zarurligining sababi nimada? Masala shundaki, sun'iy ravishda termoyadroviy reaksiya sodir bo'ladigan qurilmaning hajmi chegaralangan, natijada undan issiqlik yo'qolishi ham quyoshdagidan ancha katta bo'ladi, albatta. Shuning uchun sun'iy ravishda hosil qilinadigan "mitti quyosh" temperaturasi quyoshnikidan ancha yuqori bo'lishi lozim. "Termoyadroviy yoqilg'i" bunday yuqori temperaturalarda termoyadroviy plazmaga aylanadi. Berk hajmdagi plazma kamera devorlari bilan kontaktga kiradi va unga issiqlik berib soviydi yoki xuddi vodorod bomba misolidagidek kamerani eritib yuboradi.

Shuning uchun termoyadroviy plazmani berk hajmda biror muddat davomida saqlab turish muammosi tugʻiladi. Bu ikkinchi qiyinchilikdir.

Olimlar plazmaning magnit maydon yordamida izolyatsiyalash mumkin, degan fikrni ilgari surdilar. Bu fikrga asoslanib turli qurilmalar yasalgan. Ular ichida sobiq sovet olimlari yasagan va "Tokamak" nomi bilan yurgiziladigan qurilmalar e'tiborga loyiqdir. "Tokamak" lar yordamida Xalqaro hamkorlik asosida boshqariladigan termoyadroviy reaksiyani amalga oshirish bo'yicha izlanishlar ham olib borilmokda.

Hozirgi vaqtda dunyoning 16 mamlakatida 100 dan ortiq atom elektrostansiya (AES) lar ishlab turibdi. Ularning umumiy elektr quvvati $4 \cdot 10^7$ kVt dan ortiq. Bundan buyon energetik balansda yadroviy energetikaning ulushi ortib boradi. Buning sababi shundaki, dunyoda ishlatilayotgan energiyaning taxminan 70% i neft va gazni yoqish hisobiga olinmoqda. Borgan sari oshib borayotgan energiya ehtiyojlarini qisobga olsak, neft va tabiiy gaz zapaslari uzog'i bilan 50 yilga etadi. Ko'mirni yoqish hisobiga esa energiya ehtiyojlarini uzog'i bilan 500 yil davomida qondirib turish mumkin. Bu raqamlar insoniyatning energiya ta'minotida vujudga kelgan muammoni xarakterlaydi. Bu muammoni hal qilishda yadroviy energetikaga muhim rol ajratilgan. Hozirgi vaqtda AES larning reaktorlarida, asosan, U^{235} dan foydalanilmokda. Lekin U^{238} dan tez neytronlar ta'sirida Pu^{239} hosil qilish (3.9 ga q.) mumkin. Bu protsess ko'paytirgich reaktorlarda amalga oshadi. Natijada bunday reaktorlarda ikki protsess, ya'ni yadroviy bo'linish va yangi "yoqilg'i" - plutoniy hosil bo'ladi. Ko'paytirgich reaktorlardan foydalanib yana bir "yoqilg'i" ni hosil qilish mumkin:

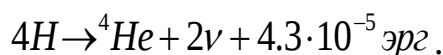


U^{233} va Pu^{239} larda xuddi U^{235} ga o'xshash, issiqlik neytronlar ta'sirida bo'linish reaksiyasi amalga oshadi. Mutaxassislarning fikricha, boshqariladigan bo'linish reaksiyalari uchun kerak bo'ladigan "yoqilg'i" lardan shu tarzda foydalanilsa, ular insoniyat energiyaviy ehtiyojlarini bir necha yuz yil davomida qondira olar ekan .

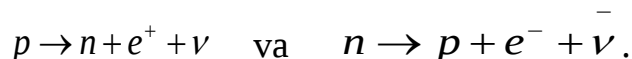
Termoyadroviy reaksiyani boshqarish muammosi xal bo'lgan taqdirda insoniyat uchun energiya tanqisligi xavfi butunlay yo'qolgan bo'ladi, chunki okean suvlaridagi "Termoyadroviy yoqilg'i" ning zapaslari juda kata [24].

I.2 Tabiatdagi yadroviy reaksiyalar.

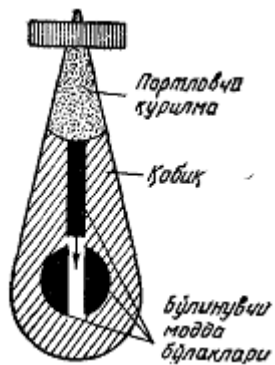
Hozirgi zamon nazariy tasavvuriga ko'ra, Quyosh va Yulduzlarning energiyasi, ularning o'zagida kechayotgan termoyadro reaksiyalar natijasida hosil bo'ladi.



Bu reaksiya to'rtta vodorod atomi yadrolaridan (protonlardan) bitta geliy atomi yadrosi (alfa-zarra) hosil bo'lishdan iborat. Alfa-zarra (He) ikkita proton va ikkita neytrondan iborat bo'ladi. Demak, bu reaksiya jarayonida proton neytronga aylanadi va pozitron ajralib chiqadi. Elementar zarralarning o'zaro almashishi qoidasiga ko'ra yadro reaksiyasida, birinchidan reaksiyagacha va undan keyin zaryadlar soni ikkinchidan og'ir zarralar, ya'ni barionlar (proton (p), neytron (n)), hamda yengil zarralar, leptonlar (elektron (e^-), pozitron (e^+)), soni o'zgarmasligi kerak. Proton va neytronlarni o'zaro almashishini ko'raylik:



Proton va pozitron musbat zaryadga ega, elektron esa manfiy. Zaryadlar soni teng, og'ir va yengil zarralar soni ham teng bo'lishi uchun yana bittadan yengil zarra (ν) hosil bo'ldi. Bu zarralarning biri neytrino (ν) ikkinchisi esa antineytrino deb ataladi. Haqiqatdan ham, neytrino tezlatgichlarda o'tqazilgan termoyadro reaksiyalarida ajralib chiqishi aniqlangan.



Neytrino astronomiyasi. Quyosh har sekundda $3.96 \cdot 10^{33}$ erg energiya sochadi. Demak, uning o'zagida har sekundda shuncha energiya hosil bo'ladi. Agar bu energiya yuqorida ko'rilgan protonlardan alfa-zarralar hosil bo'lish reaksiyasi bo'lsa, u holda har sekundda taxminan 10^{38} ta neytrino hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan bu ulkan neytrino oqimi quyosh ichida qanday tarqaladi? Buni tushinish uchun, hosil bo'lgan neytrinoning harakatini reaksiya natijasida hosil bo'lgan gamma (nurlanishni) fotonning tarqalishi bilan solishtiraylik. Ularning ozod harakat yo'li $l \approx 1/\kappa\rho$, bu yerda, κ - Yulduz moddasining notiniqligi (u zarralarning Yutish koefitsentiga asosan topiladi va Yuza birlikka ega), ρ - modda zichligi.

Portlatuvchi qurilma

Yulduzlar o'zagida zichlik o'rtacha $\rho=100 \text{ g/sm}^3$, temperatura 10^6 , foton uchun bir gramm moddaning notiniqligi $\kappa=100 \text{ sm}^2/\text{g}$. Unda, fotonning ozod uchish yo'li $l = 1/\kappa\rho = 0.0001 \text{ sm}$ bo'ladi. Ya'ni gamma fotonning ozod uchish yo'li juda kichik va u quyosh sirtiga chiqishi uchun yuz ming yil kerak bo'ladi. Endi neytrinoning ozod yurish yo'lini hisoblaylik. Nazariy hisoblashlarga ko'ra, neytrino yoki antineytrinoning yutilish koefitsenti bitta bunday zarra uchun $\kappa_\nu \approx 6 \cdot 10^{-44} \text{ sm}^2$, ya'ni fotonnikidan (10^{-17} sm^2) ancha kichik. Yuqorida keltirilgan Yulduz o'zagidagi zichlikka $N \approx 10^{26} \text{ sm}^{-3}$ mos keladi. Demak, neytrinoning ozod

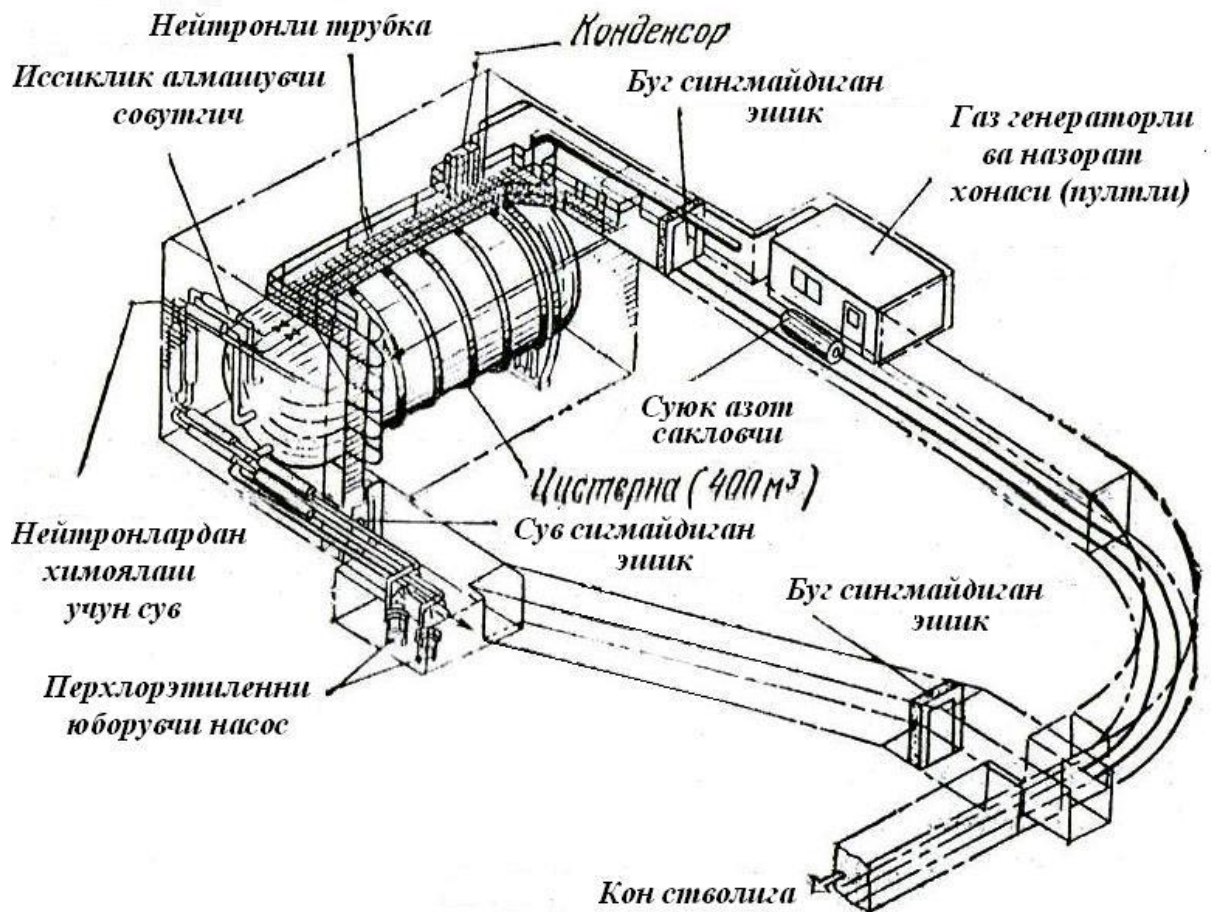
harakat yo'li $l \approx 1/\kappa_\nu$, $N \approx 10^{17} \text{ cm}$. Bu quyosh radiusidan yuzlab marta katta va neytrino hosil bo'lgandanoq yulduzni tark etadi. Koinotning dastlabki rivojlanish bosqichlarida neytrino ko'p hosil bo'lgan, keyinchalik, yulduzlar o'zagida termo-yadro reaksiyalari boshlangandan keyin, ular nurlanish bilan birga neytrino ham chiqaradi. Eng kuchli neytrino oqimi quyoshdan kelishi kerak [25].

Agar Quyosh o'zagida har sekunda $2 \cdot 10^{38}$ ta neytrino hosil bo'layotgan bo'lsa, u holda yerda, Quyosh nurlariga tik qo'yilgan, har bir sm^2 Yuzadan bir sekunda $6.5 \cdot 10^{10}$ neytrino o'tadi! Neytrino astrofizika Quyoshdan kelayotgan neytrino oqimini qayd qilish masalalari bilan shug'ullanadi.

Neytrino «teleskopi». Quyoshdan kelayotgan neytrino oqimini qayd qilishning bir necha usullari ishlab chiqilgan. B. M. Pontekorvo (Rossiya) xlor izotopi ^{37}Cl neytrinoni Yutganda radioaktiv argon izotopi ^{37}Ar va elektron va keyin ^{37}Ar yarim parchalanish davri 34 kun bilan yana ^{37}Cl ga aylanishiga asoslangan reaksiyani taklif etdi:



Elektronni pozitron bilan annigilyatsiyasi natijasida 2-3 ta yorug'lik kvanti hosil bo'ladi.



Neytrino teleskopi.

1955 - yilda R. Devis (AQSH) Quyoshdan kelayotgan neytrinoni qayd qilishga kirishdi. Avval, xlor-argon (3900 litr) keyin uglerod-xlor aralashma C_2Cl_4 (perxloretilen) solingan qurilma qo'llanildi. Dastlabki qurilma natijalari qoniqarli chiqmagach, 1967 yilda yana ham quvvatli 400000 litr perxloretilen solingan uzunligi 14.4 m diametri 6 m keladigan silindrsimon bak yer ostiga, 1490 m chuqurlikka, o'rnatildi (Janubiy Dakote, AQSH). Bu

qurilmadagi har to'rttadan bitta atom xlor izotopi ^{37}Cl va u (3.15) reaksiya bo'yicha neytrino Yutishi va chiqarishi kerak. Buni hosil bo'lgan argon izotopi ^{37}Ar miqdori ko'rsatishi lozim. Argon izotopi miqdori quyidagicha aniqlandi.

Har 100 kundan keyin bak orqali 20 000 litr gazsimon geliy o'tkaziladi. Geliy gazi bakda Quyosh neytrinolari ta'sirida hosil bo'lgan ^{37}Ar ni (hisoblashga ko'ra har o'lchashda ular bir necha o'nta bo'lishi kerak) o'zi bilan bakdan olib chiqib ketishi kerak. Hosil bo'lgan bu aralashma 77 K gacha sovutilgan ko'mir konteyner orqali o'tqaziladi. Devisning neytrino «teleskopi» Yuqori energiyali neytrinoni qayd qilaoladi.

Yutilgan neytrinolar birligi sifatida $1 \text{ SNU} = 10^{-36}$, ya'ni bitta xlor atomida bir sekundda Yutilgan Quyosh neytrinosi miqdori (Solar Neutrino Unit ya'ni quyoshiy neytrino birligi), qabul qilingan. Devis o'lchashlari bakda bir kunda o'rtacha 0.43 ± 0.05 argon izotopi hosil bo'lishini ko'rsatdi. Bunga $Q = (2.2 \pm 0.4) \text{ SNU}$ to'g'ri keladi. Bu nazariy hisoblashlar bashorat etgandan ($Q_n = 7.6 \text{ SNU}$) 3.5 marta kam. Buning sababi, yoki argon izotopiga asoslangan tajriba qayd qiladigan neytrino energiyasi Quyoshiy neytrinolarnikidan judda katta, yoki, nazariy hisoblashlar xato. Bu borada tekshirishlar davom etmoqda.

Eslatma: Quyoshda Quyosh sistemasining 99,866% massasi to'plangan.

Quyoshda vodorodning ulushi 70%, geliyning ulushi 27%, qolgan elementlarning ulushi 2,5% [26].

3. Yadroviy reaksiyalarga oid masalalar tuzish va ularni yechish usullari

a) Birinchi toifa - atom yadrosining tarkibiga doir oddiy masalalar

1-Masala.

^{52}Cr atomi yadrosi tarkibidagi proton va neytronlar sonini toping .

Yechish: Bu masalani yechishda Cr ning davriy sistemadagi joylashgan o'rniga'tibor berishimiz kerak chunki element atomidagi protonlar soni elementning davriy sistemadagi joylashgan o'rniga teng . Demak Cr atomoda 24 ta proton bor ekan .

Neytronlar soni esa Cr elementining atom massasidan protonlar sonining ayirmasiga teng . $n = 52 - 24 = 28$ Javob : 24ta proton, 28 ta neytron.

2- Masala.

^{55}Mn izotopi yadrosining necha foizini protonlar va necha foizini neytronlar tashkil etadi.

Yechish: Bu masalani yechishda dastlab Mn atomi yadrosi tarkibidagi tarkibidagi protonlar va neytronlar sonini topamiz .

$\text{Mn} (p) = 25$; $n = 55 - 25 = 30$ Mn yadrosining massasini 55 deb olib quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$100 \% \quad \text{—} \quad 55 ;$$

$$X \quad = \quad 45,45 \%$$

$$100\% \text{ — } 55$$

$$x \quad \text{—} \quad 30 \quad x = 54,55 \%$$

Javob ; $(p) = 45,45\%$; $(n) = 54,55\%$.

3-Masala.

Na atomidagi elektronlar sonini toping .

Yechish: Bu masalada element atomining yadrosi tarkibidagi elektronlar soni elementning davriy jadvaldagi joylashgan tartib raqamiga teng . Demak Na atomidagi elektronlar soni 11 ga teng. Javob : 11.

4-Masala.

Ca^{+2} kationidagi elektronlar soni jami nuklonlarning necha foizini tashkil etadi.

Yechish. Bu masalada musbat zaryadlangan ionlarning elektronlar soni proton sonidan zaryad miqdorisha kam bo'ladi , chunki element ion hosil qilishda o'zining valent elektronlarini beradi va musbat zaryadga ega bo'ladi. Demak $\text{Ca}^{+2} (e) = 20 - 2 = 18$ ionidagi elektronlar soni 18 ta bu umumiy

nuklonlarning necha foizini tashkil etishini topish uchun quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$100\% \text{ — } 40$$

$$18 \text{ — } x \quad x=7,2 \quad \text{Javob : } 7,2$$

5- Masala.

24 ta proton, 28 ta neytron, va 24 ta elektron bo'lgan elementni aniqlang.

Yechish. Demak bu element davriy jadvalda 24 – o'rinda joylashgan bu elementning atom massasi $24 + 28 = 52$ ga teng Cr elementi . Javob : $^{52}_{24}\text{Cr}$ [10,11].

b) Ikkinchi toifa - atom yadrosining tarkibi o'zgarishida ishtirok etadigan zarrachalarning sonini va turini topishga doir masalalar kiradi.

6-Masala.

${}^4_2\text{Be}$ izotopi bitta α zarracha bilan nurlantirilganda 2 ta proton ajralib chiqdi qaysi element izotopi hosil bo'ladi.

Yechish . Bu masalani yechishda yadrodan bitta alfa zarracha qo'shilganda atom yadrosining massasi 4 birlikka zaryadi esa ikki birlikka o'zgarishini va protonning massasi va zaryadi birga tengligini hisobga olib quyidagi reaksiya tenglamasini yozamiz .

${}^4_2\text{Be} + {}^4_2\alpha \rightarrow x + 2 {}^1_1\text{p}$ x elementning massasi (4+4- 2= 6) zaryadi esa

(2+2-1= 3) Demak bu element davriy jadvalda 3 tartib raqamida joylashgan ${}^6_3\text{Li}$ izotopi. Javob : ${}^6_3\text{Li}$.

7-Masala.

Quyidagi yadro reaksiyasi qanday element atomi ishtirokida sodir bo'ladi. $X + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{34}_{17}\text{Cl} + {}^2_1\text{H}$.

Yechish .Bu masalani yechishda element atomining massasi va zaryadi quyidagicha topiladi. $M = (2+34-4=32)$ $Z = (17+1- 2=16)$ Bu element ${}^{32}_{16}\text{S}$ Javob : ${}^{32}_{16}\text{S}$ [12,13].

8-Masala.

Quyidagi yadro reaksiyasida qaysi element izotopi xasil bo'ladi ?

${}^{35}_{17}\text{Cl} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + x$

Yechish. Dastlab reaksiyada hosil bo'lgan moddaning massasini , so'ngra zaryadini hisoblaymiz. $M = (35+2-4=33)$ $Z = (17+ 1-2=16)$ bu element ${}^{33}_{16}\text{S}$. Javob : ${}^{33}_{16}\text{S}$.

9-Masala.

Ksenonning $^{140}_{54}\text{Xe}$ 4 ta elektron va 4ta pozitronning yadroga qulashi va reaksiya natijasida He ajralib chiqishi natijasida qanday element izotopi hosil bo'ladi reaksiya tenglamasini yozing.

Yechish. Bu masalani yechishda reaksiya tenglamasini quyidagicha yozamiz. $^{140}_{54}\text{Xe} + \beta + \beta \rightarrow {}^4_2\text{He} + x$ elektronning zaryadi (-1) bo'lganligi sababli agar yadroga bitta elektron qulasa yadroning massasi bir birlikka kamayadi massasi esa o'zgarmaydi. Demak $M=(140+0+0-4=136)$:

$Z=(54-4+4-2=52)$. Bu element $^{136}_{52}\text{Te}$. Javob : $^{136}_{52}\text{Te}$.

10-Masala.

$^{238}_{92}\text{U}$ dan 2 ta α va uchta β zarracha ajralib chiqsa hosil bo'lgan elementni aniqlang va reaksiya tenglamasini yozing .

Yechish. Dastlab reaksiya tenglamasini yozamiz .

$^{238}_{92}\text{U} \rightarrow 2 {}^4_2\alpha + 3 \beta + x$ $M=(238-(2 \times 4)=230)$ $Z=(92-(2 \times 2)-(-3)=91)$ bu element $^{230}_{91}\text{Pa}$. Javob : ^{230}Pa [13,14].

11- Masala.

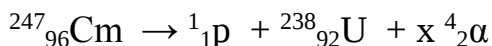
$^{56}_{26}\text{Fe} + X \rightarrow {}^{56}_{25}\text{Mn} + {}^1_1\text{p}$ ushbu yadro reaksiyasida Fe izotopi qanday zarra bilan nurlantirilgan.

Yechish. Bu reaksiyada qatnashgan zarrachaning massasi va zaryadini quyidagicha hisoblaymiz. $M=(56+1-56=1)$: $Z=(25+1-26=0)$ bu zarracha ${}^1_0\text{n}$;

Javob ; neytron ajralgan.

12- Masala.

Quyidagi yadro reaksiyasida nechta α zarracha ajralganini hisoblang .



Yechish bu reaksiyani tenglashtiramiz . Ajralib chiqqan α zarrachaning massasini topamiz va bu massani α zarrachaning hususiy massasiga (4) ga bo'lsak α zarrachaning sonini topamiz $M=(247-1-238=8)/4=2$. Javob 2 ta.

13-Masala .

^{52}Cr izotopi elektron yutib neytron ajratib chiqardi reaksiya tenglamasini yozing va qanday izotop hosil bo'lganligini aniqlang .

Yechish. $^{24}\text{Cr} + \beta^- \rightarrow {}^0_0\text{n} + x$

Bu reaksiyada dastlab x elementning zaryadi hisoblanadi . Ma'lumki atom yadrosi elektron yutsa massasi o'zgarmaydi zaryadi bir birlikka kamayadi. Neytron ajralib chiqsa zaryadiga tasir etmaydi massa soni bir birlikka kamayadi . Demak: $Z=24+(-1)-0=23$; $M=52+0-1=51$

bu element $^{51}_{23}\text{V}$ izotopi ekan [14].

14-Masala .

Quyidagi tenglamada $^{86}_{222}\text{Rh} \rightarrow ^{84}_{214}\text{Po} + x \text{ He} + y \beta^-$; 1.11 g radon parchalanganda nechta elektron ajralib chiqadi?

Yechish . Dastlab ajralgan zarrachalarning kofitsiyentlarini topamiz .

Bizga ma'lumki β^- zarrachaning massasi 0ga teng bundan foydalanib He zarrachani massasini topamiz. $M(\text{He})=222-214=8$; $\text{He} = 8/4=2$.

$\beta^- = 86-84-4 = -2$ demak bundan ko'rinib turibdiki 2 mol β^- zarracha ajralg

$^{209}_{83}\text{Bi}$ izotopi β^- nurlar bilan nurlantirilib $^{208}_{81}\text{Tl}$ izotopi olindi ushbu yadro reaksiyasini to'liq va qisqartirilgan shaklda yozib bering ?

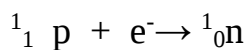
Yechish ; $^{209}_{83}\text{Bi} + \beta^- \rightarrow ^{208}_{81}\text{Tl} + x$

$Z=83+(-1)-81=1$; $M=209-208=1$ bu zarra ^1_1P ekan ;Qisqartirilgan tenglamasi quyidagicha $^{209}_{83}\text{Bi} (\beta^-; ^1_1\text{P})$ [15,16].

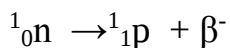
15-Masala.

Elektronning yadroga qulashi reaksiya tenglamasini yozing va izohlang . Nima sababdan atomning yadrosi portlatilganda elektron ajralib chiqadi ? (yadroda elektron bo'lmasa ham .

Bu reaksiyani yozishda yadroning tarkibiga nazar tashlanadi .Yadro asosan musbat zaryadlangan protondan iborat bo'lganligi uchun , yadroga elektron qulaganda u proton bilan tasirlashadi. ${}^1_1\text{p} + {}^0_1\text{e}^-$ bunda pastki qism nolga teng yuqori qism esa 1 ga teng bo'lganligi uchun bu qiymatga ega bo'lgan zarracha neytron hosil bo'lishi aniqlandi.



Haqiqitdan ham , atom yadrosi turli nurlar yoki zarralar tasirida portlatilganda , yadroda hech qanday elektron bo'lmaganda reaksiya natijasida elektron ajraladi.(elektron yadro atrofida harakatlanadi) bunga sabab atomdagi neytronlar protonga aylanib o'zidan elektro chiqaradi.



c) Uchinchi toifaga - yadro reaksiyalariga doir murakkab masalalar kiradi.

16-Masala.

${}^{242}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{230}_{90}\text{Th} + x {}^4_2\alpha + y \beta^-$ ushbu yadro reaksiyasi natijasida 72,6 mg Pu yemirilishi natijasida hosil bo'lgan elektronlar sonini toping.

Yechish. Bunda dastlab reaksiya tenglanadi.

${}^{242}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{230}_{90}\text{Th} + 3 {}^4_2\alpha + 2 \beta^-$ reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki , bir mol Pu dan 2 mol ($12,04 \times 10^{23}$) elektron ajralib chiqmoqda . Shunga binoan quyidagi proporsiya tuziladi.:

$$242000 \text{ — } 12,04 \times 10^{23}$$

$$72,6 \text{ — } x \quad x = 3,6 \times 10^{20} \text{ javob : } 3,6 \times 10^{20} \text{ ta } \text{e}^- \text{ ajralib chiqadi.}$$

17-Masala.

$^{252}_{99}\text{Es} \rightarrow 2\ ^4_2\alpha +\ ^{101}_{}\text{Md} + x\ \beta^- + y\ ^1_0\text{n}$ reaksiyada 75,6 Es yemirilganda $5,42 \times 10^{23}$ ta neytron hosil bo'lsa reaksiya natijasida reaksiya natijasida hosil bo'lgan Md izotopining neytronlar sonini hisoblang.

Yechish: 1) masala shartida berilgan va ajralib chiqqan neytron sonidan foydalanib, Es ning 252 gramidan ajralib chiqadigan neytron soni topiladi.

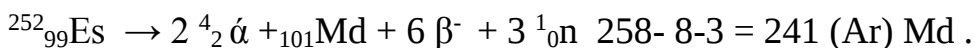
$$252 - x$$

$$75,6 - 5,42 \times 10^{23} x = 1,8 \times 10^{24} \text{ ta neytron chiqadi.}$$

2) Olingan natijaga asoslanib neytronning miqdori topib olinadi.(mol)

$$1,8 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 3 \text{ mol n chiqadi.}$$

3) Shundan so'ng reaksiya tenglab olinadi.



18-Masala.

$^{11}_5\text{B}$ atomi He bilan bombordimon qilinganda vodorod ajralgan bo'lsa element atomidagi neytronlar sonini hisoblang .

Yechish: Bunda dastlab reaksiya tenglab olinadi.:

$^{11}_5\text{B} +\ ^4_2\text{He} \rightarrow\ ^1_1\text{H} + x$ shu reaksiya bo'yicha x element topiladi. $Z = 5 + 2 - 1 = 6$
 $M = 11 + 4 - 1 = 14$ demak bu element $^{14}_6\text{C}$ ekan neytronlar sonini topish uchun atom massadan protonlar soni ayriladi. $14 - 6 = 8$ javob 8 .

19-Masala.

$^{225}_{96}\text{Cm} +\ 3\ ^4_2\alpha \rightarrow\ +\beta +\ ^1_1\text{p} +\ ^{232}_{93}\text{Np}$ ushbu yadro reaksiyasida 675 g Cm reaksiyaga kirishgan bo'lsa reaksiyada , hosil bo'lgan pozitron miqdorini hisoblang .

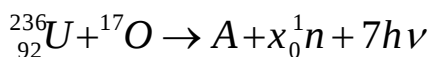
Yechish: Bu masalani yechishda dastlab reaksiya tenglamasi tenglab olinadi .

$(p) = 225 + (3 \times 4) - 232 = 5$ $(\beta) = 96 + (3 \times 2) - 5 - 93 = 4$ bundan ko‘rinib turibdiki reaksiya to‘liq tenglamasi quyidagicha .

$^{225}_{96}\text{Cm} + 3\ ^4_2\alpha \rightarrow 4\beta + 5\ ^1_1\text{p} + ^{232}_{93}\text{Np}$ javob 4 mol pozitron hosil bo‘lgan.

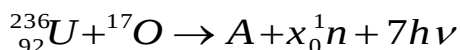
20-Masala.

Quyidagi yadro reaksiyasida 9,44mg uran reaksiyada qatnashib $12,04 \cdot 10^{19}$ ta neytron ajrala, hosil bo‘lgan izotopni ko‘rsating.



Yechish: 1)Reaksiya tenglamasidan foydalanib, 1 mol

Urandan necha dona neytron hosil bo‘lishini aniqlaymiz;



9,44 mg urandan $12,04 \cdot 10^{19}$ dona neytron hosil bo‘ladi

236 000 mg urandan x dona neytron hosil bo‘ladi $x = 301000 \cdot 10^{19} = 30,1 \cdot 10^{23}$

2) Hosil bo‘lgan neytron miqdoridan foydalanib, izotopni aniqlaymiz;

$$n(^1_0n) = \frac{30,1 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 5 \text{ bundan } ^{236}_{92}\text{U} + ^{17}_8\text{O} \rightarrow ^{248}_{100}\text{Fm} + 5\ ^1_0n + 7h\nu \text{ Javob: } ^{248}_{100}\text{Fm}$$

22- Masala.

$^{101}_{47}\text{Md} + 2\alpha \rightarrow ^{257}_{103}\text{Lr} + x\beta + y\ ^1_0n$. Ushbu yadro reaksiyasi asosida 10,28mg lourentsiy va $16,85 \cdot 10^{19}$ dona neytron hosil bo‘ldi. Md izotopining nisbiy atom massasini toping.

Yechish.1) Bunda reaksiya tenglamasidan foydalanib 257000mg lourensiy yemirilganda hosil bo‘lgan neytronlar sonini topamiz.

10,28 mg — $16,85 \times 10^{19}$

$257000 \text{ mg} \rightarrow x \quad x=42,12 \times 10^{23}$ bundan neytronning miqdorini topamiz
 $42,12 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 7 \text{ n}$ demak hosil bo'lgan izotopning massasi $M = (257 + 7 - (2 \times 4)) = 256$ ga teng. Javob ; 256.

23 –Masala.

${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow x\alpha + y_{-}\beta + {}_{86}^{218}\text{Rn} + 10h\nu$. Ushbu yadro reaksiyasida 952 mg uran yemirilgan bo'lsa, necha dona elektron hosil bo'ladi?

Yechish. Bu masalani yechishda dastlab reaksiya tenglab olinadi. Bizga ma'lumki $_{-}\beta$ zarrachaning massasi 0 ga teng shundan foydalanib ${}_{2}^{4}\alpha$

zarrachaning miqdorini topamiz. 1. $\alpha = (238 - 218) / 4 = 5$:

2. $_{-}\beta = (92 - 86 - (5 \times 2)) / 1 = -1$ demak 1mol elektron ajralgan .Bunga asoslanib quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$238000 \text{ mg} \rightarrow 1 \text{ mol }_{-}\beta$

$952 \text{ mg} \rightarrow x \quad x = 0,004$ buni Avagadro soniga ko'paytirsak soni kelib chiqadi $0,004 \times 6,02 \times 10^{23} = 2,408 \times 10^{20}$ Javob : $2,408 \times 10^{20}$ [15,16].

24-Masala.

${}_{99}^{253}\text{Es} + 2\alpha \rightarrow x_0^1n + y_+\beta + {}_{101}^{256}\text{Md}$. Ushbu yadro reaksiyasi asosida 10,12 mg eynshteniy parchalanganda necha dona neytron hosil bo'ladi?

Yechish. Bu masalani yechish uchun dastlab reaksiyani tenglab olamiz . $n = (253 + (2 \times 4) - 256) = 5$. Bundan foydalanib quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$253000 \rightarrow 5$

$10,12 \rightarrow x \quad x = 0,0002079 \text{ mol}$ buni Avagadro soniga ko'paytirib sonini topamiz $0,0002079 \times 6,02 \times 10^{23} = 1,204 \times 10^{20}$. Javob : $1,204 \times 10^{20}$

25-Masala.

${}^{256}_{99}\text{Es} \rightarrow \text{Cm} + x\alpha + y_{-}\beta + 9h\nu$. Ushbu yadro reaksiyasi asosida 12,54 mg eynshteniy izotopi parchalanganda $14,86 \cdot 10^{19}$ dona elektron ajrala, reaksiya natijasida olingan kyuriy izotopining nisbiy atom massasini ko'rsating.

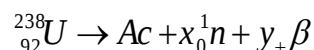
Yechish . Dastlab reaksiya natijasida ajralib chiqqan elektronlar sonini quyidagi proporsiya orqali topamiz.

$$12,54 \text{ mg} \text{---} 14,86 \times 10^{19}$$

$256000 \text{ mg} \text{---} x \quad x = 30,1 \times 10^{23}$ Bundan elektronning miqdorini topamiz.
 $30,1 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 5$ bundan ko'rinib turibdiki ${}^4_2\alpha = 99 - 96 - (-5)/2 = 4$
bundan kyuriy izotopining massasi $\text{Cm} = (256 - (4 \times 4)) = 240$. Javob :240

26- Masala.

Quyida berilgan yadro reaksiyasi asosida 54,8 mg uran izotopi parchalanishida $11,09 \cdot 10^{20}$ dona neytron ajralgan bo'lsa, hosil bo'lgan aktiniy izotopining nisbiy atom massasini aniqlang.



Yechish: Bunda quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$1) 54,8 \text{ mg} \text{ --- } 11,19 \times 10^{23}$$

$$238000 \text{ mg} \text{ ---} x \quad x = 48,6 \times 10^{23} .$$

$$2) 48,6 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 8. \text{ Bundan Ac ning massasi}$$

$$3) 238 - 5 = 233. \text{ Javob: } 233.$$

27- Masala.

${}^{223}_{87}\text{Fr} \rightarrow {}^{203}_{81}\text{Tl} + x\alpha + y_{-}\beta$. Ushbu yadro reaksiyada $4,47 \cdot 10^{19}$ dona elektron hosil bo'lsa, reaksiyada parchalangan frantsiy miqdorini (mg) aniqlang.

Yechish . Bunda dastlab reaksiya tenglamasini tenglaymiz . Bizga ma'lumki β zarrachaning massasi 0 ga teng shundan foydalanib:

$$1) {}^4_2\alpha = (223-203)/4=5 \text{ ni topamiz. Bundan :}$$

$$2) \beta = (87-81-5=-1) \text{ demak } (\beta) \text{ soni } 1 \times 6,02 \times 10^{23} = 6,02 \times 10^{23} \text{ bundan quyidagicha proporsiya tuzamiz .}$$

$$3) 223000 \text{ mg} \quad \text{---} \quad 6,02 \times 10^{23}$$

$$X \quad \text{---} \quad 4,47 \times 10^{19} \quad x = 1,6555 . \text{ Javob : } 1,655 \text{ mg}$$

28-Masala.



Yechish. Bu reaksiyani tenglashda dastlab α ni quyidagicha topamiz

$$1) {}^4_2\alpha = (223-203)/4=5$$

$$2) \beta = 87 - 81 - 5 = 1 \text{ Javob : } x = 5 ; y = 1 .$$

29-Masala.

84 mg protaktiniy parchalanganda (${}^{234}_{91}\text{Pa} \rightarrow \text{Pb} + x\alpha + y\beta$) $64,83 \cdot 10^{19}$ dona elektron hosil bo'lsa, reaksiya natijasida olingan qo'rg'oshin

izotopining nisbiy atom massasini toping.

Yechish. Dastlab ajralgan elektronning sonini topamiz . Buning uchun quyidagicha proporsiya tuzamiz .

$$84 \text{ mg} \quad \text{---} \quad 64,83 \times 10^{19}$$

234000 mg --- x $x = 18,06 \times 10^{23}$ bundan elektronning miqdorini topamiz $18,06 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 3$: ${}^4_2\alpha = 91 - 82 - (-3) = 12 / 4 = 3$ demak reaksiya natijasida 3 mol ${}^4_2\alpha$ ajralgan . Pb izotopining massasi $M = 234 - 12 = 222$. Javob; 222.

30- Masala.

${}^{203}_{84}\text{Po} + 5\alpha \rightarrow x_+ \beta + y_1 {}^1_1\text{H} + {}^{215}_{83}\text{Bi}$. Ushbu yadro reaksiyasida $84,28 \cdot 10^{19}$ dona pozitron ($+\beta$) ajralgan bo'lsa, reaksiyada qatnashgan poloniy izotopining miqdorini (mg) hisoblang.

Yechish. Bu reaksiyani dastlab tenglab olamiz. ${}^1_1\text{H} = 203 + (5 \times 4) - 215 = 8$

$+\beta = 84 + (5 \times 2) - 8 - 83 = 1$ buni Avagadro soniga ko'paytirib sonini topamiz

$1 \times 6,02 \times 10^{23} = 6,02 \times 10^{23}$ bundan quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$203000 \text{ mg} \text{ — } 6,02 \times 10^{23}$

$x \text{ — } 84,28 \times 10^{19} \quad x = 28,4$. Javob : 28,4 mg Po yemirilgan.

31- Masala.

Plutoni-243 o'zidan 5α , 4β , $3n$ va X izotop hosil qilib parchalansa, olingan yangi izotopdagi neytronlar sonini ko'rsating.

Yechish. Bu masalani yechish uchun reaksiya tenglamasini quyidagicha yozamiz. ${}^{243}_{94}\text{Pu} \rightarrow 5 {}^4_2\alpha + 4 {}^0_{-1}\beta + 3 {}^1_0n + x$ x elementning massasini topish uchun reaksiyaning chap tomonidagi massalar yig'indisidan o'ng tondagi massalar yig'indisini ayrriladi. $M = 243 - (5 \times 4) - 3 = 220$:

$Z = 94 - (5 \times 2) - (-4) = 88$: element atomidagi neytronlar sonini topish uchun atom massasidan protonlar sonini ayiriladi. $220 - 88 = 132$. Javob 132.

32- Masala.

${}^{240}_{95}\text{Am} + {}^{19}_{10}\text{Ne} \rightarrow A + x_0 n + 8h\nu$. 12 mg ameritsiy reaksiyaga kirishib $15,05 \cdot 10^{19}$ dona neytron ajralgan bo'lsa, hosil bo'lgan izotopni aniqlang.

Yechish. Bu masalani yechish uchun quyidagicha proporsiya tuzamiz.

1) 12 mg _____ $15,05 \times 10^{19}$

$240000 \text{ mg} \text{ — } x \quad x = 30,1 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 5$.

2) $Z = 95 + 10 - 0 = 105$. $M = 240 + 19 - 5 = 254$. Javob :105 :254.

33-Masala.

${}^{228}_{88}\text{Ra} \rightarrow \text{Po} + x\alpha + y_0^1n$. 4,56 mg radiy parchalanganda $36,12 \cdot 10^{18}$ dona neytron hosil bo'lsa, reaksiya natijasida olingan poloniy izotopi yadrosidagi neytronlar sonini ko'rsating.

Yechish . Bu masalani yechish uchun reaksiyaga quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$4,56 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 36,12 \times 10^{18}$$

$$228000 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x \quad x = 18,06 \times 10^{23} / 6,0 \times 10^{23} = 3 \text{ ta neytron hosil bo'lgan.}$$

$${}^4_2\alpha = 88 - 84 = 4 / 4 = 1 \text{ ta } \alpha \text{ zarracha hosil bo'lgan.}$$

Bundan Po izotopining massasi $228 - 4 \cdot 3 = 221$ bundan neytronlar sonini quyidagicha topamiz . $n = 221 - 84 = 137$.Javob : 137ta neytron bor.

34- masala.

$\text{Pa} \rightarrow {}^{208}_{82}\text{Pb} + x\alpha + y_0^1n$ Protaktiniy izotopi parchalanganda 41,6 mg qo'rg'oshin va $6,02 \cdot 10^{20}$ dona elektron hosil bo'ldi. Reaksiyaga qatnashgan protaktiniy izotopining nisbiy atom massasini ko'rsating.

Yechish : Bu masalani yechish uchun dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz. $208000 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x \quad x = 30,1 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 5$

$$41,6 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 6,02 \times 10^{20}$$

$$\text{Budan } \alpha \text{ zarrachalarning sonini topamiz. } {}^4_2\alpha = 91 - 82 - (-5) = 14 / 2 = 7. .$$

Bundan reaksiyaga kirishgan protaktiniyning massasini quyidagicha topamiz.
 $\text{Pa} = 208 + (7 \times 4) = 236$. Javob : 236.

35- masala.

${}^{220}_{86}\text{Rn} \rightarrow \text{Bi} + x\alpha + y_{-}\beta + 7{}^1_0n$. Ushbu yadro reaksiyasi asosida 16,5 mg radon parchalanishidan $22,6 \cdot 10^{19}$ dona elektron ajralsa, hosil bo'lgan vismut izotopidagi neytronlar sonini ko'rsating?

Yechish . Bu masalani yechish uchun quyidagich proporsiya tuzamiz.

$$220000\text{mg} \quad \quad \quad x \quad \quad x = 30,1 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 5$$

$$16,5 \text{ mg} \quad \quad \quad 22,6 \times 10^{19}$$

Bundan ajralgan ${}^4_2\alpha$ zarrachalar sonini topamiz. ${}^4_2\alpha = 86 - 83 - (-5) = 8 / 2 = 4$ ta ${}^4_2\alpha$ zarracha hosil bo'lgan .Bundan foydalanib Bi izotopining massasi

$$220 - (4 \times 4) - 7 = 197 \text{ bundan netronlar soni: } 197 - 83 = 114 [16,18,19].$$

36-masala.

Quyida berilgan yadro reaksiyasida 7,77 mg nobeliy-259 yemirilganda $54,18 \cdot 10^{18}$ dona elektron ajralganligi ma'lum bo'lsa, hosil bo'lgan berkliy izotopining nisbiy atom massasini ko'rsating. ${}^{259}_{102}\text{No} + 3\gamma \rightarrow \text{Bk} + x\alpha + y_{-}\beta$. Bu masalani yechish uchun quyidagicha proporsiya tuzamiz :

$$7,77 \text{ mg} \quad \quad \quad 54,18 \times 10^{18}$$

$$259000\text{mg} \quad \quad \quad x \quad \quad x = 18,06 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 3$$

Bundan ${}^4_2\alpha$ zarrachalar sonini topamiz . ${}^4_2\alpha = 102 - 97 - (-3) = 8 / 2 = 4$ bundan Bk elementining massasi $259 - (4 \times 4) = 243$ Javob :243.

37-masala.

Neptuniy-240 izotopi radioaktiv yemirilishida toriy-224 yadrosiga aylanadi. Bu parchalanishda hosil bo'lgan α va β - zarrachalar miqdorini aniqlang.

Yechish . Bu masalani yechishda reaksiya tenglamasini tuzamiz.

$^{240}_{93}\text{Np} \rightarrow ^{224}_{90}\text{Th} + x^4_2\alpha + y_-\beta$ Bunda elektronin massasi 0 ga tengligidan foydalanib α zarrachaning sonini topamiz . $^4_2\alpha = 240-224 = 16/4 = 4$ bunda 4ta alfa zarracha hosil bo'lgan bundan foydalanib $-\beta$ zarrachaning sonini topamiz. $\beta = 93- 90-(4 \times 2) = -5$. Javob : $\alpha = 4$ ta $-\beta = 5$ ta .

38-masala.

$^{257}_{100}\text{Fm} \rightarrow \text{Bk} + x\text{He} + y_-\beta$ 20,56 mg Fm parchalanganda $2,408 \cdot 10^{20}$ ta elektron hosil bo'lsa Vk izotopining massasini aniqlang.

Yechish .Bu masalani yechishda dastlab hosil bo'lgan elektronning massasini topamiz. Buning uchun quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$20,26 \text{ mg} \quad \text{-----} \quad 2,408 \times 10^{20}$$

$$257000\text{mg} \quad \text{-----} \quad x \quad x = 30,1 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 5$$

Bundan ajralgan He zarrachaning sonini topamiz .

$(\text{He}) = 100-97-(-5) = 8/2 = 4$ Javob ; 4 ta He zarracha ajralgan.

d) Yadroviy reaksiyalarga doir yangi masalalar.

1- masala.

$^{242}_{94}\text{Pu} + ^{22}_{10}\text{Ne} \rightarrow A + x^1_0n + 5h\nu$. Ushbu yadro reaksiyasida 7,26 mg plutoniy izotopi reaksiyaga qatnashib $72,24 \cdot 10^{18}$ ta neytron ajralsa, hosil bo'lgan izotopni aniqlang

Yechish. Ushbu masalani yechish uchun dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$7,26 \quad \text{-----} \quad 72,24 \times 10^{18}$$

$242 \quad \text{-----} \quad x \quad x = 24,08 \times 10^{23}$. bunda foydalanib neytronning miqdorini topamiz. $24,08/6,02 \times 10^{23} = 4$.

Bundan hosil bo'lgan izotopning zaryadini va massasini topamiz.

$$M = 242 + 22 - 4 = 260. \quad Z = 94 + 20 = 104.$$

Javob ; kurchatoviy-260

2-masala.

${}^{225}_{96}\text{Cm} + 3\alpha \rightarrow x_+\beta + y_1^1\text{H} + {}^{232}_{93}\text{Np}$ Ushbu yadro reaksiyasida 675 g kyuriy reaksiyaga kirishgan bo'lsa, hosil bo'lgan pozitron ($+\beta$) miqdorini hisoblang.

Yechish. 1) Dastlab reaksiya tenglamasini tenglaymiz.

$$({}_1^1\text{H}) = 225 + (3 \times 4) - 232 = 5 \quad \beta \quad 96 + (3 \times 2) - 93 - 5 = 4.$$

2) Quyidagicha proporsiya tuzamiz.

225g Cm parchalanganda _____ 4mol $+\beta$

675g _____ x = 12 javob 12 mol pozitron hosil bo'lgan.

3-masala.

${}^{250}_{98}\text{Cf} \rightarrow x\alpha + y_-\beta + 5\gamma + {}^{238}_{96}\text{Cm}$ Ushbu yadro reaksiyasida $72,28 \cdot 10^{19}$ dona elektron ajralsa, reaksiyaga kirishgan kaliforniy izotopining miqdorini (mg) hisoblang.

Yechish. 1) Dastlab reaksiya tenglamasini tenglaymiz.

$$(a) = (250 - 238) / 4 = 3 \quad (B) = 98 - (3 \times 2) - 96 = 4.$$

2) Quyidagicha proporsiya tuzamiz.

250g Cf parchalanganda _____ $4 \times 6,02 \times 10^{23}$ dona electron hosil bo'ladi.

$$x \text{ _____ } 72,28 \times 10^{19} x = 75.$$

Javob: 75

4-masala.

${}^{226}\text{Ra} \rightarrow E + x\text{He} + y_-\beta$ 45,2 mg radiy parchalanganda $13,44 \text{ sm}^3$ geliy va $4,816 \cdot 10^{20}$ ta elektron ajralib chiqsa, qanday element izotopi hosil bo'ladi?

Yechish. 1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

45,2mg _____ $13,44 \text{ sm}^3 \text{He}$

$$226000 \text{mg} \text{ _____ } x = 67200 \text{sm}^3 / 22400 = 3 \text{He}.$$

2) 45,2mg _____ 4,816x10²⁰ta elektron

226000mg _____ x=24,08x10²³/6,02x10²³=4.

3) Z= 88-(3x2)-(-4)=86. M=226-(3x4)=214.

Javob : ²¹⁴Rn

5- masala.

²⁵⁷₁₀₃Lr → xα + yβ + 4¹₀n + ²³³₉₆Cm Ushbu yadro reaksiyasida 771 g loursensiy yemirilgan bo'lsa, hosil bo'lgan elektron miqdorini toping.

Yechish.1) Dastlab reaksiya tenglamasini tenglab olamiz.

(α)=(257-233-4)/4=5; (-β)=103-(5x2)-96=3

2) 257g _____ 3 (-β) ajralgan

771g _____ x=9. Javob : 9.

6-masala.

Quyidagi yadro reaksiyasida 11,75 mg uran yemirilib 33,25•10¹⁹ ta neytron ajralsa, hosil bo'lgan izotopni ko'rsating. ²³⁴₉₂U → A + ⁹⁰₃₆Kr + x¹₀n + 3hν

Yechish.1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

11,75mg uran yemirilganda _____ 33,25•10¹⁹ta neytron ajralsa

234000mg uran yemirilganda _____ x=6,02x10²³/6,02=1.

Z=92-36=56. M=234-90-1=143

7-masala.

²⁴³₉₄Pu → ²²⁴₈₉Ac + xα + yβ + 3¹₀n Ushbu yadro reaksiyasida 14,45•10¹⁹ ta elektron ajralsa, reaksiyada yemirilgan plutoniy-243 miqdorini (mg) hisoblang.

Yechish.1) Dastlab reaksiya tenglamasini tenglab olamiz.

(α)=(243-224-3)/4=4; (-β)=94-89-(4x2)=-3.

2) Quyidagicha proporsiya tuzamiz.

243000mg Pu yemirilganda _____ $3 \times 6,02 \times 10^{23}$ ta elektron ajralgan

$$X \text{ _____ } 14,45 \times 10^{19} \quad x = 19,44$$

Javob 19,44 [18,21]

8-masala.

Quyida berilgan yadro reaksiyasi asosida 12,8 mg eynshteniy-256 yemirilishida $9,03 \cdot 10^{19}$ dona elektron hosil bo'lsa, reaksiya tenglamasidagi x va u qiymatlarini toping. ${}_{99}^{256}\text{Es} \rightarrow {}_{92}^{234}\text{U} + x\alpha + y\beta + 2{}_0^1n$

Yechish.1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

12,8mg eynshteniy _____ $9,03 \cdot 10^{19}$ dona elektron hosil bo'lsa

$$256000 \text{ eynshteniy} \text{ _____ } x = 18,06 \times 10^{23} / 6,02 \times 10^{23} = 3(-\beta)$$

$$(a) = 99 - 92 - (-3) = 10$$

9-masala.

$\text{Pa} \rightarrow {}_{82}^{208}\text{Pb} + x\alpha + y\beta$ Protaktiniy izotopi parchalanganda 41,6 mg qo'rg'oshin va $6,02 \cdot 10^{20}$ dona elektron hosil bo'ldi. Reaksiyaga qatnashgan protaktiniy izotopining nisbiy atom massasini ko'rsating. Yechish.1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz

$$41,6 \text{mg} \text{ _____ } 6,02 \cdot 10^{20}$$

$$208000 \text{mg} \text{ _____ } x = 30,1 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 5$$

$$2) (a) = 91 - 82 - (-5) = 14/2 = 7$$

$$3) \text{Pa} = 208 + (7 \times 4) = 236. \text{ Javob : } 236.$$

10-masala.

Radiy izotopi parchalanganda ($\text{Ra} \rightarrow {}^{214}_{84}\text{Po} + x\alpha + y{}_0^1n$) 64,2 mg poloniy va $54,08 \cdot 10^{19}$ dona neytron hosil bo'ldi. Reaktsiyaga qatnashgan radiy izotopining nisbiy atom massasini aniqlang.

Yechish.1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$64,2 \text{ mg poloniy} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 54,08 \cdot 10^{19}$$

$$214000 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 18,06 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 3$$

$$2)(a) = (88 - 84) / 2 = 2:$$

$$3)\text{Ra} = 214 + (2 \cdot 4) + 3 = 225.$$

Javob : 225.

11-masala.

${}^{253}_{100}\text{Fm} \rightarrow \text{Bk} + x{}_2^4\alpha + y{}_0^1\beta$. 15,18 mg fermiy yemirilganda $36,12 \cdot 10^{18}$ ta elektron hosil bo'lsa, berклиy izotopining nisbiy atom massasini aniqlang.

Yechish.1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$15,18 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 36,12 \cdot 10^{18}$$

$$253000 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 6,02 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1$$

$$2)(a) = (100 - 97 - (-1)) / 2 = 2$$

$$3)\text{Bk} = 253 - (2 \cdot 4) = 245.$$

Javob ;245 [18,19,20,21].

12-masala.

70,5 mg plutoniy parchalanganda (${}^{235}_{94}\text{Pu} \rightarrow \text{Th} + x\alpha + y{}_0^1n$) $36,12 \cdot 10^{19}$ dona neytron hosil bo'lsa, reaksiya natijasida olingan toriy izotopidagi neytronlar sonini aniqlang. Javob; 135.

Yechish.1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$70,5 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 36,12 \cdot 10^{19}$$

$$235000 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 12,04 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 2$$

$$2)(a) = (94 - 90) / 2 = 2:$$

$$3) \text{Th} = 235 - (2 \times 4) - 2 = 225. \text{ Bundan neytronlar soni } n = 225 - 90 = 135. \text{ Javob ; } 135.$$

13-masala.

${}_{102}^{254}\text{No} \rightarrow x {}_2^4\alpha + y {}_{-1}^0\beta + {}_{96}^{238}\text{Cm}$ Ushbu yadro reaksiyasi asosida 12,7 mg nobeliy yemirilishidan hosil bo'lgan elektronlar sonini hisoblang.

Yechish.1) Dastlab reaksiya tenglamasini tenglab olamiz.

$$(a) = (254 - 238) / 4 = 3; (-\beta) = 102 - (3 \times 4) - 96 = -6$$

2) Quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$254000 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 6 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$12,7 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 1,806 \cdot 10^{23}$$

$$\text{Javob; } 1,806 \cdot 10^{19}$$

14-masala.

11,2 mg radon parchalanganda ${}_{86}^{224}\text{Ra} \rightarrow \text{Bi} + x\alpha + y {}_{-1}^0\beta + 2 {}_0^1n$ 15,05 $\cdot 10^{19}$ dona elektron hosil bo'lsa, reaksiya natijasida olingan vismut izotopidagi neytronlar sonini aniqlang.

Yechish.1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$11,2 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 15,05 \cdot 10^{19}$$

$$224000 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 30,1 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 5(-\beta)$$

$$2)(a) = 86 - 83 - (-5) = 8 / 2 = 4$$

3)Bi=224-(4x2)-2=214. Bundan neytronlar sonini topamiz.214-83=131.

Javob :131.

15-masala.

${}_{96}^{241}\text{Cm} + 2{}_2^4\alpha \rightarrow x{}_8\beta + y{}_1^1p + \text{Np}$ Ushbu yadro reaksiyasi asosida 48,2 mg kyuriy yemirilganda $24,08 \cdot 10^{19}$ dona elektron ajrala, hosil bo'lgan neptuniy izotopidagi neytronlar sonini hisoblang.

Yechish.1)Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

48,2 mg _____ $24,08 \cdot 10^{19}$

241000mg _____ $x=12,04 \cdot 10^{23}/6,02 \cdot 10^{23}=2(-\beta)$

2)(p)=96-93-(-2)=5

3)241+8-4=245. Bundan neytronlar soni $245-93=152$ Javob;152.

16-masala.

10,9 mg frantsiy parchalanganda ${}_{87}^{218}\text{Fr} \rightarrow \text{TI} + x\alpha + y{}_8\beta + 2{}_0^1n$ $12,04 \cdot 10^{19}$ dona elektron hosil bo'lsa, reaksiya natijasida olingan talliy izotopining nisbiy atom massasini toping.

Yechish.1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

10,9 mg _____ $12,04 \cdot 10^{19}$

218000mg _____ $x=24,08 \cdot 10^{23}/6,02 \cdot 10^{23}=4$

2)(a)=87-81-(-4)=10/2=5

3)Tl=218-(5x4)-3=196Javob :196.

17-masala.

${}^{253}_{98}\text{Cf} \rightarrow x {}^4_2\alpha + y {}^0_{-1}\beta + {}^A_Z\text{Cm}$ 63,25 mg kaliforniy yemirilishidan

$6,02 \cdot 10^{20}$ dona elektron ajralgan bo'lsa, reaksiya natijasida olingan kyuriy izotopining nisbiy atom massasini toping.

Yechish.1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$63,25 \text{ mg} \quad \text{-----} \quad 6,02 \cdot 10^{20}$$

$$253000 \text{ mg} \quad \text{-----} \quad x = 24,08 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 4$$

$$2) (a) = 98 - 96 - (-4) = 6/2 = 3$$

$$3) \text{Cm} = 253 - (3 \cdot 4) = 241.$$

Javob: 241 [20,21].

18-masala.

${}^{252}_{99}\text{Es} \rightarrow {}^{231}_{92}\text{U} + x {}^4_2\alpha + y {}^0_{-1}\beta + 5 {}^1_0n$ Ushbu yadro reaksiyasida 12,6 mg eynshteyniy yemirilishidan hosil bo'lgan elektronlar sonini hisoblang.

Yechish.1) Dastlab reaksiya tenglamasini tenglab olamiz

$$(a) = 252 - 231 - 5 = 16/4 = 4; (-\beta) = 99 - (4 \cdot 2) - 92 = -1$$

2) Quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$252000 \text{ mg} \quad \text{-----} \quad 6,02 \cdot 10^{23}$$

$$12,6 \text{ mg} \quad \text{-----} \quad x = 3,01 \cdot 10^{19}$$

Javob: $3,01 \cdot 10^{19}$

19-masala.

Radiy izotopi parchalanganda $\text{Ra} \rightarrow {}^{214}_{84}\text{Po} + x {}^4_2\alpha + y {}^1_0n$ 64,2mg poloniy va $54,18 \cdot 10^{19}$ dona neytron hosil bo'ldi. Reaksiyaga qatnashgan radiy izotopi yadrosidagi neytronlar sonini aniqlang.

Yechish.1)Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$64,2 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 54,18 \cdot 10^{19}$$

$$214000 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 18,06 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 3$$

$$2) (a) = 88 - 84 = 4/2 = 2$$

$$3) \text{Ra} = 214 + (2 \times 4) + 3 = 235.$$

$$4) \text{neytronlar soni. } 225 - 88 = 137.$$

Javob;137.

20-masala.

${}_{99}^{252}\text{Es} \rightarrow \text{Pu} + x {}_2^4\alpha + y {}_{-1}^0\beta$ Ushbu yadroreaktsiyasida 15,12 mg eynshteyniy yemirilishidan $108,36 \cdot 10^{18}$ dona elektron ajralgan bo'lsa, plutoniy izotopining nisbiy atom massasin ianiqlang.

Yechish.

1)Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$15,12 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 108,36 \cdot 10^{18}$$

$$232000 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x = 18,06 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 3$$

$$2) (a) = 99 - 94 - (-3) = 8/2 = 4.$$

$$3) 252 - (4 \times 4) = 236$$

Javob:236

21-masala.

75,9 mg kaliforniy parchalanganda (${}_{98}^{253}\text{Cf} \rightarrow x\alpha + y {}_{-1}^0\beta + 6\gamma + \text{Cm}$) $72,24 \cdot 10^{19}$ dona elektron hosil bo'lsa, reaksiya natijasida olingan kyuriy izotopining nisbiy atom massasini toping.

Yechish.

1)Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$75,9 \text{ mg} \text{ _____ } 72,24 \cdot 10^{19}$$

$$253000 \text{ mg} \text{ _____ } x = 24,08 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 4$$

$$2) (a) = 98 - 96 - (-4) = -6/2 = 3$$

$$3) 253 - (4 \cdot 3) = 241. \text{ Javob; } 241$$

22-masala.

${}_{94}^{239}\text{Pu} \rightarrow x {}_2^4\alpha + y {}_{-1}^0\beta + {}_{83}^{214}\text{Bi} + 9 {}_0^1n$ Ushbu yadro reaksiyasida $54,18 \cdot 10^{19}$ dona pozitron hosil bo'lsa, reaksiyada parchalangan plutoniy miqdorini (mg) hisoblang.

Yechish.

1) Dastlab reaksiya tenglamasini tenglab olamiz

$$(a) = 239 - 214 - 9 = 16/4 = 4$$

$$2) (-\beta) = 94 - (4 \cdot 2) - 83 = -3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 18,06 \cdot 10^{23}$$

3) Quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$239000 \text{ mg} \text{ _____ } 18,06 \cdot 10^{23}$$

$$X \text{ _____ } 54,18 \cdot 10^{19} \quad x = 71,7.$$

Javob; 71,7.

23-masala.

Radiy izotopi parchalanganda ($\text{Ra} \rightarrow {}_{84}^{214}\text{Po} + x\alpha + y {}_0^1n$) 64,2 mg poloniy va $54,18 \cdot 10^{19}$ dona neytron hosil bo'ldi. Reaksiyaga qatnashgan radiy izotopining nisbiy atom massasini aniqlang.

Yechish.

1) Dastlab quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$64,2 \text{ mg} \text{ _____ } 54,18 \cdot 10^{19}$$

$$214000 \text{ mg} \text{ _____ } x = 18,06 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 3$$

$$2) (a)=88-84=4/2=2.$$

$$3)Ra=214+(2 \times 4)=3=225.$$

Javob :225 [20,21].

24-masala.

${}_{99}^{252}Es \rightarrow {}_{92}^{231}U + x {}_2^4\alpha + y {}_{-1}^0\beta + 5 {}_0^1n$ Ushbu yadro reaksiyasida 12,6 mg eynshteyniy yemirilishidan hosil bo'lgan elektronlar sonini hisoblang.

Yechish.1)Dastlab reaksiya tenglamasini tenglab olamiz

$$(a)=252-231-5=16/4=4$$

$$2)(-\beta)=99-92-(4 \times 4)=9 \bullet 6,02 \bullet 10^{23}=54.18 \bullet 10^{23}$$

3) Quyidagicha proporsiya tuzamiz.

$$252000\text{mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 54.18 \bullet 10^{23}$$

$$12,6 \text{ mg} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x=6,02 \bullet 10^{18}$$

Javob: $6,02 \bullet 10^{18}$ [20,21].

Xulosalar

1. Yadroviy reaksiyalar mavzusi bo'yicha ilmiy va o'quv adabiyotlari, internet ma'lumotlari to'plandi, o'rganildi va tahlil qilindi.

2. Yadroning tuzilishi haqidagi nazariyaning rivojlanish tarixi qisqacha bayon qilindi. Yadrodagi zarrachalarni o'zaro munosabatlarining fizik mohiyati, ular haqidagi zamonaviy ilmiy nazariyalar va modellar qiyosiy tahlil qilindi.

3. Yadro reaksiyalariga doir masalalarni mavjud adabiotlarni tahlil qilgan holda toifalarga bo'lib, ularni yechishning tezkor va qulay usullari ishlab chiqildi.

4. Yadro reaksiyalariga doir 20 dan ortiq yangi masalalar tuzuldi va ularning yechimlari keltirildi.

5. Ushbu bitiriv malakaviy ishi materiallaridan o'rta va umumiy ta'lim va o'rta maxsus kasb hunar ta'lim muassasalarida foydalanish mumkin.

III. Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Karimov I. A. Yuksak ma'naviyat yengilmas kuch. – Toshkent: Ma'naviyat, 2009.
2. Karimov I. A. Barkamol avlod orzusi. – Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi davlat ilmiy nashriyoti, 2000 yil.
3. Glinka N. L. Umumiy ximiya.
4. Mo'minov T. M. Xoliqulov A. B. Xushmurodov Sh. X. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. – Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2009.
5. Rasulov E. Begimqulov U. Kvant fizikasi. – Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti, 2006.
6. Quvatov A. Fizikaviy tadqiqot usullari. – Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti, 2006.
7. Bekjonov R. B. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. – Toshkent: O'qituvchi, 1995.
8. Teshaboyev Sh. Yadro va elementar zarralar fizikasi. – Toshkent: O'qituvchi, 1992.
9. Bekjonov R. B. Elementar yadro fizikasi. – Toshkent: O'qituvchi, 1982.
10. Asqarov I. R. Boxodirova M. A. G'opirov K. F. Kimyodan masala va mashqlar yechish usullari. – Toshkent: Davlat ilmiy nashriyoti, 2010.
11. Asqarov I. R. Qayumov M. Anorganik va umumiy kimyodan masalalar yechish. – Toshkent: Davlat ilmiy nashriyoti, 2010.
12. Magdesiyeva N. N. Kuzmenko N. E. Ximiyadan masalalar yechishni o'rganaylik. – Toshkent: O'qituvchi, 1991 - yil.

13. Muftahov A. G. Umumiy kimyo. – Toshkent: O‘qituvchi, 2004.
14. Muftahov A. G. Kimyodan olimpiada masalalari. – Toshkent: O‘qituvchi, 1991.
15. Sereda I. P. Ximiyadan konkurs masalalari. – Toshkent: O‘qituvchi, 1991.
16. Abramov M. D. Teshaboyev S. T. Kimyodan hisoblashga doir masalalar yechish. – Toshkent: O‘qituvchi, 1995.
17. Axmedov N. S. Неорганическая химия. – Toshkent: O‘qituvchi, 1975.
18. Asqarov I. R. G‘opirov K. Kimyodan masalalar. – Toshkent: Davlat ilmiy nashriyoti, 2010.
19. Xomchenko G. P. Xomchenko G. I. Ximiyadan masalalar.
20. Ibroximov I. I. Ximiyadan masalalar va ularni yechish usullari.
21. Asqarov I. R. G‘opirov K. Rustamov A. Raximov M. Kimyodan test. – Toshkent: O‘qituvchi, 1994.

Internet saytlari:

22. Referat.uz
23. Ximik.ru
24. Ziyonet.uz
25. Uzedu.uz
26. Vikipediya.org