

**ANDIJON MASHINASOZLIK
INSTITUTI AVTOMATIKA VA
ELEKTROTEXNIKA FAKULTETI
“MYAMT” YO’NALISHI
223-GURUH TALABASI
DO’SATOVA MOHICHEXRANING
KIMYO FANIDAN TAYYORLAGAN
REFARATI**

Atom tuzilishi. Ta'biy va sun'iy radiaktivlik yadroviy reaksiyalar

Reja

- 1. Moddalarning atomlardan tashkil topganligi.**
- 2. Pauli Prinsipi.**
- 3. Ta'biy va sun'iy radiaktivlik.**
- 4. Yadroviyreaksiyalar va ularning asosiy qonuniyatlari.**

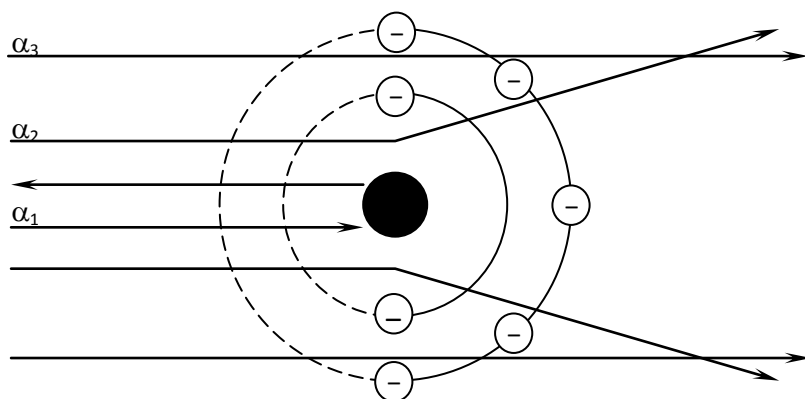
Modda tuzilishining diskretligi haqidagi tushunchalar qachondan boshlanganligi noma'lum. Atomning ya'ni materiyaning boshqa bo'linmaydigan eng kichiq zarrachasi haqidagi tushunchalarning asoschilari bo'lib qadimgi grek faylasuf olimlari Levkipp (eramizgacha V asr) va uning o'quvchisi Demokrit (eramizgacha 470-357 yillar) hisoblanishadi. O'z zamondoshlaridan farq qilib, ular atom haqidagi tasavvurlarning turli xil aspektlarini ishlab chiqdilar. Materiyaning juda mayda bo'linmaydigan, bir biridan o'lchamlari (shuningdek, massasi) va formasi bilan farq qiladigan zarrachalarni Demokrit "atom" (bo'linmaydigan) degan termin bilan atashni kiritdi. O'tgan asrning oxirlariga kelib atomning murakkab tuzilishga ega ekanligi aniqlandi.

Elektronning kashf etilishi. Eritmalar (XIX asr 30 y. ingliz olimi M.Faradey) va gazlardan elektr tokini o'tishini o'rganish; past bosimdagi gazlarda katodlar orasida birinchi musbat zaryadli ionlar, ikkinchi manfiy zaryadli ionlar elektronlarning tartibli harakatini ko'rsatuvchi kanal nurlari (1886 yil) va katod nurlari (1895 yil ingliz olimi Kruks) ning kashf etilishi; elektronning mavjudligini isbotlash (1897 yil J. Tomson) va uning tavsifini o'lchash (zaryadi, massasi); radioaktiv hodisasi (1896 yil A.Bekkerel) va boshqa bir qancha tadqiqotlar moddalarning atomlari turli turdagi zaryadlangan zarrachalardan tarkib topib, murakkab tuzilishga ega ekanligini ko'rsatadi.

Rezerford tajribasi. Atomning planetar modeli. Boshlang'ich eksperimental-strukturaviy tajribalar E.Rezerfordning (1871-1937 y.) yupqa metall plastinka sirtida ((-zarrachalarning yoyilishi tajribasi orqali ko'rsatildi. Bu yoyilish atomning deyarli barcha massasi musbat zaryadlangan yadroga yiqilganligi bilan izohlanadi. 1911 yilda Rezerford atomning planetar modelini taklif qildi; atom yiqilgan, kichkina hajmdagi (atom hajmining 10-15 qism hajmini tashkil qiluvchi) musbat zaryaddan tarkib topgan yadro va uning neytrallab turuvchi, hamda hajm bo'yicha orbitallarda harakatlanuvchi (xuddi quyosh atrofida planetalar harakatlangani singari) elektrondan iborat sistemadir.

Rezerford, shogirdi Chadvik bilan mis, oltin va platina metallaridan yasalgan plastinkalar (qalinligi taxminan 0,0005 mm) sirtiga α -zarrachalar yog' dirib, ularning metaldan o'tish yo'llarini tekshirdi).

1-rasm α -zarrachalarning metall plastinka sirtida yoyilishi:



Atomning diametri 10^{-8} sm bo'lsa, yadro diametri 10^{-13} - 10^{-12} sm dir. 1 sm^3 yig'ilgan yadro massalari 116 mln. tonna bo'ladi.

N.Bor nazariyasi. Atom tuzilishining ajoyib bosqichlaridan biri — 1913 yilda Daniya olimi Nils Bor taklif qilgan vodorod atomining tuzilishi nazariyasi bo'ldi. N.Bor o'z nazariyasini yaratishda Rezerford fikriga va kvantlar nazariyasiga asoslandi.

N.Bor nazariyasining birinchi postulatiga ko'ra, elektron yadro atrofida faqat kvantlangan, ya'ni ma'lum energiya darajasiga muvofiq keladigan orbitallar bo'ylab aylanadi.

Bu orbitallardan qaysi birining elektron bilan band etilishi atomning energiyasiga bog'liq. Agar atomning energiyasi minimal qiymatga ega bo'lsa elektron yadroga eng yaqin birinchi orbita bo'ylab harakat qiladi; atomning bu holatini qo'zg'almagan, normal yoki asosiy holat deyiladi. Bu holda elektron yadro bilan eng mustahkam bog'langan bo'ladi.

Qo'shimcha energiya qabul qilgan atom qo'zg'algan holatga o'tadi. Lekin atomning qo'zg'algan holati nihoyatda qisqa muddatlidir (sekundning yuz milliondan bir ulushi vaqtda).

Elektron uzoq orbitadan yaqin orbitaga o'tganda atom elektromagnit nur chiharib o'z energiyasini kamaytiradi.

N.Bor nazariyasining ikkinchi postulatiga ko'ra, elektron bir orbitadan ikkinchi orbitaga o'tgandagina atom o'z energiyasini o'zgartiradi: elektron kvantlangan orbitalar bo'ylab aylanganda, atom energiya chiharmaydi va energiya yutmaydi.

Elektron yadrodan uzoqda turgan orbitadan yadroga yaqin orbitaga o'tganda atom yorug'likning bir kvantiga teng energiya chiharadi. Bu kvantning kattaligi dastlabki va oxirgi holatlarning energiyalari orasidagi ayirmaga tengdir:

$$E = E_1 - E_2 = h\nu$$

bu erda: E_1 va E_2 - dastlabki va oxirgi holatlar energiyalari;

h - Plank doimiysi, $6,624 \cdot 10^{-34}$ joul/sek;

ν - nurning 1 sekunddagi tebranishlar soni

(chastotasi):

$$\nu = c/\lambda$$

bu yerda: c - yorug'lik tezligi; λ - yorug'likning to'lqin uzunligi.

Elektronlarning kvant sonlari. Hozirgi vaqtdagi tasavvurlarga ko'ra, elektronning harakati to'rtta kvant son bilan harakterlanadi.

1. Bosh kvant son n — elektron energiyasining kattaligini ko'rsatadi. n ning son qiymati 1,2,3,4,... ga teng butun sonlar bo'la oladi. Bosh kvant sonlari o'zaro teng bo'lgan bir necha elektron atomda elektron qavatlarini yoki ma'lum energetik

pog'onalarni hosil qiladi. Atomning energetik pog'onalari K, L, M, N, O, P, Q harflari bilan belgilanadi. K-qavat yadroga eng yaqin joylashgan bo'lib, uning uchun $n=1$ dir. L - $n=2$; M - $n=3$,... ular energiyalari bilan farq qiladi.

Energetik pog'onadagi elektronlarning maksimal soni:

$$N = 2n^2 \text{ ga teng.}$$

2. Orbital kvant son l — elektron orbitalning shaklini ko'rsatadi. Elektron orbitallar soni n^2 ga teng.

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

$$s, p, d, f, g, h, \dots$$

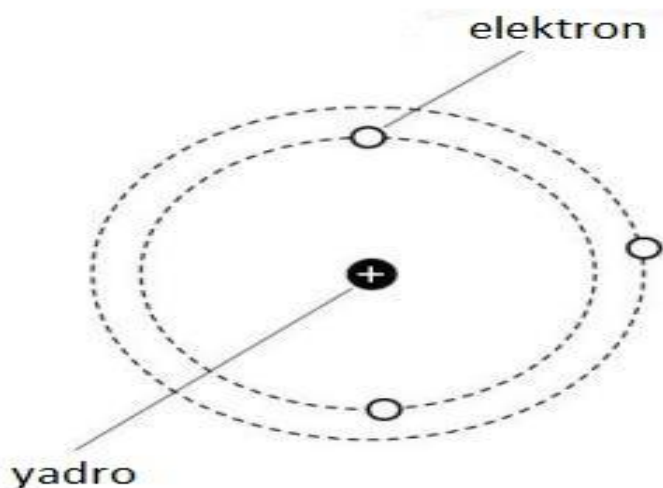
Orbital kvant sonlari bilan farq qiladigan elektronlar energiyalari bilan ham o'zaro farq qiladi, chunki elektronning energiyasi n va l qiymatlariga bog'liq. l qanchalik katta bo'lsa energiyasi ham katta bo'ladi.

3. Magnit kvant son m — elektronning fazodagi vaziyatini harakterlaydi. Uning qiymatlari $-l$ dan $+l$ gacha bo'la oladi, 0 ham bo'lishi mumkin. m ayni energetik pog'onada nechta orbital borligini, orbitallarning shaklini ko'rsatadi.

Masalan: Birinchi qavatda faqat bitta s-orbital ($m=0$) bo'ladi. Ikkinchi qavatda bitta s-orbital ($m=0$) va uchta p-orbital ($m=+1; 0; -1$) bo'ladi. Uchinchi qavatda bitta s-orbital ($m=0$) uchta p-orbital ($m=+1; 0; -1$) va 5 ta d-orbital ($m=+2; +1; 0; -1; -2$) bo'ladi.

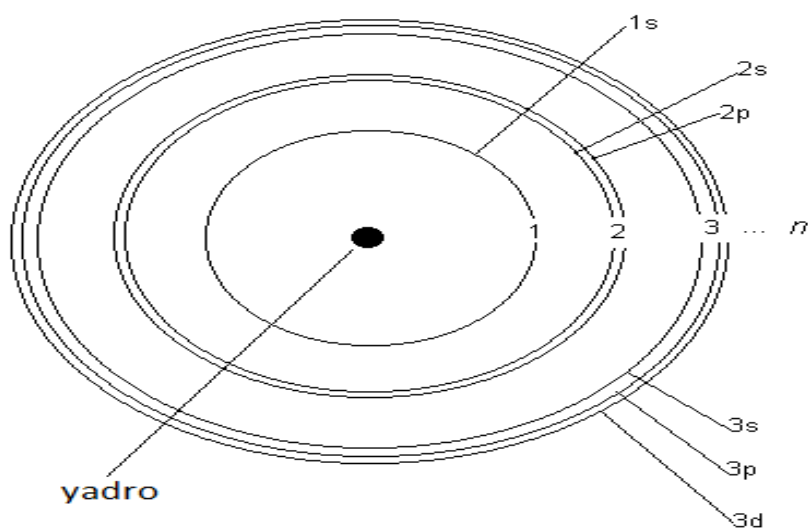
n va l o'zgarmas bo'lsa, m ning energiyasi ham o'zgarmasdir. Masalan: 5d orbitallarning fazoda joylashishi (turli o'qlarda) o'zgarsa ham, energiyasi bir xildir.

4. Spin kvant soni m_s — maxsus mexaniq miqdor bo'lib, elektronlarning o'qi atrofida aylanishini ko'rsatadi. Uning son qiymatlari $+1/2$ va $-1/2$ bo'lishi mumkin.



Klechkovskiyning 1-qoidasi :

Ikki holatdan qaysi biri uchun $l=n$ yig'indisi kichiq bo'lsa, shu holatda turgan elektronning energiyasi minimal qiymatga ega bo'ladi.



Klechkovskiyning 2-qoidasi:

Agar berilgan 2 holat uchun $l=n$ yig'indisi bir xil bo'lsa, bosh kvant soni kichiq bo'lgan holat minimal qiymatga ega bo'ladi.

Atomda elektronlarni pog'onachalarga joylashtirishda quyidagi uch qoidani nazoratda tutish kerak:

1. Har qaysi elektron minimal energiyaga muvofiq keladigan holatni olishga intiladi.

2. Elektronlarning joylanishi Pauli printsiptiga zid kelmasligi lozim.

3. Ayni pog'onachada turgan elektronlar mumkin qadar ko'proq orbitallarda juftlashmaslikka intiladi (Gund qoidasi).

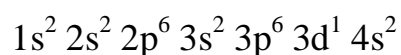
Qo'zg'almagan atom orbitalarining elektronlar bilan to'lish tartibi quyidagicha: avval eng kam energiyali orbital, so'ng energiyasi ko'proq bo'lgan orbital to'ladi. Atom elektron orbitalarining to'lish tartibining bosh va orbital kvant sonlari qiymatlariga bog'liqligini V.M.Klechkovski o'z qoidalarida tushuntirib bergan.

Masalan, kaliy va kalsiy atomlarining elektron tuzilishi bu qoidaga to'g'ri keladi: 3d-orbital ($n=3, l=2$) uchun $n=l$ ning yig'indisi 5 ga, 4s-orbital ($n=4, l=0$) uchun esa $n=l$ ning yig'indisi 4 ga teng. Binobarin, 4s-pog'onacha 3d-pog'onachaga nisbatan oldin elektronlar bilan to'lishi kerak, haqiqatda shunday bo'ladi.

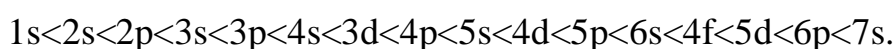
Agar ikki orbital uchun $n=l$ yig'indi bir xil qiymatga ega bo'lsa, Klechkovskiyaning ikkinchi qoidasi kuchga kiradi:

$n=l$ yig'indi bir xil bo'lganda orbitallarning to'lib borishi bosh kvant soni n qiymatining oshib borishi tartibida bo'ladi. Masalan, skandiy atomida $n=l$ yig'indining qiymati bir xil bo'lgan 3 ta orbitallardan qaysi biri oldin elektronlar bilan to'lishi kerak 3d-orbital ($n=3, l=2$) uchun $n=l$ qiymat 5 ga, 4p-orbital uchun

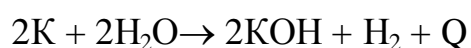
ham ($n=4, l=1$) va 5s-orbital ($n=5, l=0$) uchun ham 5 ga teng. Klechkovskiyning ikkinchi qoidasiga muvofiq avval 3d-pog'onacha ($n=3$) so'ng 4p-pog'onacha ($n=4$) va oxirida 5s-pog'onacha ($n=5$) elektronlar bilan to'lishi kerak. Natijada skandiy atomining elektron tuzilishi quyidagi formulaga to'g'ri keladi:



Qo'zg'alماغan atom elektronlarining joylashishi quyidagi tartibda bo'ladi:



Elektronlarning energetik pog'ona va orbitallar bo'ylab joylanishini ayni elementning elektron konfiguratsiyasi deb yuritiladi. Masalan, natriy elementining elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ shaklida yoziladi. Barcha elementlar uchun (vodorod va geliydan tashqari) sirtqi qavatning maksimal elektron siqimi 8 ga tengdir. Atomning sirtqi qavatidagi 8 ta elektron uni juda barqaror qiladi. Masalan, sirtqi qavatida 8 ta elektroni bo'lgan neon, argon, kripton va ksenon (shuningdek, ikki elektronli geliy) kimyoviy jihatdan juda barqaror moddalar bo'lib, ular kimyoviy reaksiyalarga juda qiyinlik bilan kirishadi. Asosiy guruppacha elementlari atomlarining sirtqi qavatidagi elektronlarining soni ayni guruhning nomeriga tengdir. Qo'shimcha guruhcha elementlarining sirtqi qavatida 2 tagacha elektron, sirtqidan oldingi qavatida 8 tadan 18 gacha elektron bo'ladi. Mis, xrom va boshqa ba'zi element atomlarining sirtqi qavatida 1 tadan elektron bo'ladi. Masalan, mis atomining ($Z=29$) elektron konfiguratsiyasi $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ ko'rinishiga ega, uni qisqacha KLM $4s^1$ shaklida yozish mumkin



Atom og'irliklari ortib borishi tartibida joylashtirish orqali bu xususiyatlarni uzlukli, aniqroq aytilsa davriy suratda takrorlanishini kuzatish mumkin.

Elementlarning dastlabki klassifikatsiyasi. XVIII asr oxirida 25 ta element ma'lum bo'lib, XIX asrning birinchi choragida yana 19 element kashf etildi.

Elementlar kashf qilinishi bilan ularning atom massalari, fizik va kimyoviy xossalari o'rganib borildi. Bu tekshirishlar natijasida ba'zi elementlarning avvaldan ma'lum bo'lgan tabiiy guruhlariga (Masalan, ishqoriy metallar, ishqoriy-er metallar, galogenlar) o'xshash element guruhlari aniqlana bordi. Elementlar va ularning birikmalari haqidagi ma'lumotlar kimyogarlar oldiga barcha elementlarni guruhlariga ajratish vazifasini qo'ydi.

Lavuaze klassifikatsiyasi. 1789 yilda A.Lavuaze o'sha paytda ma'lum bo'lgan analiz jarayonida hech qanday parchalanishga uchramaydigan "oddiy moddalar"ni 4 ta sinfga ajratdi:

1. Issiqlik, yorug'lik va xuddi kislorod, azot singari gazlar;
2. Oltinugurt, fosfor kabi kislotali oksid hosil qiluvchi elementlar;
3. Metallar (Cu, Sn, Pb va hokazo);

4. Tuz hosil qiluvchi "oddiy er" moddalari. Bunday moddalarga oxak, barit, magneziya, glinozem, kremnezem va boshqalar kiritilishida noaniqlikka yo'l qo'ydi. Shuning uchun bu klassifikatsiya ham mukammal bo'la olgani yuk.

Bertselius klassifikatsiyasi. 1812 yilda Bertselius barcha elementlarni metallar va metalmaslarga ajratdi. Bu klassifikatsiya dag'al va noaniq edi, lekin shunga haramasdan xaligacha o'z kuchini yo'qotmay kelmoqda.

Triadalar qonuni. 1817 yilda nemis kimyogari Iogann Valfgang Debereyner (1780-1849) stronsiyning nisbiy atom massasi kalsiy va bariy nisbiy atom massalarining o'rtacha qiymatiga yaqinligini kuzatdi. 1829 yilda Debereyner kimyoviy va fizik xossalari yaqin bo'lgan elementlarda yuqoridagi xususiyat mavjudligini aytdi va ularni triadalar deb atadi. O'sha ma'lum bo'lgan elementlardan faqat yettita triada tuzish mumkin bo'ldi.

| | | | |
|-----------------|------|----|-----|
| 1. Li - Na - K | 7 | 23 | 39 |
| 2. S - Se - Te | 32 | 79 | 128 |
| 3. Cl - Br - J | 35,5 | 80 | 127 |
| 4. Ca - Sc - Ba | 40 | 88 | 137 |

Elementlarni spiralsimon joylashtirish.1863 yilda De Shankurda elementlarni atom massasi va kimyoviy xususiyati orasidagi bog'lanish asosida spiralsimon joylashtirishni taklif etdi. U nisbiy atom massasi eng kichik bo'lgan vodorod elementini spiral boshlanishi (konus uchi)ga joylashtirdi va qolgan elementlarni atom massalari ortib borish tartibida spiralga joylashtirib chiqdi. Spiral markazidan elementlar tomonga o'tkazilgan har bir chiziq bo'ylab o'xshash elementlar joylashganligini kuzatish mumkin.

Meyerga elementlar davriy joylanishi jadvalini tuzishga yordam berdi. 1864 yilda davriy jadvalning 1-variantini (28 element) 1869 yilda 2-variantini (kengaytirilgan varianti- 57 element) e'lon qildi.

O'sha paytda ko'pgina elementlar nisbiy atom massalari noto'g'ri aniqlanganligi sababli yuqoridagi klassifikatsiyalar elementlarni mukammal klassifikatsiyalash imkonini bermadi.

Yadroning o'z-o'zidan bir yoki bir nechta zarrachalar chiqarish hodisasi radioaktivlik deyiladi. SHunday yadrolarni radioaktiv yadro deb yuritiladi.

Radioaktiv yadrolarning o'zidan biron-bir turdagi zarralarni chiqarib, boshqa yangi yadroga aylanish jarayoni radioaktiv yemirilish deyiladi. Radioaktiv yemirilishda radioaktiv yadrolarning sonining o'zgarishi $N = N_0 e^{-\lambda t}$ qonun bo'yicha o'zgaradi. Ushbu ifodani radioaktiv yemirilish qonuni deb yuritiladi, bunda λ – yemirilish doimiysi.

Tabiatda mavjud yadrolarning radioaktivligi tabiiy radioaktivlik deyiladi. Ba'zi hollarda radioaktiv yadrolar biron-bir turg'un yadrolarni zaralar bilan yoki yadrolar bilan bombardimon qilish natijasida hosil bo'ladi. Bunday radioaktivlikni sun'iy radioaktivlik deyiladi.

Radioaktiv moddani magnit maydoniga joylashtirilsa zarralar dastasi uch qismga α - zarrachalar, β - zarrachalar, γ -zarachalarga bo'lingan.

Radioaktiv yemirilishlarning 5 xili uchraydi. SHulardan ikki xilini ko'rib chiqimiz.

1. α -emirilish. Og'ir yadrolarning o'z-o'zidan α - zarrachalar chiqarish jarayoni α -yemirilish deyiladi. U ${}_Z X^A \rightarrow {}_{Z-2} U^{A-4} + {}_2 He^4$ siljish qoidasiga bo'ysunadi.

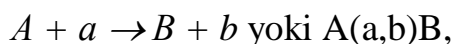
2. β -emirilish. Yadrolarning o'z-o'zidan elektronlarni (β^-) yoki protonlarni

(β^+) chiqarishi β -emirilish deyiladi. Ular ${}_Z X^A \xrightarrow{\beta^-} {}_{Z+1} U^A + e^- + \bar{\nu}_e$

${}_Z X^A \xrightarrow{\beta^+} {}_{Z-1} U^A + e^+ + \nu_e$ siljish qoidalariga bo'ysunadi.

Yadroviy reaksiyalar va ularning asosiy qonuniyatlari.

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 ${}_7N^{14} + {}_2He^4 \rightarrow {}_8O^{17} + {}_1H^1$ yoki ixchamroq quyidagi $N^{14}(\alpha, p)O^{17}$

ko'rinishda ifodalash mumkin.

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 buyicha 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 $A + a \rightarrow C^* \rightarrow B + b$

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). Deyttonning 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.

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

3. Yadroviy reaksiyalarda massaning saqlanish qonuni (va energiyaning saqlanish qonuni ham) bajariladi. Bu ikki qonunni birgalikda bayon qilmoqchiligimizning sababi massa va energiya o'zaro $W = mc^2$ 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:

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

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.

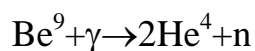
Endi yadroviy o'zaro ta'sir ehtimolligini xarakterlash uchun qo'llaniladigan effektiv kesim tushunchasi bilan tanishaylik. Buning uchun quyidagi xayoliy tajriba ustida mulohaza yuritaylik. Nishon sifatida qo'llanilayotgan bir jinsli jism tarkibidagi yadrolar konsentratsiyasi, ya'ni birlik hajmdagi yadrolar 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 $\sigma' = \pi R_{ya}^2$ ya yuzli doira bo'ladi. Nishonning birlik yuziga mos kelgan hajmdagi

yadrolar soni $n\delta$ ga, bu yadrolar kesimlarining umumiy yuzi esa $\sigma' n \delta$ 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 $\Delta N = N\sigma' n \delta$

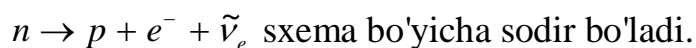
ifoda bilan aniqlanadi. Agar $N = 1$ (ya'ni nishonning birlik yuziga birlik vaqtda bitta zarra tushmoqda) va $n \delta = 1$ (ya'ni nishonning birlik yuziga mos keluvchi hajmda bittagina yadro mavjud) bo'lsa, $\Delta N = \sigma'$ bo'lib qoladi. Demak, yuzi bir birlikka teng nishon hajmida bittagina yadro 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.

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 $\text{Be}^9 + \text{He}^4 \rightarrow \text{C}^{12} + n$ shaklda yozamiz. Bu reaksiyadan qanuzgacha 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:

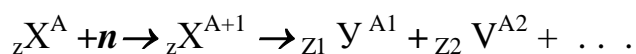
1) de-Broyl to'lqin uzunliklari ($\lambda = h/m_n v$) yadro radiusi r dan kichik bulgan neytronlar [bunga (0,1, 4, 50) MeV energiyalar mos keladi] tez neytronlar deb ataladi;

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

2. 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 ${}_zX^A$ yadroga kirgach, uning nuklonlari orasida o'ralashib qoladi. Natijada yangi ${}_zX^{A+1}$ yadro hosil bo'ladi, u esa ikki yadroga, ya'ni, ${}_{Z_1}Y^{A_1}$ va ${}_{Z_2}V^{A_2}$ yadrolarga bo'linadi. Bo'linish natijasida vujudga kelishi mumkin bo'lgan boshqa zarralar bilan qiziqmasak, mazkur reaksiyani quyidagicha yoza olamiz:



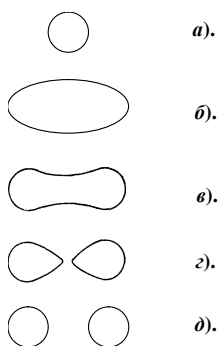
X yadroni Y va V yadrolarga ajralish imkoniyati energetik nuqtai nazardan

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

ifodaning ishorasiga bog'liq. da ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ 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

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



2-расм.

a). deb hisoblash mumkin. Natijada og'ir yadro (masalan, U^{235}) ikki o'rtacharoq yadroga ajralganda $Q \approx A * 0,8\text{MeV}$ 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 mumkin. U holda nima uchun spontan bo'linish faqat og'ir yadrolarda kuzatiladi? Haqiqatan, spontan ravishda og'ir

yadroni ikki o'rtacharoq yadroga ajralishi elementlar davriy jadvalining oxiridagi ba'zi yadrolarda sobiq sovet fiziklari G.N.Flerov va K.A.Petrjaklar tomonidan kuzatildi. Lekin spontan bo'linishning tajribada aniqlangan ehtimolligi juda kichik, ya'ni yarim yemirilish davri nihoyat katta. Masalan, uran uchun $0,8 \cdot 10^{16}$ yilga teng. Demak, yuqoridagi savolni quyidagicha 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 3.2-v rasmda tasvirlangandek gantelsimon shaklni berishga etarli bo'lsa, endi yadro sferasimon shaklini tiklay olmaydi. Haqiqatan, gantelsimon shaklga kelgan yadroning chekkalarida joylashgan protonlarning o'zaro itarishish kuchlarini yadroviy kuchlar muvozanatlashtirmaydi, chunki yadroviy kuchlar faqat qisqa masofalardagina tortishuv xarakteriga ega. Natijada gantelsimon shakldagi yadro ikki yadroga bo'linish parchalariga ajraladi. Yadroning bo'linishi uchun yetarli darajada deformatsiyalay oladigan energiyaning qiymati bo'linishning kritik energiyasi W_{kr} (yoki *aktivlash energiyasi*) deb ataladi. Yadro bo'linish hodisasining nazariyasini 1939 yilda N.Bor, J.Uiller va Rossiyalik fizik Ya.I.Frenkel yaratdi. Shu nazariyaga asoslangan yadroning bo'linish mexanizmini soddalashtirilgan tarzda yuqorida bayon qildik. Endi, yadroning bo'linishida kuzatiladigan neytronlar va elektronlar qanday sabablar tufayli vujudga keladi? degan savolga javob beraylik. Buning uchun yadrolar tuzilishidagi quyidagi qonuniyatga e'tibor beraylik. Elementlar davriy jadvalidagi turli stabil (ya'ni, barqaror) yadrolardagi neytronlar soni N ning protonlar soni Z ga nisbati entil yadrolar uchun taxminan 1 ga teng bo'lsa, og'ir yadrolar sohasiga siljiganimiz sari bu nisbatning qiymati kattalashib boradi. Masalan, O^{16} , Ag^{108} , Ba^{137} , U^{238} yadrolari uchun N/Z ning qiymatlari mos ravishda 1,0; 1,3; 1,46; 1,6 larga teng, Demak, og'ir yadro (masalan, uran) bo'linishi tufayli hosil bo'lgan bo'linish

parchalarida ham neytronlar protonlardan anchagina ko'p bo'ladi (chunki $N/Z = 1,6$ edi). Bundan tashqari bo'linish parchalari yangigina vujudga kelgan vaqtda nihoyat darajada deformatsiyalangan bo'ladi. Bunday deformatsiyalarga ega bo'lgan yadrolarni o'ta uyg'ongan yadrolar deb ataladi. O'ta uyg'ongan yadroning potentsial energiyasi juda katta. Shuning uchun o'ta uyg'ongan yadro (bo'linish parchasi) "silkinib" o'zidan bir-ikkita neytron chiqarib yuboradi. Neytron chiqarish bo'linish vaqti boshlangandan so'ng 10^{-14} s lar chamasi vaqt ichida sodir bo'ladi. Shu sababli mazkur neytronlar *oniy neytronlar* deb ataladi. Oniy neytronlar chiqarilgandan keyin ham bo'linish parchalarning tarkibida ortiqcha neytronlar mavjud bo'ladi. Shuning uchun bo'linish parchalari β -yemirilishga moyil bo'ladi, ya'ni elektron va antineytron chiqarib neytron protonga aylanadi. Natijada parcha-yadroning zaryadi 1 ga ortadi, neytronlarning soni esa 1ga kamayadi. Lekin bu yadroda ham neytronlar ortiqcha bo'lishi mumkin. U holda bu yadroda yana β -yemirilish sodir bo'ladi. Faqat oxirgi 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.

ADABIYOTLAR:

1. Yu. T. Toshpo`latib, kimyoviy atom.
2. N. A. Parpiyev, H.R. Rahimov, A.G. Muftaxov anorganik kimyo nazariy asoslari. Toshkent 2000 y.
3. Ziyonet. uz