

**ANDIJON MASHINASOZLIK
INSTITUTI AVTOMATIKA VA
ELEKTROTEXNIKA
FAKULTETI
“MYAMT” YO’NALISHI
224-GURUH TALABASI
OLIMOVA NILUFARNING
KIMYO FANIDAN
TAYYORLAGAN
REFARATI**

D.I. MENDELEYEVNING KIMYOVIY ELEMENTLAR DAVRIY QONUNI VA DAVRIY SISTEMASI

Reja :

- 1. D.I. Mendeleyev davriy sistemasining ahamiyati.**
- 2. Davriy qonun.**
- 3. Atom tuzilishining yadro modeli**

Ko'pgina kimyogarlar: nemis olimlari I. Debereyner (1780 —1849) va L. Meyer (1830-1895), ingliz J. Nyulends (1838 1898), fransuz A. Shankurtua (1819—1886) va boshqalar — kimyoviy elementlar klassifikatsiyalarining turli variantlarini taklif etdilar. Lekin ular o'sha vaqtda ma'lum bo'lgan barcha kimyoviy elementlarni sistemaga solishga muvaffaq bo'lmadilar. Faqat rus olimi D. I. Mendeleyevning tabiatning asosiy qonunlaridan birini — kimyoviy elementlarning qonunini kashf etishigina kimyoviy elementlarning yagona sistemasini yaratishga imkon berdi.

Davriy qonun kashf etilishi paytida faqat 63 tagina kimyoviy element ma'lum edi. Bundan tashqari, ko'pchilik kimyoviy elementlar uchun nisbiy atom massalarining qiymatlari noto'g'ri aniqlangan edi. Bu hol kimyoviy elementlarni sistemaga solishni ayniqsa qiyinlashtirardi, chunki D.I. Mendeleyev sistemalashtirishda nisbiy atom massalarining qiymatlarini asos qilib olgan edi. Masalan, berilliyning nisbiy atom massasi 9 o'rniga 13,5, deb aniqlangan edi, bu berilliy to'rtinchi o'ringa emas, balki oltinchi o'ringa joylashtirish kerak, degan so'z edi. Lekin, D.I. Mendeleyev berilliyning nisbiy atom massasi noto'g'ri aniqlanganligiga ishonchi komil edi va shu sababli uni xossalarning majmuasiga qarab to'rtinchi o'ringa joylashtirdi. Ba'zi boshqa elementlarni joylashtirishda ham xuddi shunga o'xshash qiyinchiliklar tug'ildi.

D.I. Mendeleyev kashf etgan qonunning mohiyatini tushunib olish uchun nisbiy atom massalarining ortib borishi tartibida joylashtirilgan kimyoviy elementlar xossalarning o'zgarib borishini ko'zdan kechirib chiqamiz. Ana shu ketma-ketlikda har bir elementga qo'yiladigan raqam tartib raqami deyiladi. 2.1-jadvaldan foydalanib, quyidagilarni aniqlash mumkin:

Qatorda litiy Li dan fluor F ga tomon nisbiy atom massalari ortishi bilan metallik xossalarning asta-sekin susayishi va metallmaslik xossalarning kuchayishi kuzatiladi. Litiy **Li**— metallik xossalari yaqqol ifodalangan ishqoriy metall. Berilliy **Be** da metallik xossalari juda susaygan, uning birikmalari amfoter xususiyatga ega. Bor B elementida metallmaslik xossalari kuchliroq, bu xossalar keyingi elementlarda asta-sekin kuchayib boradi va fluor F da eng yuqori darajaga yetadi.

Ftordan keyin inert element neon Ne keladi.

Kimyoviy elementlarning tartib raqami va nisbiy atom massasi

| Kimyoviy elementlarning | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------------------------|---------|------------------|-------------------------|
| belgisi | tartib raqami | yaxlitlanga n nisbiy | belgisi | tartib raqami | yaxlitlanga n nisbiy |
| H | 1 | 1 | K | 19 | 39 |
| He | 2 | 4 | Ca | 20 | 40 |
| Li | 3 | 7 | Sc | 21 | 45 |
| Be | 4 | 9 | Ti | 22 | 48 |
| B | 5 | 11 | V | 23 | 51 |
| C | 6 | 12 | Cr | 24 | 52 |
| N | 7 | 14 | Mn | 25 | 55 |
| O | 8 | 16 | Fe | 26 | 56 |
| F | 9 | 19 | Co | 27 | 58,9 |
| Ne | 10 | 20 | Ni | 28 | 58,7 |
| Na | 11 | 23 | Cu | 29 | 64 |
| Mg | 12 | 24 | Zn | 30 | 65 |
| Al | 13 | 27 | Ga | 31 | 70 |
| Si | 14 | 28 | Ge | 32 | 73 |
| P | 15 | 31 | As | 33 | 75 |
| S | 16 | 32 | Se | 34 | 79 |
| Cl | 17 | 35,5 | Br | 35 | 80 |
| Ar | 18 | 40 | Kr | 36 | 84 |

2. Litiy **Li** dan uglerod **C** ga tomon borganda nisbiy atom massalarining qiymati ortishi bilan elementlarning kislorodli birikmalaridagi valentligi 1 dan 4 ga qadar ortib boradi. Bu qatordagi elementlar uglerod **C** dan boshlab vodorod bilan uchuvchan birikmalar hosil qiladi. Vodorodli birikmalardagi valentligi uglerod **C** da 4 dan ftor **F** da 1 ga qadar kamayadi.

3. Natriy **Na** elementidan (tartib raqami 11) boshlab oldingi qator elementlar xossalariining takrorlanishi kuzatiladi. Natriy **Na** (litiy **Li** ga o'xshab) — metallik

xossalari kuchli ifodalangan element, magniy **Mg** da (berilliy Be kabi) metallik xossalari kuchsizroq ifodalangan. Aluminiy **Al** (berilliy Be ga o'xshash) amfoter xossali birikmalar hosil qiladi. Kremniy Si (uglerod C kabi) — metallmas. Keyingi elementlarda — fosfor P bilan oltingugurtS da metallmaslik xossalari yanada kuchayadi. Bu qatorda oxirgidan oldingi element xlor (ftor F kabi) eng kuchli ifodalangan metallmaslik xossalarini namoyon qiladi. Oldingi qator kabi bu qator ham inert element argon bilan tugaydi. Oldingi qatordagiga o'xshash, kislorodli birikmalardagi valentligi natriy elementida 1 dan xlor Cl elementida 7 gacha ortib boradi. Vodorodli birikmalardagi valentligi kremniy Si da 4 dan xlor Cl da 1 gacha kamayadi.

4. *Kaliydan (tartib raqami 19) boshlab, tipik ishqoriy metallardan tipik metallmas galogenga qadar xossalarining asta-sekin o'zgarishi kuzatiladi.* Ma'lum bo'lishicha, elementlar birikmalarining shakli ham davriy takrorlanar ekan. Masalan, litiyning oksidi **Li₂O** shaklida bo'ladi. Litiyning xossalarini takrorlovchi elementlarning: natriy, kaliy, rubidiy, seziy oksidlarining shakli hanrxuddi shunday — **Na₂O**, **K₂O**, **Rb₂O**, **Cs₂O**. Bularning hammasi D.I. Mendeleyevga o'zi kashf etgan qonunni „davriylik qonuni“, deb atashga va quyidagicha ta'riflashga imkon berdi: **„Oddiy jismlarning xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlar atom og'irliklarining qiymatiga davriy bog'liqdir“**. Ana shu qonunga muvofiq ravishda, elementlarning davriy sistemasi tuzilgan, u davriy qonunni obyektiv aks ettiradi. Atom massalarining ortib borishi tartibida joylashtirilgan elementlarning barcha qatorini D.I. Mendeleyev davrlarga bo'ldi. Har qaysi davr chegarasida elementlarning xossalari qonuniyat bilan o'zgaradi (masalan, ishqoriy mefalldan galogenga qadar). Davrlarni o'xshash elementlar ajratib turadigan qilib joylashtirib, D.I. Mendeleyev kimyoviy elementlarning davriy sistemasini yaratdi. Bunda ba'zi elementlarning atom massalari tuzatildi, hali kashf etilmagan 29 element uchun bo'sh katakchalar qoldirildi.

Davriy qonun va davriy sistema asosida D.I. Mendeleyev o'sha vaqtda hali kashf etilmagan yangi elementlar bor, degan xulosaga keldi; ulardan 3 tasining xossalarini batafsil bayon qildi va ularga shartli nomlar berdi — ekabor,

ekaaluminiumiy va ekasilitsiy. D.I. Mendeleyev har qaysi elementning xossasini **atom analoglarining** xossalariga asoslanib aniqladi. Berilgan elementni davriy sistemada o'rab turgan elementlarni u *atom analoglar* deb atadi. Masalan, magniy elementining atom massasi atom analoglarining atom massalarining o'rtacha arifmetik qiymati sifatida hisoblab topildi, ya'ni:

$$A_r(Mg) = \frac{9,01(Be) + 40,08(Ca) + 22,99(Na) + 26,98(Al)}{4} = 24,76$$

D.I. Mendeleyevning bashoratlari keyinroq tasdiqlandi. Uchala element D.I. Mendeleyev hayotligi vaqtidayoq kashf etildi, ularning oldindan aytilgan xossalari tajribada aniqlangan xossalariga mos keldi.

Galliyni — 1875- yilda Lekok de Buabodran, skandiyni — 1879-yilda Nilson va germaniyni — 1886- yilda Vinkler kashf etdi.

D.I. Mendeleyevning elementlar davriy sistemasi. Hozirgi vaqtda davriy sistemani tasvirlashning 500 dan ortiq variantlari bor: bular davriy qonunning turli shakldagi ifodasidir.

D.I. Mendeleyev 1869- yil 1 martda taklif etgan elementlar sistemasining birinchi varianti uzun shakldagi varianti deyiladi. Bu variantda har bir davr bitta qatorda joylashtirilgan edi. 1870- yil dekabr oyida u davriy sistemaning ikkinchi variantini — qisqa shakli deb atalgan variantini bosib chiqardi Bu variantda davrlar qatorlarga, gruppalar esa — (bosh va yonaki) gruppachalarga bo'lingan edi.

Davriy sistemaning ixcham bo'lgan qisqa shakldagi varianti eng ko'p tarqalgan. Lekin uning muhim kamchiligi — o'xshash bo'lmagan elementlarning bitta gruppaga birlashtirilganligi, ya'ni bosh va yonaki gruppachalardagi elementlar xossalarining bir-biridan katta farq qilishidir. Bu elementlar xossalarining davriyligini, ma'lum darajada, „xiralashtiradi" va sistemadan foydalanishni qiyinlashtiradi. Shu sababli keyingi vaqtlarda, ayniqsa o'quv maqsadlarida D.I. Mendeleyev davriy sistemasining uzun shaklidagi variantidan ko'proq foydalanilmoqda. Bu variantning asosiy kamchiligi — cho'ziqligi, ixcham emasligi (sistemaning ayrim kataklari to'lmagan). Bu variantni ancha ixchamlashtirish uchun, ko'pincha, oltinchi davrdagi lantanoidlar va yettinchi

davrdagi aktinoidlar sistema ostida alohida joylashtiriladi. B'u variant ba'zan **yarim uzun variant** deyiladi.

Davriy sistemada gorizontaal bo'yicha 7 ta davr bor (rim raqamlari bilan belgilangan), ulardan I, II va III davrlar *kichik*, IV, V, VI va VII davrlar *esa* — *katta* davrlar deyiladi. Birinchi davrda — 2 element, ikkinchi va uchinchi davrlarda — 8 tadan, to'rtinchi va beshinchi davrlarda — 18 tadan, oltinchi davrda - 32 ta, ettmchi (tugallanma-gan) davrda 19 ta element joylashgan Birinchidan boshqa barcha davrlar ishqoriy metall bilan boshlanadi va nodir gaz bilan tugaydi.

Davriy sistemadagi barcha elementlar bir-biridan keyin ketma-ket kelishi tartibida raqamlangan. Elementlarning raqamlari tartib yoki atom raqamlari deyiladi.

II va III davr elementlarini D.I. Mendeleyev tipik elementlar deb atadi. Ularning xossalari tipik metallardan nodir gazga tomon qonuniyat bilan o'zgaradi. Davrlarda elementlar birikmalarining shakli ham qonuniyat bilan o'zgaradi. Birikmalar shaklining davriyligiga D.I. Mendeleyev juda katta ahamiyat bergan edi.

Sistemada 10 ta qator bo'lib, ular arab raqamlari bilan belgilangan. Har qaysi kichik davr bitta qatordan, har qaysi katta davr — ikkita: juft (yuqorigi) va toq (pastki) qatorlardan tarkib topgan. Katta davrlarning juft qatorlarida (to'rtinchi, oltinchi, sakkizinchi va o'ninchi) faqat metallar joylashgan va elementlarning xossalari qatorda chapdan o'ngga o'tib borishda kam o'zgaradi. Katta davrlarning toq qatorlarida (beshinchi, yettinchi va to'qqizinchi) elementlarning xossalari qatorda chapdan o'ngga tomon tipik elementlardagi kabi o'zgarib boradi.

Katta davrlarning elementlarini ikki qatorga ajratishga asos bo'lgan muhim xususiyati ularning oksidlanish darajasidir (Mendeleyev davrida valentlik deyilar edi). Ularning qiymatlari davrda elementlarning atom massalari ortishi bilan ikki marta takrorlanadi. Masalan, IV davrda elementlarning oksidlanish darajasi K dan Mn ga qadar + 1 dan + 7 gacha o'zgaradi, so'ngra triada **Fe**, **Co**, **Ni** (bular juft qator elementlari) joylashgan, shundan keyin **Cu** dan **Be** ga qadar bo'lgan elementlarda (ular toq qator elementlari) oksidlanish darajasi xuddi shunday ortib

borishi kuzatiladi. Xuddi shu holni biz qolgan davrlarda ham kuzatamiz, VII davr bundan mustasno, bu davr bitta (juft) qatordan iborat. Katta davrlarda elementlar birikmalarining shakli ham ikki marta takrorlanadi.

VI davrda lantandan keyin tartib raqamlari 58 —71 bo'lgan 14 element joylashadi, ular **lantanoidlar** deb ataladi. Lantanoidlar jadvalning pastki qismiga alohida qatorda joylashtirilgan, ularning sistemada joylashish ketma-ketligi katakchada yulduzcha bilan ko'rsatilgan: La* — Lu. Lantanoidlarning kimyoviy xossalari bir-biriga juda o'xshaydi. Masalan, ularning hammasi reaksiyaga kirishuvchan metallar hisoblanadi, suv bilan reaksiyaga kirishib gidroksid hamda vodorod hosil qiladi. Bundan lantanoidlarda gorizontallik o'xshashlik yaxshi ifodalangan, degan xulosa kelib chiqadi. VII davrda tartib raqami 90 — 103 bo'lgan 14 element **aktinoidlar** oilasini hosil qiladi. Ular ham alohida — lantanoidlar ostiga joylashtirilgan, tegishli katakchada esa ularning sistemada joylashish ketma-ketligi ikkita yulduzcha bilan ko'rsatilgan:

A*c* — Lr. Lekin lantanoidlardan farq qilib, aktinoidlarda gorizontallik analogiya zaif ifodalangan. Ular birikmalarida turli xil oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Masalan, aktiniyning oksidlanish darajasi +3, uranniki +3, +4, +5 va +6. Aktinoidlarning yadrolari beqaror bo'lganligi sababli ularning kimyoviy xossalari o'rganish juda murakkab ishdur.

Davriy sistemada vertikal bo'yicha sakkizta gruppalar joylashgan (rim raqamlari bilan belgilangan). Gruppaning raqami elementlarning birikmalarida namoyon qiladigan oksidlanish darajalari bilan bog'liq. Odatda, eng yuqori musbat oksidlanish darajasi gruppalar raqamiga teng. Ftor bundan mustasno — uning oksidlanish darajasi — 1 ga teng; mis, kumush, oltin +1, +2 va +3 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi; VIII gruppalar elementlaridan faqat osmiy, ruteniy va ksenon + 8 oksidlanish darajasini namoyon qiladi.

VIII gruppada nodir gazlar joylashgan. Ilgari ular kimyoviy birikmalar hosil qila olmaydi, deb hisoblanar edi. Lekin bu hoi tasdiqlanmadi. 1962- yilda nodir gazning birinchi kimyoviy birikmasi — ksenon tetraftorid XeF_4 olindi. Hozirgi paytda nodir elementlar kimyosi jadal rivojlanmoqda.

Har qaysi grupp ikkita — bosh va yonaki gruppachaga bo'lingan, bu davriy sistemada birinchini o'ngga, boshqasini esa chapga siljitib yozish bilan ko'rsatilgan. Bosh gruppachani tipik elementlar (II va III davrlarda joylashgan elementlar) hamda kimyoviy xossalari jihatidan ularga o'xshash bo'lgari katta davrlarning elementlari tashkil etadi. Yonaki gruppachani faqat metallar — katta davrlarning elementlari hosil qiladi. Unda geliyning bosh gruppachasidan tashqari uchta: yonaki temir, kobalt va nikel gruppachasi bor.

Bosh va yonaki gruppachalardagi elementlarning kimyoviy xossalari bir-biridan ancha farq qiladi. Masalan, VII gruppada bosh gruppachani metallmaslar F, Cl, Br, I va At, yonaki gruppachani metallar Mn, Tc va Re tashkil qiladi.

Geliy, neon va argondan boshqa barcha elementlar kislorodli birikmalar hosil qiladi; kislorodli birikmalarning 8 xil shakli bor. Ular davriy sistemada, ko'pincha, umumiy formulalar bilan ifodalaniib, har qaysi grupp tagida elementlar oksidlanish darajalarining ortib borishi tartibida joylashtirilgan: **RO**, **RCX_n**, **RO₂**, **RO**, **RO₃**, **R₂O₇**, **RO₄**, bunda R—shu gruppaning elementi. Yuqori oksidlarining formulalari gruppaning barcha (bosh va yonaki gruppalar) elementlariga taalluqlidir, elementlar grupp raqamiga teng oksidlanish darajasini namoyon qilmaydigan hollar bundan mustasnodir.

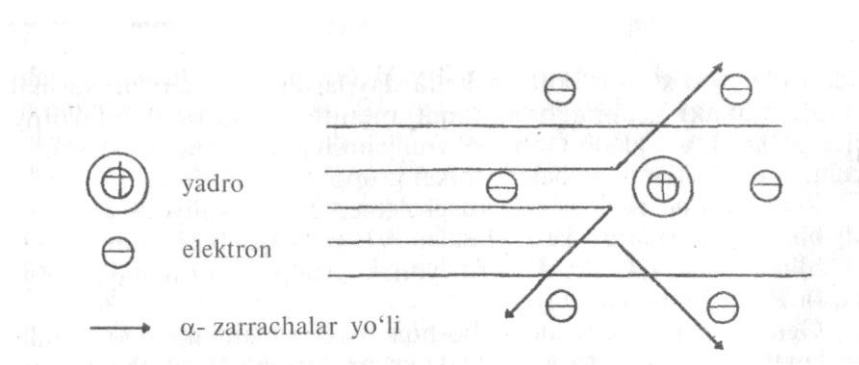
IV gruppadan boshlab, bosh gruppachalarning elementlari gazsimon vodorodli birikmalar hosil qiladi. Bunday birikmalarning 4 xil shakli bor. Ular ham umumiy formulalar bilan **RH₄**, **RH₃**, **RH₂**, **RH** ketma-ketlikda tasvirlanadi. Vodorodli birikmalarning formulalari bosh gruppachalarning elementlari tagiga joylashtiriladi va faqat ularga taalluqli bo'ladi. Gruppachalarda elementlarning xossalari qonuniyat bilan o'zgaradi: yuqoridan pastga tomon metallik xossalari kuchayadi va metallmaslik xossalari susayadi. Ravshanki, metallik xossalar fransiyda, so'ngra seziyda eng kuchli ifodalangan; metallmaslik xossalar — ftorda, so'ngra kislorodda kuchli ifodalangan.

Atomlar tuzilishining yadro modeli. Atomlarning tuzilishini o'rganish uchun ingliz olimi E. Rezerford a- zarrachalarning kuchli sinuvchanlik xususiyatidan foydalanadi. U qalinligi taxminan 10000 atomga to'g'ri keladigan

yupqa metall plastinkadan α - zarrachalarning (geliy yadrolarining) o'tishini kuzatdi. Rux sulfid ZnS qatlami bilan qoplangan ekranga α - zarrachalar urilganda chaqnash sodir bo'ladi, bu esa zarrachalar sonini sanashga imkon beradi. Ma'lum bo'lishicha, α -zarrachalarning kamroq qismi metall plastinkadan o'tganida o'z yo'lidan turli burchakka og'adi, ayrim zarrachalar esa uchish yo'nalishini keskin o'zgartiradi. Bu hodisa zarrachalarning tarqalishi deb ataladi .

Rezerford 1911- yilda atom tuzilishining yadro modelini taklif qilib, α -zarrachalarning tarqalishini tushuntirib berdi.

1. Atomning markazida musbat zaryadli yadro joylashgan bo'lib, u atomdagi fazoning juda kichik qismini band etadi.
2. Musbat zaryadlarning barchasi va atom massasining deyarli hammasi yadroda g'uj joylashadi.
3. Yadro atrofida elektronlar berk orbitallar bo'ylab (xuddi quyosh atrofida sayyoralar aylangani kabi) aylanib turadi.



2.1- rasm. Atom yadrosiga yaqinlashayotgan α -zarrachalarning tarqalishi.

Butun atomning olchami 10^{-8} sm atrofida, yadroniki 10^{-18} sm ga yaqin, ya'ni yadro o'lchami jihatdan atomdan taxminan 100000 marta kichik. Shuning uchun α -zarrachalarning ko'pchiligi metall plastinkaning atomlari orqali ularning yadrolaridan ancha uzoq masofadan o'tib ketadi va o'z yo'lidan og'maydi. Lekin α -zarrachalarning bir qismi yadroning yaqinidan o'tadi, natijada kulon itarilish kuchlari vujudga keladi va zarrachalar to'g'ri yo'ldan og'adi. Yadroga juda yaqin joydan o'tgan zarrachalar o'sha kuchlar ta'sirida yanada kuchliroq og'adi.

Atom umuman elektroneytral, har qaysi atom yadrosining musbat zaryadlari

soni, shuningdek, yadro maydonida aylanadigan elektronlar soni elementning tartib raqamiga teng.

Eng oddiy vodorod (tartib raqami 1 ga teng) atomining tuzilish sxemasidir. Uning yadrosining bitta musbat zaryadi bor va yadro maydonida bitta elektron aylanadi. Vodorod atomining yadrosi elementar zarracha bo'lib, proton deb ataladi.

Titan atomining tartib raqami 22 ga teng. Demak, uning musbat zaryadi 22 ga teng va yadro maydonida 22 ta elektron aylanadi. Yadrosining musbat zaryadi 105 ga teng bo'lgan 105- element yadrosining maydonida 105 ta elektron aylanadi. Boshqa elementlar atomlarining tuzilishini ham xuddi shunday tasavvur qilish mumkin.

Zamonaviy tasavvurlarga ko'ra, barcha elementlar atomlarining yadrolari **proton** va **neytronlar** (umumiy nomi **nuklonlar**) dan iborat. Protonning massasi 1,0073 m.a.b. ga va zaryadi + 1 ga teng. Neytronning massasi 1,0087 m.a.b. ga, zaryadi esa 0 ga teng (zarracha elektr neytraldir). Proton bilan neytronning massasini deyarli bir xil deyish mumkin.

Neytron kashf etilgandan keyin tez orada rus olimlari D.D. Ivanenko bilan E.N. Gapon yadro tuzilishining proton-neutron nazariyasini yaratdilar (1932). Bu nazariyaga muvofiq: vodorod atomining yadrosidan boshqa barcha atomlarning yadrolari Zprotonlar bilan ($A - Z$) neytronlardan tashkil topgan, bunda Z — elementning tartib raqami, A — massa soni.

Massa soni A atom yadrosidagi protonlar Z bilan neytronlarning umumiy sonini ko'rsatadi, ya'ni,

$$A=Z+N$$

Proton bilan neytronlarni yadroda tutib turuvchi kuchlar **yadro kuchlari** deyiladi. Bular juda qisqa masofalarda (10^{-15} m atrofida) ta'sir etuvchi nihoyatda katta kuchlar bo'lib, itarilish kuchlaridan katta bo'ladi.

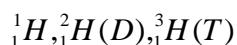
Yadroda atomning deyarli barcha massasi to'plangan. Masalan, xlor atomida elektronlar hissasiga $1/1837 \times 17 = 0,009$ qismi (xlor atomi massasining 0,03%) to'g'ri keladi. Yadroning massasiga nisbatan elektronlarning massasini hisobga

olmaslik mumkin.

Yadroning xossalari, asosan, proton va neytronlar soni, ya'ni yadroning tarkibi bilan aniqlanadi. Masalan, kislorod atomining yadrosi $^{16}_8\text{O}$ da 8 proton va $16 - 8 = 8$ neytron bo'ladi.

Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, tabiatda bitta elementning massasi turlicha bo'lgan atomlari mavjud bo'lishi mumkin. Masalan, xlorning massasi 35 va 37 bo'lgan atomlar uchraydi. Bu atomlarning yadrolarida protonlar soni bir xil, lekin neytronlarning soni turlicha bo'ladi.

Bitta elementning yadro zaryadlari bir xil, lekin massa sonlari turlicha bo'lgan atomlar turlari izotoplar deyiladi. Har qaysi izotop ikkita kattalik: massa soni (tegishli kimyoviy element belgisini chap tomonining yuqorisiga yoziladi) va tartib raqami (kimyoviy element belgisini chap tomonining pastiga yoziladi) bilan xarakterlanadi. Masalan, vodorodning protiy, deyteriy va tritiy nomli izotoplari quyidagicha tasvirlanadi:



Barcha kimyoviy elementlarning izotoplari borligi ma'lum. ***Elementning atom massasi uning barcha tabiiy izotoplari massalarining shu izotoplarning tarqalganlik darajasi e'tiborga olingan o'rtacha qiymatiga teng.***

Masalan, tabiiy xlorning 75,4% massa soni 35 bo'lgan izotopdan va 24% massa soni 37 bo'lgan izotopdan iborat; xlorning o'rtacha atom massasi 35,453.

Shunday qilib, turli xil kimyoviy elementlar atomlari yadrolarining tarkibi bir xil emas, shu sababli elementlar atom massalari jihatidan bir-biridan farq qiladi. Yadro tarkibida protonlar mavjudligi tufayli yadro musbat zaryadlangan. Yadroning zaryadi son jihatdan elementning tartib raqamiga tengligi sababli u atomning electron qobig'idagi elektronlar sonini belgilaydi va bu bilan kimyoviy elementning xossalari ham belgilab beradi.

Yuqorida keltirilgan mulohazalar kimyoviy elementga yangi ta'rif berishga va davriy qonun ta'rifini aniqlashga imkoniyat yaratadi:

Kimyoviy element — yadro zaryadlari bir xil bo'lgan atomlar yig'indisidan iborat.

Elementlarning xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining xossa va shakllari ularning yadro zaryadiga davriy ravishda bog'liqdir.

Yadro reaksiyalari — bu atom yadrolarining elementar zarrachalar bilan va biri biri bilan o'zaro ta'sirlashishi natijasidagi o'zgarishidir.

Yadro reaksiyalari yordamida radioaktiv xususiyati bor izotoplar (radioaktiv izotoplar) olinadi. Ularning hammasi beqaror va radioaktiv parchalanish natijasida boshqa elementlarning izotoplariga aylanadi.

Barcha kimyoviy elementlarning radioaktiv izotoplari olingan. Ularning taxminan 1500 turi ma'lum. *Faqat radioaktiv Izotoplardan tarkib topgan elementlar radioaktiv elementlar deyiladi.* Bular $Z = 43, 61$ va $84 - 105$ elementlardir.

Bunday reaksiyalarning tenglamalarini yozish massa va zaryadning saqlanish qonunlariga asoslangan. Bu degan so'z, tenglamaning chap qismida massalar yig'indisi bilan zaryadlar yig'indisi tenglamaning o'ng qismidagi massalar yig'indisi bilan zaryadlar yig'indisiga teng bo'lishi kerak, demakdir.

Bu tenglama aluminiy atomi α -zarracha bilan o'zaro ta'sirlashganda kremniy atomi bilan proton-hosil bo'lishini ko'rsatadi. Radiyning radioaktiv parchalanib radon bilan geliy hosil qilishini quyidagicha yozish mumkin:

1919- yilda Rezerford azot atomlarining yadrolarini α -zarrachalar bilan bombardimon qilib, birinchi marta sun'iy ravishda yadro reaksiyasini amalga oshirdi.

Barqaror (radioaktiv emas) izotoplardan 300 ga yaqini ma'lum. D.I. Mendeleev elementlar davriy sistemasidagi ko'pchilik kimyoviy elementlar ana shunday izotoplardan tarkib topgan. Ba'zi elementlarda barqaror izotoplar bilan birga uzoq vaqt yashaydigan radioaktiv izotoplari ham bo'ladi.

Kimyoviy xossalari jihatidan radioaktiv izotoplar barqaror izotoplardan deyarli farq qilmaydi. Shuning uchun ular „**nishonlangan atomlar**“ sifatida ishlatiladi, bunday atomlar radioaktivligining o'zgarishiga qarab berilgan element barcha atomlarining xususiyatini va ularning siljishini kuzatishga imkon beradi. Radioaktiv izotoplar ilmiy-tekshirish ishlarida, sanoatda, qishloq xo'jaligida, tibbiyotda, biologiya va kimyoda keng ko'lamda ishlatiladi.