

Umumiy kimyo

*O'rta ta'lim muassasalarining 11-sinfi va o'rta maxsus,
kasb-hunar ta'limi muassasalarining o'quvchilari uchun darslik*

1-nashri

O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi tasdiqlagan

G'afur G'ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi
Toshkent – 2018

Mualliflar:

S. Masharipov, A. Mutalibov, E. Murodov, H.Islomova

Taqrizchilar:

Hakimjonova Ibodat – Toshkent shahar M.Ulug‘bek tumani 112-maktab kimyo fani o‘qituvchisi;

Baxtiyor Usmonov – TDPI qoshidagi akademik litsey kimyo fani o‘qituvchisi;

Turdiyeva Dilfuza – Toshkent shahar Yunusobod tumani 288-maktab kimyo fani o‘qituvchisi;

G‘aniyeva Shoira – Toshkent shahar Sirg‘ali tumani 104-maktab kimyo fani o‘qituvchisi;

Masharipov, Sobirjon

Umumiy kimyo: 11-sinfi umumiy kimyo darsligi / S. Masharipov – Toshkent.: G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2018. – 160 b.

Umumiy kimyo inson faoliyatining eng qadimgi sohasi hisoblanadi. Moddaning xossalari chuqur o‘rganib va undan inson farovonligi yo‘lida foydalanish ushbu kunning asosiy masalalaridan biridir.

Mazkur kitob sakkizta bobdan tashkil topgan bo‘lib, umumiy kimyoning zarur bo‘lgan barcha asosiy mavzularini qamrab olgan. Har bir mavzu masala va mashqlar bilan mustahkamlab borilgan va shu bilan birga qiyinchilik tug‘diradigan masalalarning yechim usuli tushuntirish asosida ko‘rsatib berilgan.

Respublika maqsadli kitob jamg‘armasi mablag‘lari hisobidan chop etildi

SO‘Z BOSHI

Kimyo tabiiy fanlar qatoriga kiradi. U moddalarning tarkibi, tuzilishi, xossalari va o‘zgarishlarini, shuningdek, bu o‘zgarishlarda sodir bo‘ladigan hodisalarini o‘rganadi. Kimyoning vazifalaridan biri – moddalarni, ularning xossalari o‘rganish va moddalardan qishloq va xalq xo‘jaligida, sanoatda, tibbiyotda qanday maqsadlarda foydalanish mumkinligini oldindan aytib berishdir. Demak, kimyoviy moddalar, ularning xossalari, moddalarning o‘zgarishlari va bu o‘zgarishlarda bo‘ladigan hodisalar haqidagi fandir. Kimyo fizika, geologiya va biologiya kabi tabiiy fanlar bilan uzviy bog‘langan. Hozirgi kunda kimyo bilan geologiya o‘rtasida geokimyo fani vujudga keldi, kimyo bilan biologiya orasida tirik organizmlarda sodir bo‘ladigan kimyoviy jarayonlarni o‘rganadigan bioanorganik, bioorganik va biologik kimyo fanlari tarkib topdi.

Kimyoning bo‘limlaridan biri bo‘lgan umumiy kimyo inson faoliyatining eng qadimgi sohasi hisoblanadi. Moddaning xossalarni chuqur o‘rganib va undan inson farovonligi yo‘lida foydalanish ushbu kunning asosiy masalalaridan biridir. Umumiy kimyo qishloq va xalq xo‘jaligining hamma sohalariga kirib bormoqda, foydali qazilmalar qazib olish, metallar va xalq xo‘jaligida zarur bo‘lgan metallarning qotishmalarini yaratishda kimyo yutuqlaridan keng foydalanilmoqda. Qishloq xo‘jaligining mahsulorligi ham ko‘p jihatdan kimyo sanoatiga bog‘liq. O‘simliklarni zararkunandalardan himoya qilish vositalari kimyo sanoatining mahsulotlaridir. Qurilish materiallari, sintetik gazlamalar, plastmassalar, bo‘yoqlar, yuvish vositalari, dori-darmonlar ishlab chiqarishda ham kimyoning roli muhim. Kelajakdagi malakali mutaxassis kimyo fanining asoslarini chuqur bilmog‘i lozim. Bu fanning asosi maktabdan boshlanadi.

Mazkur darslik Davlat ta’lim standartlarida 11-sinfda kimyo fanini o‘qitishda o‘rganilishi ko‘zda tutilgan mavzularni o‘z ichiga olgan sakkizta bobdan tashkil topgan bo‘lib, umumiy kimyoning zarur bo‘lgan barcha asosiy mavzularini qamrab olgan. Har bir mavzu masala va mashqlar bilan mustahkamlab borilgan va shu bilan birga qiyinchilik tug‘diradigan masalalarning yechish usuli tushuntirish asosida ko‘rsatib berilgan. Darslikdan o‘rin olgan barcha mavzularni bayon qilishda o‘quvchilarining yosh xususiyatlari e’tiborga olingan, nazariy bilimlar tevarak atrofdagi voqeя va hodisalar bilan uzviy bog‘langan holda bayon qilindi.

1- BOB. ATOM VA MOLEKULALARNING TUZILISHI HAQIDA TUSHUNCHALAR. DAVRIY QONUN

1- § Atom tuzilishi

Mikrodunyo darajasidagi jarayonlar va hodisalarini tushunib yetish uchun insoniyat turli xil modellar va nazariyalarni tuzishga majbur bo'lgan. Bu modellarning ba'zi biri amaliy ishlar natijasida o'z isbotini topgan, ba'zi birlari esa ilmiy taxmin darajasida qolib ketgan. Shunday modellardan biri – bu modadaning atom-molekulyar tuzilishi va shu jumladan atom tuzilishini tasavvur etish uchun yaratilgan nazariyalardir.

Ilk bor atom tuzilishini 1911-yilda E.Rezerford va uning hamkasblari taklif etgan va bu nazariya atomning planetar modeli deyiladi. Bu nazariyaga ko'ra atomning markazini musbat zaryadlangan yadro egallaydi. Yadro atrofida elektronlar orbita bo'yab aylanib, atomning o'lchamlari elektron harakat qilayotgan orbitalarning o'lchamlariga bog'liqdir. Rezerford modeli atom tuzilishi nazariyasi rivojlanishida muhim o'rinni egallab, ko'p tajribalar natijalarini tushunib yetishga yordam bergen. Ammo bu modelga ko'ra elektron tinmay orbita bo'yab atom yadrosi atrofida aylanib energiyani ajratib tursa, uning energiyasi yo'qolib borib, yadroga qulashi kerak bo'lar edi. Lekin amalda bunday bo'lmay, Rezerford modeli buni tushuntirib berolmadidi.

Daniyalik fizik olim N. Bor nazariyasiga ko'ra elektron energiyani kvantlar (kichik qismlar) ga bo'lib ajratadi, deb taxmin qilgan. Bu nazariyaga ko'ra elektron yadro atrofida ma'lum bir masofada, ma'lum orbita bo'yab harakatlanadi. Bu orbita bo'yab elektron energiyani ajratmasdan harakatlanishi mumkin. Yadroga eng yaqin orbita atomning eng turg'un "asosiy" holatiga to'g'ri keladi. Atomga energiya berilganda uning elektroni yuqoriroq energetik darajaga ko'chishi mumkin. Bu holat elektron uchun "qo'zg'algan" holat deyiladi. Atom energiyani yutishi yoki ajratishi faqat elektron bir orbitadan boshqa orbitaga o'tishidagina kuzatiladi.

Hozirgi zamon atom tuzilish esa kvant nazariyasiga asos bo'lib xizmat qildi. Muvofig elektron ham zarracha, ham to'lqin xossasiga ega bo'lib, uning fazoda mavjud bo'lish ehtimolligi atom tuzilishining zamонави kvant nazariyasi bilan tushuntiriladi. Bu nazariyaga ko'ra elektron fazoning ma'lum kichik bir qismida joylashadi. Fazoning elektron mavjud bo'lishi mumkinligi 90% ni tashkil qilgan qismi **atom orbitali** deb nomlanadi. Demak, elektron yadro atrofidagi orbita bo'yab aylanmay, yadro atrofidagi fazoning uch o'lchamli qismi – atom orbitalda joylashadi (orbitalni orbita tushunchasidan farqlash zarur). Atomni tasavvur qilganda elektron bulutlar bilan o'ralgan yadro sifatida tasavvur qilish kerak. Bu bulutlar shakli turlicha: sfera (shar) shaklidagisi **s-orbital**, gantel shaklidagisi – **p-orbital**, ikkita tutashgan gantel – **d-orbital**, uchta tutashgan gantel – **f-orbital** deyiladi.

Atomda orbitallar energiyasiga mos ravishda energetik qavatlarni tashkil qilib joylashadi. Kvant nazariyasiga ko‘ra elektronning energiyasi ma’lum kichik va aniq qiymatlarga ega bo‘ladi. Atomda elektronning energiyasini va uni harakatlanshini ta’riflash uchun kvant sonlari kiritilgan, ularning soni to‘rtta: bosh kvant soni n , orbital kvant soni l , magnit kvant soni m_l , spin kvant soni m_s .

Bosh kvant son n – elektronning energiyasini, uning yadrodan uzoqlik darrasini, ya’ni elektron harakat qilib turgan qavatni xarakterlaydi. Bosh kvant son birdan boshlab barcha butun sonlarga ($n = 1, 2, 3 \dots$) ega bo‘lishi mumkin.

Elektronlar joylashgan orbitallarning bosh kvant son qiymati ortib borgan sari, orbitaldagи elektron bilan yadro orasidagi masofa (atomning orbital radiusi) ortib boradi va shu bilan birga, yadro bilan elektronning tortishish energiyasi kamayadi. Bosh kvant son qiymati qancha kichik bo‘lsa, ayni pog‘onachalarda elektronlarning yadro bilan bog‘lanish energiyasi shuncha katta bo‘ladi, n qiymati ortgan sari elektronning xususiy energiyasi tobora orta boradi. Yadroga yaqin pog‘onada joylashgan elektronni tashqaridan qo‘sishimcha energiya (temperatura, elektr razryad va boshqalar) sarflab bosh kvant soni kattaroq bo‘lgan pog‘onalaraga (atomning qo‘zg‘algan holatiga) o’tkazish mumkin. Energiya miqdori katta bo‘lsa, elektron atomdan chiqib ketadi va ionlangan holatga o‘tadi.

Orbital kvant son l — atom orbitalining shaklini ko‘rsatadi. U 0 dan to $n - 1$ ga qadar bo‘lgan barcha butun sonlar [$l = 0, 1, 2 \dots (n - 1)$] ga ega bo‘la oladi. $l = 0$ bo‘lsa, atom orbital shar shakliga ega bo‘ladi (**s- orbital**) agar $l = 1$ bo‘lsa, atom orbital gantel shaklini oladi (**p- orbital**). l ning qiymati yuqoriroq (2, 3 va 4) bo‘lsa, ancha murakkab orbitallarga ega bo‘lamiz (ular d, f, g – orbitallar, deb yuritiladi).

Pog‘onachadagi maksimal elektronlar soni $2(2l+1)$ formula bilan aniqlanadi. Har bir energetik pog‘onada bittadan s-pog‘onacha bo‘ladi. Birinchi pog‘onada faqat bitta s-pog‘onacha bor. Ikkinci pog‘ona bitta s- va uchta p-orbitallardan tashkil topadi. Uchinchi energetik pog‘ona bitta s-, uchta p- va beshta d-orbitallardan iborat. To‘rtinchchi energetik pog‘ona bitta s-orbitallar, uchta p-, beshta d-va yettita f-orbitallardan tuzilgan bo‘ladi. Har bir energetik pog‘onadagi pog‘onachalar soni n^2 formula pog‘onadagi orbitallar soni. Masalan: uchinchi energetik pog‘onada $3^2 = 9$ ta pog‘onacha mavjud –1 ta s-, uchta p- va beshta d-orbitallardan iborat.

Magnit kvant son m_l — atom orbitalining tashqi magnit yoki elektr maydonlarga nisbatan holatini belgilaydi. Magnit kvant son orbital kvant songa bog‘liq holda o‘zgaradi; uning qiymatlari $+l$ dan $-l$ gacha bo‘lib, 0 ga ham teng bo‘ladi.

Binobarin, l ning har bir qiymatiga son jihatidan $(2l + 1)$ ga teng magnit kvant son to‘g‘ri keladi. Masalan:

$l=1$ bo‘lganda m uchta qiymatga, ya’ni $-1, 0, +1$ ga ega bo‘ladi.

$l=2$ bo‘lganda m 5 ta qiymatni $+2, +1, 0, -1, -2$,

$l=3$ bo‘lganda m 7 ta qiymatni, $+3, +2, +1, 0, -1, -2, -3$ namoyon qiladi.

Spin kvant son m, faqat $+\frac{1}{2}$ va $-\frac{1}{2}$ ga teng ikkita qiymatni qabul qila oladi.

Bu qiymatlar elektronning shaxsiy magnit momentining bir-biriga qarama-qarshi ikki yo‘nalishiga muvofiq keladi.

s - orbital har qaysi energetik pog‘onaning yadroga eng yaqin birinchi pog‘onachasi; u bitta s - orbitaldan tarkib topgan, p - ikkinchi pog‘onachada paydo bo‘lib, u uchta p - orbitaldan tarkib topgan, d - uchinchi pog‘onachada paydo bo‘ladi va u beshta d - orbitaldan tarkib topadi; f - to‘rtinchchi pog‘onacha tarkibida paydo bo‘lib, u yettita f - orbitaldan iborat bo‘ladi. Shunday qilib, n ning har qaysi qiymati uchun n^2 miqdorda orbitallar to‘g‘ri keladi.

Elektronlarni orbitallar bo‘ylab joylashtirishda 2 ta asosiy qoidaga amal qilinadi: energiyaning eng kichik qiymatiga ko‘ra (Klechkovskiy qoidasi) va Pauli prinsipi.

Pauli prinsipiga ko‘ra atomda to‘rttala kvant sonlari bir xil qiymatga ega bo‘lgan elektronlar mavjud bo‘la olmaydi.

Bu prinsip bosh kvant son n ning turli qiymatlariga muvofiq keladigan energetik pog‘onalardagi elektronlarning maksimal soni N ni hisoblashga imkon beradi: $N = 2n^2$

Klechkovskiy qoidasiga muvofiq, atomda energetik holatlarning elektronlar bilan to‘lib borish tartibi atomning bosh va orbital kvant sonlari yig‘indisining minimal qiymatli bo‘lishi uchun intilishiga bog‘liq; boshqacha aytganda, *ikki holatning qaysi biri uchun ($n+l$) yig‘indisi kichik bo‘lsa, o‘sha holat, birinchi navbatda, elektronlar bilan to‘la boshlaydi; agar ikkala holat uchun ($n+l$) qiymati bir-biriga teng bo‘lsa, birinchi navbatda, bosh kvant soni n kichik bo‘lgan holat elektronlar bilan to‘lib boradi.*

Yuqoridagilarga asosan elektron orbitallarining energiyalari qiymatiga ko‘ra joylashtirsak, quyidagi qator yuzaga keladi:

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s < 5f < 6d$

Ko‘p elektronli atomlarda elektronlar soni ortib borishi bilan ular joylashishi mumkin bo‘lgan orbital (yacheyska) lar ham ortib boradi. ($n+l$) yig‘indisining minimal qiymati birga teng bo‘lganligi uchun vodorod atomining yagona elektroni shunday holatda bo‘ladiki, unda $n = 1$, $l = 0$ va $m_l = 0$ dir.

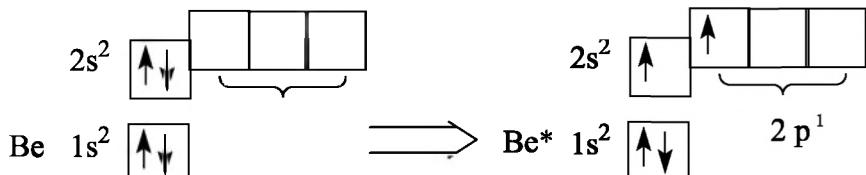
Vodorod atomining turg'un holati $1s^1$ simvoli bilan belgilanadi, bu simvolda birinchi o'rinda turgan arab raqami «1» bosh kvant son qiyamatini ko'rsatadi, s harfi orbital kvant soni va orbitalning shaklini xarakterlaydi, s harfining te-pasidagi daraja esa elektronlar sonini ko'rsatadi.

Ba'zan elektronlar holatini ifodalash uchun quyidagi uslubdan foydalilaniladi. Orbital katak (kvant yacheyka) shaklida, elektron strelka bilan belgila-nadi (strelkaning yo'nalishi elektron spinning oriyentatsiyasini ko'rsatadi). Bu

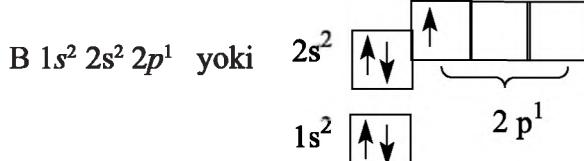
usulda vodorod atomidagi elektron holat $1s^1$ shakl bilan ifodalanadi, $n + l = 1$ bo'lganligi sababli, geliy atomi uchun bu holatda ikkita elektron bo'lishi mumkin ($N = 2n^2 = 2$); geliy atomining ikkala elektroni uchun m_l va l ning qiymatlari bir-biriga teng. Bu elektronlar faqat spinlarning yo'nalishi bilan farq qiladi va $1s^2$ ko'rinishidagi elektron formula bilan ifodalanadi.

Litiydan ikkinchi davr boshlanadi; litiy atomida $n = 2$ bo'lgan elektron orbitallar elektronlar bilan to'la boshlaydi, $n = 2$ uchun orbital kvant son ikki qiymat ($l = 0$ va $l = 1$) ga ega bo'lishi mumkin; birinchi navbatda, $l = 0$ ga teng imkoniyat amalga oshadi, chunki $l = 0$ bo'lganda $n + l$ yig'indisi minimal qiyatga ega bo'ladi. Litiyning turg'un holati $1s^2 2s^1$ formula bilan ifodalanadi. Litiy atomida bitta juftlashmagan elektron mavjud; shu sababli litiy atomi bitta kovalent bog'lanish hosil qila oladi.

Berilliya ($z = 4$) $2s$ - orbitalning elektronlar bilan to'lishi nihoyasiga yetadi. Berilliya atomi juftlashmagan elektronlarga ega emas. Lekin uning atomi energiya qabul qilganida osongina qo'zg'algan holatga o'tadi; bu vaqtida uning bir elektroni katta energiyaga muvofiq keladigan yuqori holatga ko'chadi:



Bor elementida ($z = 5$) $n + l = 3$ bo'lgan holatlar ($n = 2$; $l = 1$) elektronlar bilan to'lib boradi. Shu sababdan borning elektron konfiguratsiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:



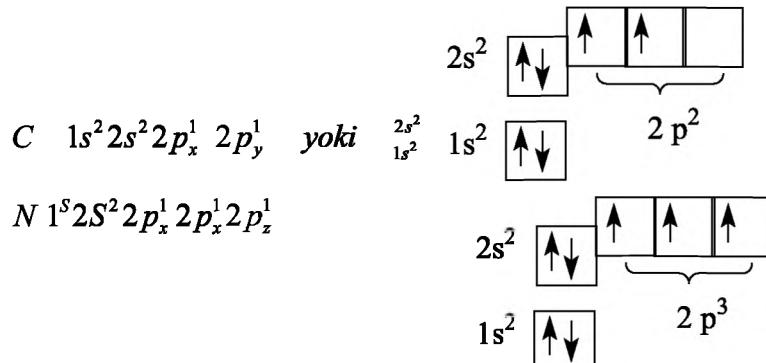
Turg'un holatdagi Bor atomi bitta juftlashmagan elektronga ega.

Uglerod va undan keyin keladigan elementlar atomlarida elektronlarning holatlarini aniqlash uchun **Gund qoidasi** nomli qonuniyatga amal qilinadi.

Gund qoidasiga ko‘ra energiyalari bir xil bo‘lgan orbitallarda elektronlar shunday tartibda joylashadiki, nattijada spinlar yig‘indisi maksimal qiyamatga ega bo‘ladi.

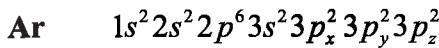
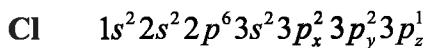
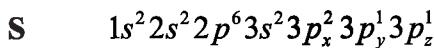
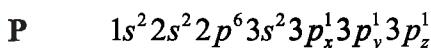
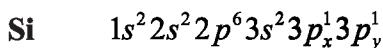
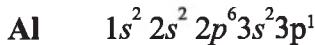
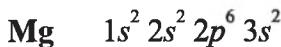
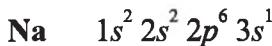
Buning sababi shundaki, manfiy zaryadli elektronlar bir-biridan qochadi, imkonи bo‘lsa, turli yacheykalarni band qilishga intiladi.

Gund qoidasi nazarga olinganida uglerod (1), azot (2), atomlarining elektron konfiguratsiyalari quyidagicha tasvirlanadi:

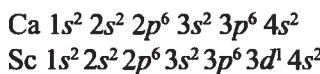


$2p_x$, $2p_y$, $2p_z$ simvollari bilan $2p$ - orbitalning fazoda x , y , z o‘qlaridagi yo‘nalishi ko‘rsatilgan.

Uchinchi davr elementlarida energetik holatlarning elektronlar bilan to‘lib borishi xuddi ikkinchi davr elementlaridagi kabi amalga oshadi:

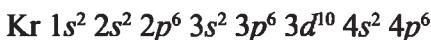


Kalsiyidan keyingi element skandiy ($z = 21$) da $n + l = 5$ ga muvofiq keladigan energetik holatlar elektronlar bilan to‘lib boradi. Kalsiy uchun ($n+l$) = ($4+0$) = 4, skandiy uchun ($n+l$) = ($3+2$) = 5. Shuning uchun avval 4s ikkita elektron bilan, keyin esa 3 d orbitallar bilan to‘lib boradi:



Skandiydan keyingi elementlar atomlarida $3d$ - orbitallarning elektronlar bilan to'lib borishi davom etadi.

Lekin $n + l = 5$ ga teng yig'indi chegarasida $n = 4$ ($l = 1$) va $n = 5$ ($l = 0$) larga muvofiq keladigan holatlar bo'shligicha qoladi. Bu ikki holatdan birinchisi ko'proq manfaat yarata olishi sababli, 4 - davrning ruxdan keyingi elementlarida $4p$ - orbitallar elektronlar bilan to'lib boradi. Bunday holatlarning umumiy soni 6 ga teng bo'lganligi uchun kriptonga kelib $4p$ - orbital elektronlarga batamom to'ladi va 4 - davr kripton bilan tugaydi:



Bundan keyin keladigan og'ir elementlarda ham xuddi oldingi elementlardagiga o'xshash energetik holatlar mavjud; ularning elektronlar bilan to'lib borishi ham oldingi elementlardagi kabi (Pauli prinsipi, Gund va Klechkovskiy qoidalariiga muvofiq) amalga oshadi.

Mavzuga doir masalalar va ularning yechimi

1-masala. Elektronning kvant sonlari: $n=3$; $l=2$; $m_l = -1$; $m_s = +\frac{1}{2}$ bilan ifodalanuvchi elementning elektron konfiguratsiyasini aniqlang.²

Yechish: Buning uchun kvant sonlar qiymatidan foydalilaniladi.

$n = 3$ dan ko'rinib turibdiki, bu element 3 davrda joylashgan.

$l = 2$ demak, bu element d – oilada joylashgan.

$m_l = -1$ dan bu elektron d – oilani 2 – yacheysida joylashgan.

$m_s = +\frac{1}{2}$ dan spin yuqoriga yo'nalganligini bilish mumkin.

Natijalardan ko'rinib turibdiki, bu element titan (Ti) ekan.

Javob: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$

2-masala. Tartib raqami 21 bo'lgan elementning davriy sistemadagi o'rniga qarab, kimyoviy xossalariini tushuntirib bering.

Yechish. Davriy sistemaga qarab, tartib raqami 21 bo'lgan element III gruppining qo'shimcha gruppachasida joylashganligini aniqlaymiz. Bu element – Sc skandiydir. Sc ning elektron formulasi: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$. Demak, Sc – d - elementdir.

Bu element +3 oksidlanish darajasini namoyon qilib, 4- pog‘onachadan 2 ta elektronni osonlikcha berishi mumkin. Bunda u asosli xossalari namoyon qiladigan Sc oksid va Sc(OH)_3 , gidroksid hosil qiladi. Skandiy qo‘sishimcha gruppachada joylashganligi uchun vodorod bilan gazsimon birikmalar hosil qilmaydi.

Skandiy atomi, shuningdek, oxiridan oldingi energetik d - pog‘onachadan ham elektronlar berishi mumkin (1 ta elektronni). Yuqori oksidlanish darajasiga mos keladigan oksid Sc_2O_3 .

3-masala. Tartib raqami 40 bo‘lgan element D.I.Mendeleyev davriy sistemasining qaysi gruppasida va qaysi davrida joylashgan?

Yechish. Elementlar atomlarining tuzilishiga ko‘ra davriy sistemada quyidagicha joylashgan: birinchi davrda 2 ta, ikkinchi davrda 8 ta, uchinchi davrda 8 ta element bor. Uchinchi davr tartib raqami 18 bo‘lgan element ($2 + 8 + 8 = 18$) bilan tugaydi. To‘rtinchi davrda 18 element bor, ya’ni u tartib raqami 36 bo‘lgan element bilan tugaydi. Beshinchi davrda ham 18 element bo‘lgani uchun 40- raqamli element beshinchi davrda joylashgan. U beshinchi o‘rinni egallaydi, binobarin, beshinchi gruppada (qo‘sishimcha gruppachada) turadi. Bu sirkoniy Zr 5- davr IV guruh elementidir.

4-masala. Germaniy atomining qo‘zg‘algan holatdagi elektron konfiguratsiyasini ko‘rsating.

Yechish. Masala shartiga ko‘ra germaniy elementini qo‘zg‘algan holatdagi elektron konfiguratsiyasini topish kerak. Bundan oldin tinch holatdagi elektron konfiguratsiyasini yozamiz.

$$1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 3p^6 \ 3d^{10} \ 4s^2 4p^2$$

Asosiy holatda germaniy atomning to‘rtinchi pog‘onasida $4s^1$ va $4p^2$ bo‘ladi. Qo‘zg‘algan holatga o‘tganda esa:

$$4s^2$$

$$4p^2$$

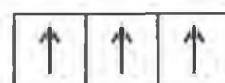
$$4p^1$$

$$4p^3$$

...



...



bo‘ladi.

Mavzuga doir masalalar:

1. Tartib raqami 36 ga teng bo‘lgan elementda nechta to‘lgan pog‘ona va pog‘onachalar bor?

A) 3 va 8; B) 3 va 7; C) 2 va 6; D) 3 va 6.

2. Tartib raqami 20 ga teng bo‘lgan elementda nechta to‘lgan pog‘ona va pog‘onachalar bor?

A) 2 va 6; B) 2 va 7; C) 3 va 6; D) 2 va 8.

3. Tartib raqami 25 ga teng bo‘lgan elementda nechta toq elektron bor?

A) 3; B) 4; C) 5; D) 6.

4. Tartib raqami 28 ga teng bo‘lgan elementda nechta toq elektron bor?

A) 2 B) 3 C) 4 D) 5.

5. Orbital kuant soni 3 ga teng bo‘lgan pog‘onachaga eng ko‘pi bilan nechta elektron sig‘adi? A) 30; B) 26; C) 34; D) 22.

6. Orbital kuant soni 2 ga teng bo‘lgan pog‘onachaga eng ko‘pi bilan nechta elektron sig‘adi? A) 26; B) 34; C) 18; D) 10.

7. Orbital kuant soni 0 ga teng bo‘lgan pog‘onachaga eng ko‘pi bilan nechta elektron sig‘adi? A) 32; B) 18; C) 8; D) 2.

2-§. Davriy qonun. D.I. Mendeleyevning davriy sistemasi

Davriy qonun va kimyoviy elementlar davriy sistemasi – kimyo fani ning juda katta yutug‘i, hozirgi zamon kimyosining asosidir. Davriy sistema tuzishda atomning asosiy xususiyati sifatida uning atom massasi qabul qilindi. D.I. Mendeleyevdan ilgari o‘tgan ko‘pgina kimyogarlar: nemis olimlari I. Debereyner (1780 – 1849) va L.M. Meyer (1830 – 1895), ingлиз J. Nyulends (1838 – 1898), fransuz A. Shankurtua (1819 – 1886) va boshqalar kimyoviy elementlar klassifikatsiyalarining turli variantlarini taklif etdilar. Lekin ular o‘scha vaqtida 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.

D.I. Mendeleyev o‘zi kashf etgan qonunni “**davriylik qonuni**”, deb atadi va uning ta’rifi quyidagicha: “**Oddiy jismlarning xossalari, shuningdek, elementlar birikmalarining shakl va xossalari elementlar atom og‘irliliklarining qiymatiga davriy bog‘liqdir**”. Ana shu qonunga muvofiq ravishda, elementlarning davriy sistemasi tuzilgan, u davriy qonunni obyektiv aks ettiradi.

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 ayniqsa, kimyoviy elementlarni sistemaga solishni qiyinlashtirardi, chunki D.I. Mendeleyev sistemalashda nisbiy atom massalarining qiymatlarini asos qilib olgan edi. Masalan, berilliyning nisbiy atom massasi 9 o‘rniga 13,5 deb aniqlangan edi, bu berilliyni to‘rtinchli o‘ringa emas, balki oltinchli 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'rtinch o'ringa joylashtirdi. Ba'zi boshqa elementlarni joylashtirishda ham xuddi shunga o'xhash 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. Jadvaldan foydalanib, quyidagilarni aniqlash mumkin:

1. Qatorda litiy Li dan ftor 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 birikmalarli amfoter xususiyatga ega. Bor B elementida metallmaslik xossalari kuchliroq, bu xossalalar keyingi elementlarda asta-sekin kuchayib boradi va ftor F da eng yuqori darajaga yetadi. Ftordan keyin inert element neon Ne keladi.

2. Litiy Li dan uglerod C ga tomon borganda nisbiy atom massalarining qiymati ortishi bilan elementlarning kislородли 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 xossalarning takrorlanishi kuzatiladi. Natriy Na (litiy Li ga o'xshab) – metallik xossalari kuchli ifodalangan element, magniy Mg da (berilliy Be kabi) metallik xossalari kuchsizroq ifodalangan. Alyuminiy Al (berilliy Be ga o'xshash) amfoter xossalari birikmalar hosil qiladi. Kremniy Si (uglerod C kabi) – metallmas. Keyingi elementlarda – fosfor P bilan oltengugurt S da metallmaslik xossalari yanada kuchayadi. Bu qatorda oxirgidan oldingi element xlor (ftor F kabi) eng kuchli ifodalangan metallmaslik xossalarni namoyon qiladi. Oldingi qator kabi bu qator ham inert element argon bilan tugaydi. Oldingi qatordagiga o'xshash, kislородли 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 metalldan tipik metallmas galogenga qadar xossalarning asta-sekin o'zgarishi kuzatiladi. Ma'lum bo'lishicha, elementlar birikmalarining shakli ham davriy takrorlanar ekan. Masalan, litiyning oksidi Li_2O shaklida bo'ladi. Litiyning xossalarni takrorlovchi elementlarning: natriy, kaliy, rubidiy, seziy oksidlarining formulasi ham xuddi shunday – Na_2O , K_2O , Rb_2O , Cs_2O .

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 metall dan galogenga qadar). Davrlarni o'xshash elementlar ajratib turadigan qilib joylashtirib, D.I. Mendeleyev kimyoviy elementlarning davriy sistemasi-

ni 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 vaqtida hali kashf etilmagan yangi elementlar bor, degan xulosaga keldi; ulardan 3 tasi ning xossalarni batafsil bayon qildi va ularga shartli nomlar berdi – **ekabor, ekaalyuminiy va ekasilitsiy**. D. I. Mendeleyev har qaysi elementning xossasini atom analoglarining xossalariiga asoslanib aniqladi. Berilgan elementni davriy sistemada o'rabi turgan elementlarni u **analoglar** deb atadi. Masalan, magniy elementining atom massasi atom analoglarining atom massalarining o'rtacha arifmetik qiymati sifatida, hisoblab topildi, ya'ni:

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

Galliy – 1875-yilda Lekok de-Buabodran, **skandiy** – 1879-yilda Nilson va **germaniyy** – 1886-yilda Vinkler tomonidan kashf etildi.

Hozirgi vaqtida davriy sistemani tasvirlashning 500 dan ortiq variantlari bor. Bular davriy qonunning turli shakldagi ifodasidir. D.I. Mendeleyev 1869-yil taklif etgan kimyoviy elementlar davriy 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 e'lon qildi. Bu variantda davrlar qatorlarga, gruppalar esa (bosh va yonaki) gruppachalarga bo'lingan edi.

Davriy sistemaning qisqa shakldagi varianti ko'p tarqalgan. Lekin uning muhim kamchiligi – o'xshash bo'limgan elementlarning bitta gruppaga birlashtirilganligidir, ya'ni unda bosh va yonaki gruppachalardagi elementlar xossalari bir-biridan katta farq qiladi. Bu elementlar xossalaring davriyligini, ma'lum darajada, "xiralashtiradi" va sistemadan foydalanishni qiyinlashtiradi. Shu sababli keyingi vaqtarda, ayniqsa, o'quv maqsadlarida D.I. Mendeleyev davriy sistemasining uzun shaklidagi variantidan ko'proq foydalanilmoqda.

Davriy sistemada gorizontal 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, yettinchi davrda 32 ta element joylashgan. Birinchi davrdan 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 metalldan nodir gazga tomon qonuniyat bilan o'zgaradi. Davrlarda elementlar birikmalarining shakli ham qonuniyat bilan o'zgaradi.

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 qatorlari da (to'rtinchi, oltinchi, sakkizinchi va o'ninchisi) 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. 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 kimyo-viy xossalari bir-biriga juda o'xshaydi.

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.

Lekin lantanoidlardan farq qilib, aktinoidlarda gorizontal analogiya zaif ifodalangan. Ular birikmalarida turli xil oksidlanish darajalarini namoyon qiladi. Masalan, aktiniyning oksidlanish darjasasi +3, uranniki +3, +4, +5 va +6. Aktinoidlarning yadrolari beqaror bo'lganligi sababli, ularning kimyo-viy xossalari o'rganish juda murakkab ishdir.

Davriy sistemada vertikal bo'yicha sakkizta gruppa joylashgan (rim raqamlari bilan belgilangan). Odatda, elementning eng yuqori musbat oksidlanish darjasasi gruppa raqamiga teng. Ftor bundan mustasno – uning oksidlanish darjasasi -1 ga teng; mis, kumush, oltin +1, +2 va +3 oksidlanish darajalarini namoyon qiladi; VIII gruppa elementlaridan faqat osmiy, ruteniy va ksenon +8 oksidlanish darjasini namoyon qiladi.

VIII gruppada nodir gazlar joylashgan. Ilgari ular kimyo-viy birikmalar hosil qila olmaydi, deb hisoblanar edi. Lekin bu hol tasdiqlanmadidi. 1962-yilda nodir gazning birinchi kimyo-viy birikmasi – ksenon tetraftorid XeF_4 olindi. Hozirgi paytda nodir elementlar kimyosi jadal rivojlanmoqda.

Har qaysi gruppa ikkita – bosh va yonaki gruppachaga bo'lingan, bu davriy sistemada birinchini o'ngga, boshqasini esa chagpa siljitib yozish bilan ko'rsatilgan. Bosh gruppachani tipik elementlar (II va III davrlarda joylashgan elementlar) hamda kimyo-viy xossalari jihatidan ularga o'xshash bo'lgan 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 kislordli birikmlar hosil qiladi; kislordli birikmalarning 8 xil shakli bor. Ular davriy sistemada, ko'pincha, umumiy formulalar bilan ifodalanib, har qaysi gruppaga tagida elementlar oksidlanish darajalarining ortib borishi tartibida joylashtirilgan: R_2O , RO , R_2O_3 , RO_2 , R_2O_5 , RO_3 , R_2O_7 , RO_4 , bunda R – shu gruppating elementti. Yuqori oksidlarining formulalari gruppating barcha (bosh va yonaki gruppalar) elementlariga taalluqlidir, elementlar gruppaga 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 RH_4 , RH_3 , RH_2 , RH ketma-ketlikda tasvirlanadi.

Kimyoning fan sifatida shakllanishida davriy qonunning ahamiyati juda katta. Davriy qonun asosida D.I. Mendeleyev juda ko'p elementlarning atom massalarini to'g'rildi. Hali kashf qilinmagan elementlarga kimyoviy elementlar davriy jadvalida joy qoldirdi, ulardan ayrimlarining xossalari, atom massalarini va qayerdan izlash kerakligini aytib bera oldi. Masalan, ekabor (skandiy), ekaalyuminiy (galliy) va ekasilitsiy (germaniy) elementlari oldindan bashorat qilindi.

Mavzuga doir masalalar va ularning yechimi

1-masala. Yadrosida 42 ta proton bo'lgan element atomining s,-p,-d- va f – elektronlar sonini aniqlang.

Yechish: Masala shartiga ko'ra tartib raqami 42 bo'lgan elementni pog'onachalarida elektronlarni joylanishini yozib chiqamiz.

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^5$$

Pog'onachalarda elektronlarning nechtoni s,p,d, va f oilalarga kirishini aniqlaymiz.

s-elektronlardan – 9;

p-elektronlardan – 18;

d-elektronlardan – 15;

f- elektronlardan – 0.

2-masala. Quyidagi alyuminiy, magniy, kremliy, fosfor elementlarning atom radiusi kamayib borish tartibida joylashgan qatorni belgilang.

Yechish. Masala shartiga ko‘ra elementlarning atom radiuslarini kamyib borish qatorini topish kerak. Buning uchun elementlarning davriy sistemada joylashishini ko‘z oldimizga keltiramiz. Davriy sistemada davrda tartib raqami ortishi bilan atom radiusi kichiklashadi. Guruhlarda esa yuqoridan pastga qarab atom radiusi ortadi. Bu qoidalardan foydalanib, past guruh elementlaridan yuqori guruh elementlarigacha bo‘lgan elementlarni aniqlaymiz. Bu Na, Mg, Al, Si qatori elementlari.

Mavzuga doir masalalar:

1. Yuqori oksidining umumiyligi formulasi EO_3 bo‘lgan elementlarning vodorodli birikmalarining umumiyligi formulasini toping. A) EH_3 ; B) EH_4 ; C) EH ; D) H_2E .
2. Yuqori oksidining umumiyligi formulasi E_2O_5 bo‘lgan elementlarning vodorodli birikmalarining umumiyligi formulasini toping. A) EH_3 ; B) EH_4 ; C) EH ; D) H_2E .
3. Yuqori oksidining umumiyligi formulasi EO_2 bo‘lgan elementlarning vodorodli birikmalarining umumiyligi formulasini toping. A) EH_4 ; B) EH ; C) EH_3 ; D) H_2E .
4. Tartib raqami 28 bo‘lgan elementning elektron konfiguratsiyasini yozing va p elektronlarining s elektronlarga bo‘lgan nisbatini aniqlang.
5. Tartib raqami 20 bo‘lgan elementning elektron konfiguratsiyasini yozing va p elektronlarining s elektronlarga bo‘lgan nisbatini aniqlang.
6. D.I. Mendeleyev elementlar davriy jadvalidagi II A guruhda joylashgan element atomlarida tartib raqam ortishi bilan quyidagi xususiyatlar qanday o‘zgaradi? 1) tashqi energetik qavatdagi elektronlar soni; 2) elektron qavatlar soni; 3) atom radiusi; 4) protonlar soni; 5) ionlanish potensiali.
 - A) 1- o‘zgarmaydi; 2, 3, 4-kamayadi; 5-ortadi;
 - B) 1-kamayadi; 2, 4-ortadi; 3, 5-o‘zgarmaydi;
 - C) 1- o‘zgarmaydi; 2, 3, 4- ortadi; 5- kamayadi;
 - D) 1- o‘zgarmaydi; 2, 4 – ortadi; 3,5- kamayadi.
7. D.I. Mendeleyev elementlar davriy jadvalidagi asosiy guruhda joylashgan elementlarda tartib raqam ortishi bilan qaysi xossalalar kuzatiladi? 1) atom radiusi; 2) elektromanifiylik; 3) metallik; 4) metallmaslik; 5) atom massasi.
 - A) 1,3,5 – ortadi, 2,4 – kamayadi;
 - B) 1,4 – kamayadi, 2,3,5 – ortadi;
 - C) 1,3,5 – kamayadi, 2,4 – ortadi;
 - D) 1,2,3 – kamayadi, 4,5 – ortadi.

3- §. Atom tarkibi. Yadro reaksiyalari

Rezerfordning atom tuzilishi modelga muvofiq atom musbat zaryadlangan o‘lchamlari juda kichik og‘ir yadrodan iborat. Yadroda atomning deyarli barcha massasi to‘plangan. Yadro atrofida undan anchagina masofada elektronlar aylanib atomning elektron qobig‘ini hosil qiladi.

Atom, umuman, elektroneytral, har qaysi atom yadrosining musbat zaryadlari soni, shuningdek, yadro maydonida aylanadigan elektronlar soni elementning tartib raqamiga teng. Eng oddisi — 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.

Rux atomining tartib raqami 30 ga teng. Demak, uning musbat zaryadi 30 ga teng va yadro maydonida 30 ta elektron aylanadi. Yadrosining musbat zaryadi 78 ga teng bo'lgan 78- element yadrosining maydonida 78 ta elektron aylanadi. Boshqa elementlar atomlarining tuzilishini ham xuddi shunday tasavvur qilish mumkin.

Zamonaviy tasavvurlarga ko'ra, barcha elementlar atomlarining yadrolari **proton** va **neytronlar** (umumiyl 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.

1932-yil rus olimlari D. D. Ivanenko bilan E. N. Gapon yadro tuzilishining proton-neytron nazariyasini yaratdilar. Bu nazariyaga muvofiq: vodorod atomining yadrosidan boshqa barcha atomlarning yadrolari Z protonlar bilan ($A-Z$) neytronlardan tashkil topgan, bunda Z – elementning tartib raqami, A -massa soni. Massa soni A atom yadrosidagi protonlar Z bilan neytronlarining N umumiyl 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 niyatda 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, kislород atomining yadrosida 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 atomlari 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 atom turlari **izotoplар** 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. Masalan, kislo-rodning massa sonlari: ${}_{16}^{16}\text{O}$; ${}_{17}^{17}\text{O}$; ${}_{18}^{18}\text{O}$; bo'lgan izotoplari bor: Argonning izotoplari: ${}_{18}^{36}\text{Ar}$; ${}_{18}^{38}\text{Ar}$; ${}_{18}^{40}\text{Ar}$; Kaliyning izotoplari: ${}_{19}^{36}\text{K}$; ${}_{19}^{38}\text{K}$; ${}_{19}^{40}\text{K}$;

Elementning atom massasi uning barcha tabiiy izotoplari massalarining shu izotoplarning tarqaganlik darajasi e'tiborga olingan o'rtacha qiymati-ga teng.

Izotoplarni o'rtacha atom massasini hisoblash formulasini quyidagi ko'rinishda yozishimiz mumkin:

$$\mathbf{A \text{ o'rtacha atom massa} = \omega_1 Ar_1 + \omega_2 Ar_2 + \omega_3 Ar_3}$$

Masalan, tabiiy xlorning 77,5% massa soni 35 bo'lgan izotopdan va 22,5% massa soni 37 bo'lgan izotopdan iborat; xlор atomining o'rtacha atom massasini topamiz:

$$\mathbf{ACl = 0,775 \cdot 35 + 0,225 \cdot 37 = 35,45}$$

Tabiiy elementlar orasida massa sonlari o'zaro teng, lekin yadro zaryadlari har xil bo'lgan elementlar – **izobarlar** deb ataladi.

Bunday zarrachalarga misol tariqsida atom massalari 40 ga teng bo'lgan kaliy va argonni, atom massalari 54 ga teng bo'lgan xrom va temirni, atom massalari 123 ga teng bo'lgan surma va tellurlarni keltirish mumkin. Izotoplarni bilan izobarlardagi yadro zarrachalar tarkibi har xil bo'lgan yana bir guruh zarrachalar – **izotonlar** ham ma'lum.

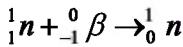
Atomlar yadrosida neytronlar soni bir xil bo'lgan zarrachalar **izotonlar** deb ataladi. Elektronlar soni bir xil bo'lgan atom (molekula yoki ion) zarrachalar **izoelektronlar** deb ataladi.

Izotonlarga misollar: ${}_{54}^{136}\text{Xe}(54+82n)$, ${}_{56}^{138}\text{Ba}(56p+82n)$, ${}_{57}^{139}\text{La}(57p+82n)$

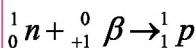
Atom yadrosidagi proton va neytronlarning o'zaro ta'sirida to'rtta asosiy jarayon kuzatiladi:

1. Elektron qulash;
2. Pozitron ajralish;
3. Pozitron qamrash;
4. Elektron ajralish.

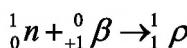
1. Atom yadrosidagi 1 ta proton bilan 1 ta elektronning tortilishi natijasida protondan neytron hosil bo'lishi, ya'ni **elektron qulash** kuzatiladi. Bu holatda tartib raqam bir birlikka kamayadi, massa soni esa o'zgarmaydi



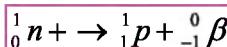
2. Neytrondan proton hosil bo‘lish jarayoni, ya’ni pozitron qamrashda atomning massa soni o‘zgarmaydi, zaryadi esa bir birlikka ortadi:



3. **Pozitron ajralish** jarayoni (protonning neytronga aylanish jarayoni) da atom massa o‘zgarmay yadro zaryadining bir birlikka kamayishi kuzatiladi:



4. **Elektron ajralish** (neytronning protonga aylanishi) jarayonida atom massa o‘zgarmaydi, lekin zaryadi bir birlikka ortadi



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 bir-biri bilan o‘zaro ta’sirlashishi natijasidagi o‘zgarishidir.

Yadro reaksiyalari tabiatda va sun’iy usulda ro‘y beradi. Tabiiy yadro reaksiyalari radioaktiv elementlarning parchalanishi tufayli sodir bo‘ladi. Radioaktiv elementlar o‘zidan α -, β -, γ - nurlar chiqarib, boshqa element yadrolarini hosil qiladi.

α - nurlanish (α -zarracha) musbat zaryadli zarrachalar bo‘lib, geliy yadrosiga to‘g‘ri keladi. Kuchli ionlash xossasiga ega bo‘lib, 0,01 mm dan kam qalinlikdagi metall to‘siqlardan o‘ta oladi.

β - nurlanish (β -zarracha) manfiy zaryadli (-1) bo‘lib, elektronlar oqimidan iborat, 0,01 m qalinlikdagi to‘siqdan o‘ta oladi.

γ - nurlanish rentgen nurlariga o'xshash bo'lib, kuchli o'tish (singish) xossasiga ega; 0,1 m qalinlikdagi to'siqdan o'ta oladi. Atom yadrosidagi energiya kamayadi, lekin massasi va zaryadi o'zgarmaydi.

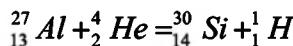
Yadro reaksiyalari β - parchalanish, α - parchalanish kabi asosiy turlarga bo'linadi. α - parchalanishda elementning tartib raqami 2 birlikka kamayadi.

β - parchalanishda elementning tartib raqami bir birlikka ortib, yadroning massa soni o'zgarmay qoladi. Ayrim yadro reaksiyalarida pozitron ($+_0^1e$) yoki ($+_\beta$) zarracha hosil bo'lib, yadroning massa soni o'zgarmasdan, tartib raqami *bir birlikka kamayadi*. Ba'zi yadro reaksiyalarida yadro β -zarrachani biriktirib oladi. Bunda tartib raqami bir birlikka kamayadi, yadro massasi o'zgarmaydi.

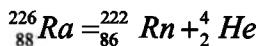
Yadro reaksiyalari yordamida radioaktiv xususiyati bor izotoplар (radioaktiv izotoplар) olinadi. Ularning hammasi beqaror va radioaktiv parchalanish natijasida boshqa elementlarning izotoplарига аylanadi.

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.

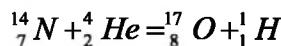
Bunday reaksiyalarning tenglamalarini yozish elementlarning massa va zaryadlari yig'indisi o'zgarmasligiga asoslangan. Bu degan so'z, tenglamaning chap qismida massalar yig'indisi bilan zaryadlar yig'indisi tenglamaning o'ng qismidagi massalar yig'indisi bilan zaryadlar yig'indisiga teng bo'lishi kerak. Masalan:



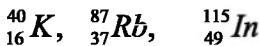
Bu tenglama alyuminiy atomi α - zarracha bilan o'zaro ta'sirlashganda kremniy atomi bilan proton hosil bo'lishini ko'rsatadi. Radiyning radioaktiv parchalaniб, radon bilan geliy hosil qilishini quyidagicha yozish mumkin:



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 izotoplар bilan birga uzoq vaqt yashaydigan radioaktiv izotoplari ham bo'ladi. Bular:



D.I. Mendeleyev davriy sistemasida urandan keyin turgan (transuran) elementlari radioaktiv hisoblanadi. Ular turg'un izotoplarga ega emas. Yadro parchalanishi hodisasi hisobiga bunday elementlar atomlari nisbatan turg'un atomga aylanadi. Atom yadrolarining bo'linishi ularga elementar zarrachalar, ko'proq neytronlar ta'sirida bo'ladi. Uran – 235 yadrosining bo'lishini quyidagicha yozsa bo'ladi:



Yadro reaktorlarida neytronlarni ta'sir ettirish orqali barcha transuran elementlarining izotoplarini olish mumkin. Ana shu usullarda 118-elementgacha bo'lgan transuran elementlar izotoplari olingan.

Radioaktiv preparatlar ko'p kasalliklarni davolashda va kasallik sabablari aniqlashda keng qo'llaniladi. Saraton kasalligidagi xavfli o'smalar borligini aniqlash uchun o'smalardagi to'qimalarning radioaktiv elementlarni yutib qolish xossasidan foydalaniladi. Masalan, xavfli o'smalarni aniqlashda nishonlangan fosfor – 32 izotopi bo'lgan natriy fosfati ishlataladi. Agar yodning – 131 izotopi bo'lgan natriy yodid qo'llanilganda qalqonsimon bezdagagi kasalliklarni tahlil qilishda foydalaniladi.

Kronik leykozni davolashda, nishonlangan fosfor-32 izotopi, ruh-65 va oltin-198 nuklidlari va natriy fosfati buyuriladi. Radioaktiv kobalt-60 izotopi tarqatadigan γ -nurlar bilan saraton kasalliklarini davolashadi. Bu izotop parchalangani uchun ham uni organizmga kiritiladi, mis-64, kumush-110 va oltin-198 radionuklidlari organizmdagi moddalar almashinuvi jarayonlarini o'rGANISH uchun radioaktiv indikator sifatida ishlataladi.

Har bir uran yadrosi parchalanishi juda katta miqdorda energiya ajralishi bilan boradi. Zamonaviy yadro energetikasining asosi uran parchalanishi reaksiyasiga asoslangan.

Mavzuga doir masalalar va ularning yechimi

1- masala. Vodorodning 3 xil izotopi (1H , 2D , 3T) va kislородning ^{17}O va ^{18}O li izotopidan necha xil suv molekulasi hosil bo'ladi?

Yechish: Hosil bo'lgan suv molekulalari sonini aniqlash uchun quyidagi jadval tuzib olinadi:

	HH	DD	TT	HD	HT	DT
^{17}O	$HH^{17}O$	$DD^{17}O$	$TT^{17}O$	$HD^{17}O$	$HT^{17}O$	$DT^{17}O$
^{18}O	$HH^{18}O$	$DD^{18}O$	$TT^{18}O$	$HD^{18}O$	$HT^{18}O$	$DT^{18}O$

Javob: 12 xil suv molekulasi hosil bo‘ladi.

2-masala. ^{51}Cr -izotopi yadrosidagi zaryadsiz nuklonlar jami elementar zarrachalari soni yig‘indisining necha foizini tashkil etadi?

- A) 40; B) 36; C) 55,65; D) 34.

Yechish. Dastlab $p + n + e^-$ dan foydalanib ^{51}Cr -izotopi yadrosidagi jami elementar zarrachalari yig‘indisi hisoblanadi. Xrom ^{51}Cr -izotopi yadrosida 24 ta elektron, 24 ta proton va 27 ta neytron mavjud bo‘lsa, $p + n + e^- = 24+24+27=78$ ga teng bo‘ladi.

78 ta elementar zarracha _____ 100 % ni tashkil etsa,
27 ta zaryadsiz neytron _____ x % ni tashkil etadi.

Javobi: 34,615.%

3-masala. Izotop yadrosi 82 ta neytron va 40,58 % protondan iborat. Izotopning nisbiy atom massasini toping.

- A) 206; B) 136; C) 138; D) 135.

Yechish: Atomdagি proton va neytronlar 100 foizni tashkil etadi.

$$p \% + n \% = 100 \%$$

$$n\% = 100 \% - p\% = 100 - 40,58 = 59,42 \%$$

Izotop yadrosida 82 ta neytron borligi masala shartidan ma’lum, shundan foydalanib, izotop yadrosidagi protonlar sonini aniqlab olamiz. Izotop yadrosining 40,58 % ini proton tashkil etsa, 59,42 % ini esa neytron tashkil etadi.

$$40,58 \% \text{ proton} 59,42 \% \text{ neytron}$$

$$x \text{ ta proton} 82 \text{ ta neytron}$$

Izotop yadrosida 56 ta proton borligi ma’lum bo‘lsa, uning nisbiy atom massasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$A_r = p + n = 56 + 82 = 138$$

Javob: 138.

4-masala. Izotop yadrosining tarkibidagi elementar zarrachalar umumiyligi yig‘indisi ($p + n + e^-$) ga nisbatan 30,6 % ini proton tashkil etsa, izotopning nisbiy atom massasini aniqlang. (Izotop yadrosida 33 ta neytron bor deb hisoblang.)

Yechish. Neytral atomda proton soni elektron soniga teng bo‘ladi. Izotop yadrosining 30,6 % ini proton tashkil etsa, 30,6 % ini elektron tashkil etadi. Agar $p + n + e^- = 100 \% \text{ bo‘lsa}$, unda $n = 100 - (p + e^-)$ bo‘ladi. $n = 100 - (30,6 + 30,6) = 38,8 \%$, demak, izotop yadrosining

38,8 % ini neytron tashkil etadi.

30,6 % p 38,8 % n

x ta p 33 n

Izotopning nisbiy atom massasi: $A_r = p + n = 26 + 33 = 59$ ga teng.

Mavzuga doir masalalar:

1. Izoelektronlar berilgan qatorni toping. 1) Ca^{2+} ; 2) Na^+ ; 3) K^+ ; 4) Cl^- ; 5) P^{3-} ; 6) Ne ;

A) 1; 2 B) 2; 5 C) 3; 6 D) 1; 4.

2. Izotonlar berilgan qatorni toping. 1) Ca ; 2) Ar ; 3) ^{40}K ; 4) ^{37}Cl ; 5) ^{42}Ca ; 6) Cl ; A) 1;3 B) 2;5 C) 3;6 D) 4;6.

3. Izobarlar berilgan qatorni toping. 1) Ca ; 2) Ar ; 3) ^{40}K ; 4) Cl^- ; 5) ^{42}Ca ; 6) Cl ; A) 1;5 B) 4;6 C) 1;2;3; D) 1;2.

4. Izotoplар berilgan qatorni toping. 1) Ca ; 2) Ar ; 3) ^{40}K ; 4) Cl^- ; 5) ^{42}Ca ; 6) Cl ; A) 4; 6 B) 2; 3 C) 3; 6 D) 1; 5.

5. Fe-izotopi yadrosidagi zaryadsiz nuklonlar jami elementar zarrachalari soni yig'indisining necha foizini tashkil etadi? A) 47,3; B) 32,1; C) 52,7; D) 35,8.

6. Cu-izotopi yadrosidagi zaryadsiz nuklonlar jami elementar zarrachalari soni yig'indisining necha foizini tashkil etadi? A) 36,9; B) 31,5; C) 46,0; D) 53,9.

7. Izotop yadrosi 74 ta neytron va 41,73 % protondan iborat. Izotopning nisbiy atom massasini toping. A) 137; B) 127; C) 131; D) 119.

8. Izotop yadrosi 81 ta neytron va 40,87 % protondan iborat. Izotopning nisbiy atom massasini toping. A) 137; B) 127; C) 131; D) 119.

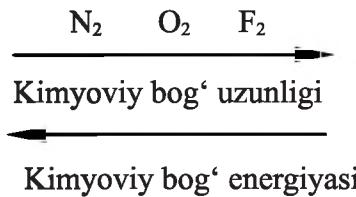
4-§. Kimyoviy bog'lanish turlari. Kristall panjaralar

Kimyoviy bog' deganda atomlarning o'zaro ta'sirlanishi natijasida molekulalar, ionlar, radikallar va kristallarning o'zaro bog'lanishi tushuniladi. Kimyoviy bog' hosil bo'lishida: atomlarning juftlashmagan elektronlari; bitta orbitalda joylashgan juft elektronlar; bo'sh (vakant) orbitallar ishtirok etishi mumkin.

Kimyoviy bog'lanish energiyasi, bog'lanish uzunligi, bog'lar orasidagi burchak (valent burchagi) va bog'lanish tartibi kimyoviy bog'lanishlarning asosiy tavsifi hisoblanadi. Kimyoviy bog'ni uzish uchun zarur bo'lган eng kam energiya miqdori bog'lanish energiyasi deyiladi. U E bilan belgilanib, kJ/mol va kkal/mol da o'lchanadi. Bog'lanish energiyasi qanchalik katta bo'lsa, bog'lanish shunchalik barqaror bo'ladi. Bog'lanish energiyasining qiy-mati o'zaro birikuvchi atomlarning tabiatiga, bog'lanish turi va tartibiga bog'liq bo'ladi.

Kimyoviy bog'ning uzunligi r harfi bilan belgilanib, A (nm)da ifodalana-di. Bog'ning uzunligi deb, kimyoviy bog'lanishning hosil bo'lishida ishtirok

etgan atomlar yadrolari o'rtaсидаги масофа тушунилади. Учта газ молекуласини ко'радиган бо'лсақ чадпандан о'нгга томон кимывиy bog'lanish energiyasi kamayadi, uzunligi esa ortadi.



Кимывиy bog'lanishlar orasidagi burchak **valent burchagi** deyiladi. H₂O molekulasida H – O bog'i orasidagi valent burchak 104,5°, CH₄ molekulasida bog'lar orasidagi burchak 109,5° ga teng.

O'zaro kimyoviy bog' hosil qilgan atomlar orasida hosil bo'lgan bog'lanishlar **bog'lanish tartibi** deyiladi. U birlamchi, ikkilamchi (qo'shbog'), uchlamchi (uchbog') va ba'zi hollarda to'rtlamchi bo'lishi mumkin. Bog'lanishlar tartibi ortishi bilan bog'ning barqarorligi ortadi, uzunligi qisqaradi.

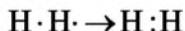
Atomlar birinchi navbatda juftlashmagan elektronlar hisobiga kymyoviy bog' hosil qiladi. Kimyoviy bog'lanishlarning **kovalent, ionli, metall va vodorod** kabi turlari bor.

Elektron juftlar tufayli vujudga keladigan kymyoviy bog'lanish kovalent bog'lanish deyiladi. Bu ikki elektronli va ikki markazli (ikkita yadroni tutib turadi) bog'lanishdir. Kovalent bog'lanish hosil bo'lishida atomning tashqi elektron qavatidagi barcha toq elektronlar va ba'zan juft elektronlar ham ishtirok etadi.

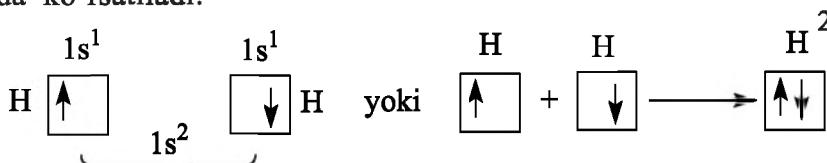
Hosil bo'lgan kymyoviy bog'lar elektron bulutlarning joylashuviga ko'ra σ - "sigma" va π - "pi" bog'lanishlarga farqlanadi. Sigma bog'lanish – ikkala birikuvchi atomlarning yadrolarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziq (chiziqlar) bo'ylab joylashgan bog'lanishdir.

π -bog'lanish fazoda σ -bog'lanishga nisbatan perpendikulyar joylashgan tekislik bo'yicha elektron orbitallarning o'zaro qoplanishidan hosil bo'ladigan bog'lanishdir. π -bog'lar asosan qo'shbog' yoki uchbog' hosil bo'lganda yuzaga keladi. Barcha birlamchi bog'lar, qo'sh va uchbog'lar dan bittasi σ -bog'lardir, qolganlari π -bog'lar bo'lib, ular σ -bog'lariga nisbatan kuchsizdir.

Kimyoviy bog'lanishlarni turlicha ifodalash qabul qilingan. Masalan, elementning kymyoviy belgisiga qo'yilgan nuqtalar ko'rinishidagi elektronlar yordamida. Bunda vodorod molekulasingin hosil bo'lishini quyidagi sxema bilan ifodalash mumkin:



Shuningdek, kvant katakchalar (orbitallar) yordamida, bunda qarama-qarshi spinli ikkita elektron bitta molekulyar kvant katakchada joylashuvi sifatida ko'rsatiladi:



Organik kimyoda kovalent bog'lanish elektronlar jufti chiziqcha (shtrix) bilan ko'rsatiladi (masalan, H – H).

Kovalent bog'lanishning ikki turi: qutbsiz va qutbli bog'lanish bor.

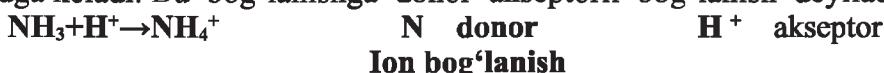
Qutbsiz kovalent bog'lanish. Elektrmanfiyliklari bir xil bo'lgan atomlar o'zaro ta'sirlashganida kovalent qutbsiz bog'lanishli molekulalar hosil bo'ladi. Bunday bog'lanish H₂, F₂, Cl₂, O₂, N₂ kabi oddiy moddalarning molekulalarida bo'ladi.

Qutbli kovalent bog'lanish. Elektrmanfiyliklari jihatidan bir-biridan keskin farq qilmaydigan elementlarning atomlari o'zaro ta'sirlashganida umumiy elektron juft elektr manfiyligi kattaroq bo'lgan atom tomon siljiydi. Natijada kovalent qutbli bog'lanish hosil bo'ladi. Qutbli bog'lanishli molekulalar qatoriga: H₂O, NH₃, HCl, HF, HBr, HJ, H₂S, H₂Se, H₂SO₄ larni kiritish mumkin.

Kovalent bog'lanish hosil bo'lishining boshqacha – donor-akseptorli mexanizmi ham bo'lishi mumkin. Bu holda kimyoviy bog'lanish bitta atomning ikki elektronli buluti bilan boshqa atomning erkin orbitali hisobiga vujudga keladi. Misol tariqasida ammoniy ioni NH₄⁺ ning hosil bo'lish mexanizmini ko'rib chiqamiz. Ammiak molekulasida azot atomining bo'linmagan elektronlar jufti (ikki elektronli buluti) bo'ladi:



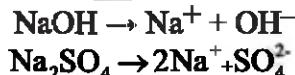
Vodorod ionida 1s- orbital bo'sh (to'lmagan); uni shunday belgilash mumkin: H⁺. Ammoniy ioni hosil bo'lishida azotning ikki elektronli buluti azot bilan vodorod atomlari uchun umumiy bo'lib qoladi, ya'ni u molekulyar-elektron bulutga aylanadi. Demak, to'rtinchi kovalent bog'lanish vujudga keladi. Bu bog'lanishga donor akseptorli bog'lanish deyiladi.



Elektrmanfiyligi jihatidan bir-biridan keskin farq qiluvchi atomlar o'zaro ta'sirlashganda ion bog'lanish hosil bo'ladi. Ion bog'lanish elektrostatik nazariya asosida tushuniladi. Bu nazariyaga muvofiq atomning elektron berishi yoki elektron biriktirib olishi natijasida hosil bo'ladigan qaramaqarshi zaryadli ionlar elektrostatik kuchlar vositasida o'zaro tortishib, ularning tashqi qavatida 8 ta (oktet) yoki 2 (dublet) elektroni bo'lgan barqaror sistema hosil qiladi. Masalan, tipik metalllar (litiy Li, natriy Na, kaliy K), tipik metallmaslar, asosan, galogenlar bilan ion bog'lanish hosil qiladi.

Ion bog'lanishli moddalar kristall holatda uchraydi. Shuningdek, suvli eritmalarda ion bog'lanishli molekulalar o'rniga ularni tashkil etuvchi ionlar bo'ladi. Ion bog'lanish ishqoriy metallarning galogenidlaridan tashqari ishqor va tuzlar kabi birikmalarda ham mavjud bo'la oladi. Masalan, natriy gidroksid NaOH va natriy sulfat Na₂SO₄ da ion bog'lanishlar faqat natriy va kislород atomlari orasidagina mavjud (boshqa bog'lanishlarning hammasi kovalent qutbli bog'lanishlardan iborat) bo'ladi.

Shuning uchun ham ishqor va tuzlar suvdagi eritmalarda quyidagicha dissotsilanadi:

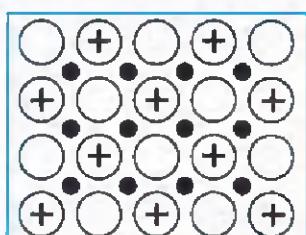


Kimyoviy bog'lanish turlari orasida keskin chegara qo'yish qiyin. Ko'pchilik birikmalarda kimyoviy bog'lanish oraliq vaziyatni egallaydi; masalan, kuchli qutbli kimyoviy bog'lanish ion bog'lanishga yaqin bo'ladi.

Ayni kimyoviy bog'lanish o'z xususiyati bilan ion bog'lanishga yaqinroq bo'lsa, uni ion bog'lanish deb, kovalent bog'lanishga yaqinroq bo'lsa, kovalent bog'lanish deb qaraladi.

Metall bog'lanish

Nisbatan erkin elektronlarning metall ionlari bilan o'zaro ta'sirlashuvvi natijasida hosil bo'ladigan bog'lanish metall bog'lanish deyiladi. Metall bog'lanish suyuq Hg dan tashqari barcha metallarga xos.



Metall ionlari



Metall atomlari



Elektronlar

Metallarning suyuqlanish va qaynash temperaturasining yuqoriligi, metall sirtidan yorug'lik va tovushning qaytishi, ulardan issiqlik va elektr tokining yaxshi o'tishi, zarb ta'sirida yassilanishi kabi xossalar metallarning eng muhim fizik xossalaridir. Bu xossalar faqat metallarga xos bo'lgan metall bog'lanish mavjudligi bilan tushuntiriladi.

Vodorod bog'lanish

Biror molekulaning vodorod atomi bilan boshqa molekulaning kuchli elektrmanfiy element (O, F, N) atomi orasida yuzaga keladigan bog'lanish **vodorod bog'lanish** deb ataladi.

Nima sababdan faqat vodorod atomi ana shunday alohida kimyoviy bog'lanish hosil qiladi, degan savol tug'ilishi mumkin. Buning sababi, vodorod atomining radiusi nihoyatda kichik ekanligida, deb javob bersa bo'ladi.

Ba'zi bir misollarni ko'zdan kechiramiz. Biz, odatda, suv tarkibini kimyoviy formula H_2O bilan tasvirlaymiz. Lekin bunday ifodalashimiz u qadar to'liq emas. Suvning tarkibini (H_2O) n formula bilan ko'rsatsak, to'g'ri ish qilgan bo'lar edik (bu yerda $n = 2,3,4$ va hokazo). Buning to'g'ri ekanligining sababi shundaki, suvda ayrim molekulalar bir-biri bilan vodorod bog'lanishlar orqali bog'langan bo'ladi. Buni sxematik ravishda quyidagicha tasvirlash mumkin:



Vodorod bog'lanishni nuqtalar shaklida tasvirlash qabul qilingan. Bu bog'lanish ioni va kovalent bog'lanishlarga qaraganda anchagina bo'sh, lekin oddiy molekulalararo o'zaro ta'sirga qaraganda ancha mustahkam bog'lanish hisoblanadi.

Kristall panjara turlari

Ma'lumki, moddalar uch xil: **gaz**, suyuq va qattiq agregat holatda bo'lishi mumkin. Moddaning gaz va suyuq holatida zarrachalar tartibsiz joylashgan bo'ladi, bu zarrachalar orasidagi o'zaro tortishish kuchi zarrachalarni bir joyda tutib turish uchun yetarli emas, shuning uchun bunday agregat holadagi moddalarning muayyan shakli bo'lmaydi. Qattiq jismlar, suyuq hamda gazzimon jismlarning aksincha, ma'lum mustaqil shaklga ega bo'lib, bu shaklni qanday vaziyatda turishidan qat'i nazar saqlab qoladi.

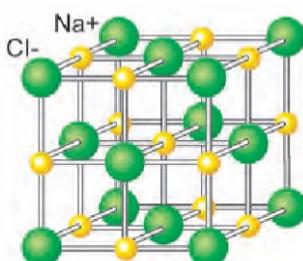
Qattiq moddalar ichki tuzilishiga, ya'ni zarrachalarining bir-biriga nisbatan qanday tartibda joylashganligiga qarab kristall va amorf moddalarga bo'linadi. Bir moddaning o'zi ham kristall, ham amorf holatda bo'lishi mumkin (masalan, kristall holdagi kvars, amorf holdagi qumtuproq), lekin kristall holat doimo amorf holatga qaraganda barqaror bo'ladi.

Kristall moddalarda zarrachalar ma'lum tartib bilan joylashgan bo'ladi va fazoviy kristall panjarani hosil qiladi. Fazoviy kristall panjaraning ko'p marta takrorlanib, jismning butun hajmini hosil qiladigan qismi elementar yacheyska deyiladi.

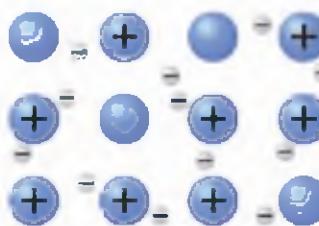
Kristall panjaralar zarrachalarning fazoda joylashish xususiyati va zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sir turiga qarab molekulyar, atomli, ionli va metall panjaralarga bo'linadi.

Molekulyar kristall panjarali moddalarda kristall panjara tugunlarida, elektroneytral molekulalar bo'ladi. Shu sababli molekulyar panjara ancha bo'sh va unda molekulalar o'z xossalariini saqlab qolgan bo'ladi.

Ionli kristall panjara tugunchalarida ionlar joylashgan bo'ladi. Massalan, natriy xlorid (osh tuzi) kristall panjarasini olib ko'raylik. Unda har qaysi natriy ioni oltita xlor ioni bilan, har bir xlor ioni esa oltita natriy ioni bilan qurshab olingan. Natriy ioni musbat, xlor ioni esa manfiy zaryadli bo'lgani uchun bu zaryadlangan zarrachalar o'zaro elektrostatik kuchlar bilan tortishib turadi, demak, bunday moddalar molekulalarida ionli bog'lanish mavjud bo'ladi. Deyarli barcha tuzlar, ba'zi oksidlar va asoslarning kristall panjaralari ionli bo'ladi.



NaCl kristal panjarasi



Metall kristall panjara

Atom kristall panjara hosil qilgan moddalarda panjara o'zaro puxta kovalent bog'lanish bilan bog'langan elektroneytral atomlardan tarkib topgan bo'ladi.

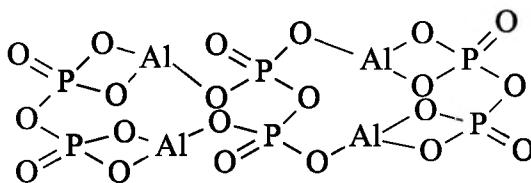
Metall kristall panjarada musbat ionlar tebranma harakat holatida turadi: musbat ionlar orasida erkin elektronlar barcha yo'naliishlarda tartibsiz harakatda bo'ladi. Bu elektronlar panjara ichida bir ion ikkinchisi tomon bemalol siljib yurganligi sababli erkin elektronlar deyiladi.

Metallarning elektr, issiqlik o'tkazuvchanligi, magnit xossalari va metallar uchun xos boshqa xususiyatlar ana shu erkin elektronlar bilan bog'liqdir.

Mavvuga doir masalalar va ularning yechimi

- 1-masala.** Alyuminiy pirofosfat molekulasida δ va π bog'lar sonini aniqlang.
A) 38; 6; B) 36 ; 4; C) 36 ; 6; D) 35; 4.

Yechish: $\text{Al}_4(\text{P}_2\text{O}_7)_3$ – alyuminiy pirofosfat tuzilish formulasini yozamiz va sigma va pi bog‘larni sanaymiz



Demak alyuminiy prifosfat molekulasida 36 ta δ va 6 ta π bog‘lar mavjud.

2-masala. Qutbsiz kovalent bog‘li molekulalar juftini ko‘rsating.

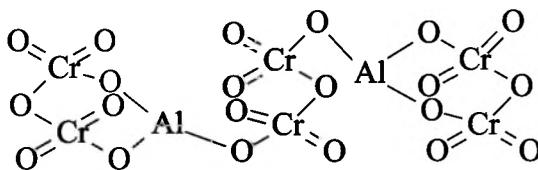
- A) MgI_2 , SO_2 ; B) NaBr , HBr ; C) S_8 , F_2 ; D) HBr , PH_3 .

Yechish: Bu moddalardan S_8 fa F_2 lar qutbsiz kovalent bo‘lanishga ega. Chunki moddalarda oltingugurt va ftorlar o‘z atomlari bilan birikkan. Bu moddalarda elektromanfiyliklar farqi “0” ga teng. Elektromanfiyliklar farqi “0” bo‘lsa, molekuladagi bog‘lanish qutbsiz bo‘ladi.

3-masala. Alyuminiy dixromat molekulasida δ va π bog‘lar nechtadan bo‘ladi?

Yechish: $\text{Al}_2(\text{Cr}_2\text{O}_7)_3$ ni tuzilish formulasini yozamiz va sigma va pi bog‘larni sanaymiz.

Demak, alyuminiy dixromat molekulasida 30 ta δ va 12 ta π bog‘lar mavjud.



4-masala. Quyidagi birikmalarning qaysilari ionli bog‘lanishga ega?

- 1) seziy ftorid; 2) ammiak; 3) kaliy xlorid; 4) vodorod oksid; 5) kalsiy oksid; 6) oltingugurt (VI) oksid.

Yechish: Seziy ftorid CsF , kaliy xlorid KCl , kalsiy oksid CaO larda ion bog‘lanish mavjud. Chunki ularda elektrmanfiyliklar farqi 1,7 (2,0) dan katta moddalarda ion bog‘lanish bo‘ladi.

Seziy ftoridda $\text{Cs} = 0,7$; $\text{F} = 4,1$; $4,1 - 0,7 = 3,3$.

Kaliy xloridda $\text{K} = 0,8$; $\text{Cl} = 3$; $3 - 0,8 = 2,2$.

Kalsiy oksidda $\text{Ca} = 1$; $\text{O} = 3,5$; $3,5 - 1 = 2,5$.

Demak, bu uchala birikma ion bog‘lanishli bo‘ladi.

5-masala. Keltirilgan birikmalarning qaysi birida qutbli kovalent bog‘ eng kuchli ifodalangan:

- A) vodorod xlorid; B) vodorod oksid;
C) ammiak; D) azot (II) oksid.

Yechish: Bu moddalarda elektrmanfiyliklar farqini aniqlash kerak.

Birinchi moddada $\text{Cl} = 3,0$; $\text{H} = 2,1$; $3-2,1 = 0,9$, farqi = 0,9.

Ikkinci moddada $\text{O} = 3,5$; $\text{H}=2,1$; $3,5-2,1=1,4$, farqi 1,4.

Uchinchi moddada $\text{N}=3,0$; $\text{H}=2,1$; $3-2,1=0,9$, farqi = 0,9.

To‘rtinchi moddada $\text{O}=3,5$; $\text{N}=3$; $3,5-3=0,5$, farqi = 0,5.

Demak, bu moddalar ichida vodorod oksidida (suv) kovalent bog‘ eng qutbli hisoblanadi.

Mavzuga doir masalalar:

1. Perxlorat kislota molekulasida nechtadan σ - va π - bog‘lar bo‘ladi?

A) 10;6; B) 5;3; C) 4;2; D) 8;4.

2. Kaliy permanganat molekulasida nechtadan σ - va π - bog‘lar bo‘ladi?

A) 10;6 B) 5;3 ; C) 4;2; D) 8;4.

3. Stronsiy fosfat molekulasida nechtadan σ - va π - bog‘lar bo‘ladi?

A) 21;3 B) 7;1 ; C) 14;2 ; D) 28;4.

4. Kalsiy fosfat molekulasida nechtadan σ - va π - bog‘lar bo‘ladi?

A) 7; 1; B) 21; 3; C) 14; 2; D) 28; 4.

5. Tarkibida 2 ta π - bog‘ bo‘lgan molekulalarni aniqlang. 1) azot; 2) kislorod; 3) metan; 4) oltingugurt (VI) oksid; 5) atsetilen; 6) karbonat angidrid. A) 1, 6; B) 3, 4 ; C) 2, 3, 4; D) 1, 5, 6.

6. Molekulasida ion bog‘lanish mavjud bo‘lgan oksidlarni ko‘rsating.

1) xrom (III) oksid; 2) seziy oksid; 3) xlor (V) oksid; 4) oltingugurt (IV) oksid; 5) fosfor (V) oksid; 6) kalsiy oksid.

A) 4,5,6; B) 1,2,6; C) 3,4,5; D) 1,5,6.

7. Quyidagi moddalarni bog‘ qutbliligi ortib borish tartibida joylashtirilgan qatorini toping. 1) CH_4 ; 2) NH_3 ; 3) H_2O ; 4) HF . A) 2,4,1,3; B) 4,3,2,1; C) 1,2,3,4; D) 3,2,4,1.

8. Quyidagi moddalarni bog‘ qutbliligi ortib borish tartibida joylashtirilgan qatorni toping. 1) HCl ; 2) H_2S ; 3) PH_3 ; 4) SiH_4 . A) 2,4,1,3; B) 4,3,2,1; C) 1,2,3,4 ; D) 3,4,2,1.

2-BOB. MODDA MIQDORI

5-§. Modda miqdori

Kimyoviy moddalar ularni tashkil qilgan elementlarga qarab oddiy va murakkab moddalarga farqlanadi. Bir xil element atomlaridan tashkil topgan moddalar **oddiy moddalar**, turli xil element atomlaridan iborat moddalar esa murakkab moddalar deb ataladi.

Modda miqdorining o‘lchov birligi mol hisoblanadi.

Mol deb, moddaning ^{12}C izotopining $6,02 \cdot 10^{23}$ ta C- atomlari soniga teng zarracha (molekula, atom, ion) saqlagan miqdoriga aytildi. Moddaning massasi va miqdori har xil tushunchalardir. Massa gramm va kilogrammlarda, modda miqdori esa mollarda hisoblanadi. Masalan, suvning molekulyar massasi 18 u. b. ga teng. Suvning 1 moli 18 grammga teng bo‘ladi.

Shu bilan bir qatorda, kimyoviy hisoblashlarda 1 kilomol (kmol) 1000 molga teng, 1 mmol 0,001 molga teng bo‘ladi.

Moddaning «mol» lar sonini, massasini m va molyar massasini M bilan belgilasak, bu uchala kattaliklar orasida quyidagi bog‘liqliklar bor:

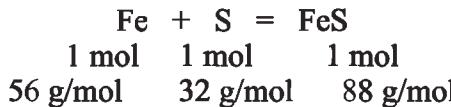
$$n_{(\text{mol})} = \frac{m_{(\text{gramm})}}{M_{(\text{gramm/mol})}}$$

Bu formuladan moddalarning miqdorini hisoblashda juda keng foydalilanadi. Masalan: 28 gramm KOH da necha mol modda borligini hisoblaylik. Demak, $m(\text{KOH}) = 28 \text{ g}$, $M(\text{KOH}) = 56 \text{ g/mol}$ bo‘lsa, yuqoridagi formulaga binoan:

$$n(\text{mol}) = \frac{28\text{g}}{56\text{g/mol}} = 0,5\text{mol KOH}$$

Moddaning molyar massasi — uning bir molining massasidir. U ham bo‘lsa modda tarkibidagi $6,02 \cdot 10^{23}$ zarrachalarining massasiga teng. Molyar massa, odatda, bir molga to‘g‘ri keladigan grammlar (g/mol) bilan ifodalanadi. Masalan, $M(\text{H}_2) = 2 \text{ g/mol}$; $M(\text{FeS}) = 88 \text{ g/mol}$; $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$; $M(\text{S}) = 32 \text{ g/mol}$.

Molar mass atom va molekulalarning massalari (m.a.b.da) hamda nisbiy atom va molekulyar massalar bilan son jihatdan mos keladi. Masalan, temir bilan oltingugurting reaksiya tenglamasidan quyidagi ma'lumotlarni olamiz:



Har qanday reaksiya mahsulotlari boshlang'ich moddalar qanday atomlardan tuzilgan bo'lsa, shunday atomlardan tarkib topgan bo'ladi. Atomlar kimyoviy reaksiyalar vaqtida saqlanib qoladi, demak, ulardan har birining va binobarin, jami atomlarning massasi ham saqlanib qolishi kerak. Bu holda har qanday reaksiya mahsulotlarining massasi boshlang'ich moddalarning massasiga teng bo'lishi lozim.

Reaksiyaga kirishayotgan moddalar massasining yig'indisi reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddalar massalari yig'indisiga tengdir.

Atom molekulyar ta'lilot nuqtayi nazaridan massaning saqlanish qonuni shunday tushuntiriladi: **kimyoviy reaksiya natijasida atomlar yo'qolmaydi va yo'qdan paydo ham bo'lmaydi, balki ular qayta gruppalanadi.**

Atomlar soni reaksiyadan oldin ham, keyin ham o'zgarmaganligi sababli ularning umumiyligi massasi ham o'zgarmaydi.

Har qanday kimyoviy toza birikma, olinish usulidan qat'i nazar, o'zgarmas miqdoriy tarkibga ega. Masalan, uglerod (IV) oksid CO_2 uglerod bilan kisloddan tarkib topgan (sifat tarkibi). CO_2 da uglerodning miqdori 22,27 %, kislordniki – 72,73 % (miqdoriy tarkibi).

Atomlarning massasi o'zgarmas bo'lganligi sababli moddaning massa tarkibi ham umuman o'zgarmas bo'ladi.

Mavzuga doir masalalar va ularning yechimi

1-masala. Oltingugurt bilan reaksiyada 0,5 mol temir ishtirok etadi. Reaksiya uchun olinishi lozim bo'lgan temirning massasini aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

Masalani yechish:

$$\begin{aligned} M &= m/n; \quad m = M \cdot n \\ m &= 56 \text{ g/mol} \cdot 0,5 \text{ mol} = 28 \text{ g}. \quad \text{Javobi: } 28 \text{ g. temir.} \end{aligned}$$

2-masala. Reaksiya natijasida 22 g temir (II) sulfid olindi. Bu masaga temir (II) sulfidning qancha miqdori to'g'ri keladi?

Yechish: $M(\text{FeS}) = 88 \text{ g/mol.}$

Quyidagicha mulohaza yuritiladi:

88 g FeS

1 molga to‘g‘ri keladi;

22 g FeSx

molga to‘g‘ri keladi;

88 g : 22g = 1 mol : x mol.

x = 0,25 mol FeS.

3-masala. 264 g massali oltingugurtda atom holidagi oltingugurt mod-dasidan qancha miqdorda borligini aniqlang.

Yechish: Oltingugurning nisbiy atom massasi Ar (S) =32 . Atomar oltingugurning molyar massasi 32 g/molga teng. Demak, 264 g da quyidagi miqdorda atomar oltingugurt bo‘ladi.

$$\frac{264}{32} = 8,25 \text{ mol}$$

4-masala. 14,2 g Na₂SO₄ da necha mol natriy sulfat borligini hisoblab toping.

Yechish:

Na₂SO₄ ning nisbiy molekulyar massasi Mr (Na₂SO₄) (Na₂SO₄)=23•2 +32+16•4=142, ya’ni natriy sulfatning molyar massasi 142 ni tashkil etadi. Demak, 14,2 g ga quyidagi miqdorda Na₂SO₄ bo‘ladi:

$$\frac{14,2}{142} = 0,1 \text{ mol}$$

5-masala. Kumushning nisbiy atom massasi 108 ga teng. Bir atom kumushning grammlar hisobidagi massasini aniqlang.

Yechish: Kumush atomlarining molyar massasi son jihatdan nisbiy atom massasiga teng bo‘lganligi sababli u 108 g/molga teng. Bir atom kumushda 6,02•10²³ atom borligini bilgan holda bitta atomning massasini topamiz.

$$\frac{108}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,79 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Mavzuga doir masalalar

1. 5 mol azot mol molekulasingin massasini toping.
2. 4 mol xlor mol molekulasingin massasini toping.
3. 128 g misning modda miqdorini toping.
4. 120 g grafitdagi uglerodning modda miqdorini toping.

5. 17 g kumush nitratning modda miqdorini toping.
6. 120,2 g bariy fosfatning modda miqdorini toping.
7. Misning nisbiy atom massasi 64 ga teng. Bir atom misning grammalar hisobidagi miqdorini aniqlang.
8. Natriyning nisbiy atom massasi 23 ga teng. Bir atom natriyning grammalar hisobidagi massasini aniqlang.

6-§. Avogadro qonuni. Gazlar aralashmasi

Avogadro o‘zining kuzatishlari asosida 1811-yilda quyidagi qonunni yaratdi: **Bir xil sharoitda (bir xil bosim va haroratda) teng hajmdagi turli gazlarning molekulalari (atomlari) soni teng bo‘ladi.** Avogadro qonunidan ikkita xulosa kelib chiqadi.

1. Normal sharoit ($T=273K$, $P=101,325 \text{ kPa}$) da har qanday gazzimon moddaning “1 mol” miqdori $22,4 \text{ l}$ hajmini egallaydi va bunga **gazlarning molyar hajmi** deyiladi. $V_{\text{molyar}} = V_M = 22,4 \text{ mol/l}$ holida belgilanadi.

Bu xulosaga ko‘ra: 1 mol H_2 gazi va boshqa gazlar normal sharoitda $22,4 \text{ l}$ hajmga ega. Ularning 10 moli 224 l , 0,1 moli esa $2,24 \text{ l}$ hajmni egallaydi.

2. Gazsimon moddaning hajmi va miqdori uning tarkibidagi zarracha (molekula, atom)lar soniga bevosita bog‘liqdir. Shunga ko‘ra har qanday moddaning “1 mol” miqdori tarkibida $6,02 \cdot 10^{23}$ ta zarracha (molekula, atom) bo‘ladi. Bu **Avogadro** soni deyilib, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ holida yoziladi.

Demak, 1 mol Cl_2 tarkibida $6,02 \cdot 10^{23}$ ta Cl_2 molekulasi bor. Undagi xlor atomlari soni esa 2 marta ko‘p – $12,04 \cdot 10^{23}$ ta bo‘ladi. Demak,

– xohlagan bir gazning 1 molida $6,02 \cdot 10^{23}$ ta molekula bo‘lib, $22,4 \text{ l}$ hajmni egallaydi;

– $1,0 \text{ mol}$ gazda $6,02 \cdot 10^{23}$ ta molekula bo‘lib, $22,4 \text{ l}$ hajmni egallaydi;

– $0,5 \text{ mol}$ gazda $3,02 \cdot 10^{23}$ ta molekula bor, ular $11,2 \text{ l}$ hajmni egallaydi;

– $2,24 \text{ l}$ Cl_2 gazida $6,02 \cdot 10^{22}$ ta molekula bo‘lib, uning miqdori $0,1 \text{ mol}$ va massasi $7,1 \text{ g}$ bo‘ladi.

Gazning molyar hajmi gaz hajmining (n.sh.dagi) moddani tegishli miqdori n ga nisbatidan topiladi:

$$V_m = \frac{V}{n} .$$

Bunda V – **hajm** (*l*- hisobida), n – moddaning miqdori (mol hisobida). Avogadro qonuni asosida gazsimon moddalarning molyar massalarini aniqlash mumkin. Gaz molekulalarining massasi qancha katta bo'lsa, bir xil hajmdagi gazning massasi shuncha katta bo'ladi. Gazlarning teng hajmlarida bir xil sharoitda molekulalar soni bir xil bo'ladi. Gazlarning teng hajmlari massalarining nisbati ularning molyar massalarining nisbatiga teng:

$$m_1 : m_2 = M_1 : M_2$$

bunda m_1 – birinchi gaz muayyan hajmining massasi, m_2 – ikkinchi gaz xuddi shunday hajmining massasi, M_1 va M_2 – birinchi va ikkinchi gazning molyar massalari.

Bir gaz muayyan hajmi massasining xuddi shunday hajmdagi ikkinchi gaz (o'sha sharoitlarda olingan) massasiga nisbati birinchi gazning ikkinchi gazga nisbatan zichligi deyiladi (D harfi bilan belgilanadi):

$$\frac{M_1}{M_2} = D, \text{ bundan } M_1 = M_2 D$$

Ko'pincha gazning zichligi eng yengil gaz – vodorodga nisbatan aniqlanadi $D(H_2)$ bilan belgilanadi)? Vodorodning molyar massasi 2 ga teng bo'lganligi uchun quyidagini olamiz:

$$M=2D_{H_2}$$

Gaz holatidagi moddaning molekulyar massasi uning vodorod bo'yicha zichligining 2 ga ko'paytirilganiga teng.

Gazning zichligi havoga nisbatan ham aniqlanadi. Havo gazlar aralashmasi bo'lsa ham uning o'rtacha molekulyar massasini hisoblash mumkin. Ya'ni agar havoning taxminan 4 hajm azot (molyar massasi 28 g/mol) va 1 hajm kisloroddan (molyar massasi 32 g/mol), ya'ni $4 N_2 + O_2$ dan tarkib topganligi hisobga olinsa, uning o'rtacha molyar massasini hisoblab topish mumkin. Bunda quyidagicha ish yuritiladi.

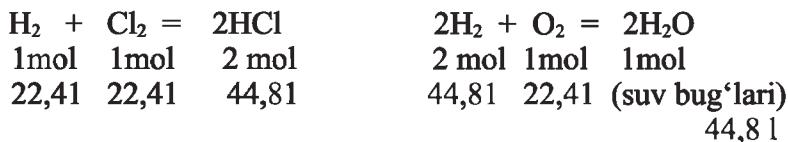
$$M = \frac{4 \cdot 28 + 1 \cdot 32}{4+1} = 28,8 \text{ g/mol (yaxlitlangan } 29 \text{ g/mol)}$$

Bu holda molyar massa ushbu ifodadan aniqlanadi:

$$M=29 \cdot D_x$$

Molekulyar massalarni aniqlash shuni ko'rsatadiki, oddiy gazlarning molekulalari 2 atomdan (H_2 , F_2 , Cl_2 , O_2 , N_2), nodir gazlarning molekulalari esa 1 atomdan tarkib topgan (He , Ne , Ar , Kr , Xe , Rn). Nodir gazlar uchun "molekula" va "atom" tushunchalari teng qiymatlidir. Lekin ayrim boshqa oddiy moddalarning molekulalari 3 va undan ko'p atomlardan tarkib topgan. Masalan, ozon O_3 , tetrafosfor P_4 molekulalari, o'rtacha temperaturada oltingugurt bug'lari

S₈. Bizga ma'lumki, kimyoviy belgilar va formulalar oldidagi koeffitsiyentlar atom va molekula soninigina emas, balki reaksiyada ishtirok etadigan mol-lar sonini ham ko'rsatadi. Shu sababli gazlar orasidagi reaksiyalarning tenglamalari quyidagicha yoziladi:



Agar reaksiyaga kirishayotgan va hosil bo'layotgan gazlar hajmlarining ko'rsatilgan son qiyatlari 22,4 soniga qisqartirilsa, u holda gazlarning hajmiy nisbatlarini ko'rsatadigan oddiy butun sonlar olinadi: birinchi reaksiyada 1 : 1 : 2, ikkinchi reaksiyada esa 2 : 1 : 2. Demak, gazsimon moddalar orasidagi reaksiyalar muayyan qonuniyatlarga bo'ysunadi: o'zgarmas bosimda reaksiyaga kirishayotgan va hosil bo'layotgan gazlarning hajmlari o'zaro kichik butun sonlar nisbatida bo'ladi.

Reaksiyalarning tenglamalaridagi koeffitsiyentlar reaksiyaga kirishayotgan va hosil bo'layotgan gazsimon moddalar hajmlarining sonini ko'rsatadi.

Moddaning massasi va miqdori orasidagi nisbatdan foydalanib, amalda muhim bo'lgan quyidagi masalalarni yechish mumkin.

Ma'lum gaz hajmining gazlar aralashmasi hajmiga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka gazning hajm ulushi deb aytiladi.

$$V = \frac{V_2}{V_1 + V_2 + V_3} \cdot 100\%$$

Masalan normal sharoitda 2 litr vodorod, 3 litr kislород, 6 litr ammiak va 8 litr is gazi aralashmasi berilgan.

Shu eritmadiagi kislородning hajm ulushini hisoblab topish lozim bo'lsin. Buning uchun gazlar aralashmasining umumiyl hajmini hisoblaymiz.
 $2l+3l+6l+8l=19l$

$$V = \frac{3}{19} = 0,157 \cdot 100 = 15,7\%$$

Demak, aralashmadagi kislородning hajm ulushi 15,7 % ga teng.

Mavzuga oid masalalar va ularning yechimi

1-masala. Gazning vodorodga nisbatan zichligi 35,5 ga teng. Shu gazning havoga nisbatan zichligini aniqlang.

Yechish: Gazning vodorodga nisbatan zichligini bilgan holda gazning molyar massasini topamiz:

$$M = 2 \cdot 35,5 = 71 \text{ g/mol}$$

Havoning molyar massasi yaxlitlanganda 29 g/mol ga tengligi sababli gazning havoga nisbatan zichligi quyidagicha bo'ladi:

$$Dx = \frac{71}{29} = 2,448$$

Javob: 2,448

2-masala. Metanga nisbatan zichligi 2 bo'lgan gazning geliyga nisbatan zichligini aniqlang.

Yechish:

1) Dastlab gazning molyar massasi aniqlanadi:

$$M = 16 \cdot D \quad M = 16 \cdot 2 = 32$$

2) Gazning molekulyar massasiga asoslanib geliyga nisbatan zichligi aniqlanadi:

$$D_{He} = \frac{M_r}{M_{He}} = \frac{32}{4} = 8$$

Javob: 8

3-masala. 0,717 g gaz (n.sh.da) 0,365 l hajmni egallasa, uning molekul-yar massasini toping.

Yechish: Har qanday 1 mol gazning normal sharoitdagи hajmi 22,4 l. Bu gazning molyar hajmi deyiladi. Shunga binoan:

$$\begin{array}{rcl} 0,717 \text{ g} & \longrightarrow & 0,365 \text{ l} \\ X & \longrightarrow & 22,4 \text{ l} \end{array} \quad X = 44 \text{ g/mol}$$

Javob: 44 g/mol

4-masala. 15 l ammiakning normal sharoitdagи massasini aniqlang. Shu hajmda necha mol gaz bor?

Yechish. Ammiakning molyar massasi 17 ga teng.

$$1 \text{ mol} - 17 \text{ g/mol} = 17 \text{ g ammiak normal sharoitda}$$

$$1 \text{ mol} - 22,4 \text{ mol/l} = 22,4 \text{ l hajmni egallaydi.}$$

Proporsiya tuzamiz:

$$17 \text{ g NH}_3 \longrightarrow 22,4 \text{ l NH}_3 (\text{n.sh.}) \text{ hajmni egallaydi}$$

$$x \text{ g NH}_3 \longrightarrow 15 \text{ l NH}_3 (\text{n.sh.}) \text{ hajmni egallaydi}$$

Javob: 0,67 mol

5-Masala. Etilenning vodorod va havoga nisbatan zichligini hisoblang.

Yechish: Etilenning molekulyar massasini hisoblaymiz.

$$M(C_2H_4) = 12 \cdot 2 + 1 \cdot 4 = 28$$

$$D(H_2) = \frac{M(C_2H_4)}{M(H_2)} = \frac{28}{2} = 14 \quad D(\text{havo}) = \frac{M(C_2H_4)}{M(\text{havo})} = \frac{28}{29} = 0,965$$

Javob: Demak, vodorodga nisbatan zichligi 14, havoga nisbatan zichligi 0,965.

Mavzuga doir masalalar:

1. 4,48 l (n.sh) azotning molekulyar massasini hisoblang.
2. 5,6 l (n.sh) argonning atom massasini hisoblang.
3. 2,8 l uglerod (II) oksidi necha gramm keladi?
4. 20 g argon tarkibidagi molekulalar sonini toping.
5. 4 g metan tarkibidagi molekulalar sonini toping.
6. 89,6 l (n.sh) kislородning molekulalar sonini toping.
7. 16,8 l (n.sh) azotning molekulalar sonini toping.
8. Metanga nisbatan zichligi 2 ga teng bo‘lgan gazning geliyga nisbatan zichligini aniqlang.
9. Argonga nisbatan zichligi 0,5 ga teng bo‘lgan gazning vodorodga nisbatan zichligini aniqlang.
10. Geliyga nisbatan zichligi 4,5 bo‘lgan moddaning vodorodga nisbatan zichligini aniqlang.
11. Neonga nisbatan zichligi 1,6 bo‘lgan gazning geliyga nisbatan zichligini aniqlang.
12. Tarkibida $4,214 \cdot 10^{23}$ ta kislород atomi bo‘lgan Na_2SO_4 ning massasini toping.
13. Tarkibida $24,08 \cdot 10^{23}$ ta xlor atomi bo‘lgan $AlCl_3$ ning massasini toping.

7-§ Ekvivalent

Ekvivalent teng qiymatli degan ma’noni bildiradi. Kimyoviy reaksiyalarda moddalar o’zaro bir-birlari bilan ekvivalent og‘irliliklariga mos ravishda ta’sirlashadilar.

Elementlarni ekvivalent (E) og‘irligini topish uchun element atomi og‘irligini (A) uning valentligiga (V) bo‘linadi:

$$E = \frac{A}{V}$$

E – ekvivalent

A – atom massasi (g)

V – valentlik

Endi shu formula orqali kislorod moddasining tarkibidagi kislorod atomi ekvivalentini topamiz:

Kislorod elementining atom massasi 16 ga teng. Kislorod molekulasida kislorodning valentligi 2 ga teng ($O=O$).

$$E(O) = \frac{A}{V} = \frac{16}{2} = 8$$

Vodorod moddasidagi vodorodning ekvivalentini topamiz:

Vodorodning atom massasi ham valentligi ham 1 ga teng. Demak uning ekvivalent massasi ham 1 ga teng ekan.

$$E(H) = \frac{A}{V} = \frac{1}{1} = 1$$

Biror elementni – 1 og‘irlik qism vodorod yoki 8 og‘irlik qism kislorod bilan qoldiqsiz ta’sirlashadigan massasiga shu elementning ekvivalent og‘irligi deyiladi.

Ko‘p elementlar turli nisbatlarda bir-birlari bilan birikib bir nechta birikma hosil qiladilar. Masalan, SO_2 va SO_3 ; Bu birikmalarda oltingugurtning valentlik qiymatlari turlicha. Shuning uchun ularning ekvivalent og‘irligi ham turlicha bo‘ladi.

Oltingugurt (IV) oksidi va oltingugurt (VI) oksidining tarkibidagi oltingugurt atomining ekvivalentini hisoblab ko‘rsak: SO_2 da S valentligi 4; atom massasi 32

$$E(S) = \frac{A}{V} = \frac{32}{4} = 8$$

SO_3 da S valentligi 6; atom massasi 32

$$E(S) = \frac{A}{V} = \frac{32}{6} = 5,33$$

Demak: oltingugurt atomi ikki xil birikmasi tarkibida ikki xil 8 va 5,33 bo‘lgan ekvivalent og‘irlikni namoyon qilar ekan.

Oddiy va murakkab moddalarning ekvivalentini topishni ko‘rib chiqsak:

1. Oddiy moddalarning ekvivalenti uning atom massasini valentligiga nisbatli asosida topiladi. Masalan:

Xlor moddasi tarkibidagi xlorning ekvivalentini topamiz:

Xloring atom massasi 35,5 ga teng. Xlor molekulasida xloring valentligi 1 ga teng ($\text{Cl}-\text{Cl}$). (Izoh: galogenlar ya'ni F_2 ; Cl_2 ; Br_2 ; I_2 molekulalari I valentlikni namoyon qiladilar)

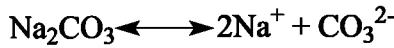
$$E(\text{Cl}) = \frac{A}{V} = \frac{35,5}{1} = 35,5$$

Azot molekulasidagi azotning ekvivalentini topamiz:

Azotning atom massasi 14 ga teng. Azot molekulasida azotning valentligi 3 ga teng ($\text{N}\equiv\text{N}$).

$$E(\text{N}) = \frac{A}{V} = \frac{14}{3} = 4,67$$

2. Ionning (kation yoki anionning) ekvivalenti uning massasini (M) zaryadiга (z) bo'linganda chiqadigan bo'linmaga teng bo'ladi. Masalan:



$$E(\text{Na}^+) = \frac{M}{z} = \frac{23}{1} = 23$$

$$E(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{M}{z} = \frac{60}{2} = 30$$

3. Oksidning ekvivalentini aniqlash uchun oksid molyar massasini, oksid hosil qiluvchi elementni indeksi (n) va uning valentligi (V) ko'paytmasiga bo'lish kerak.

$$E_{\text{оксид}} = \frac{M_{\text{оксид}}}{n \cdot V}$$

E_{оксид} – oksid ekvivalent massasi;
M_{оксид} – oksid molyar massasi (g);
n – element indeksi;
V – element indeksi.

Savol: Al_2O_3 ning ekvivalent massasini aniqlang.

Dastlab Al_2O_3 ning molyar massasini topamiz ($27 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 102$)

Alyuminiyning valentligi III ga, indeksi esa 2 ga teng.

$$E(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{M(\text{Al}_2\text{O}_3)}{n \cdot V} = \frac{102}{2 \cdot 3} = 17$$

Savol: CaO ning ekvivalent massasini aniqlang.

$$E(\text{CaO}) = \frac{M(\text{CaO})}{n \cdot V} = \frac{56}{1 \cdot 2} = 28$$

Yoki oksid tarkibidagi elementlarning ekvivalentlarini alohida topib olib, natijalarini qo'shish orqali ham shu oksid ekvivalentini aniqlash mumkin.

$$E(Ca^{2+}) = 40 : 2 = 20 \quad E(O^{2-}) = 16 : 2 = 8$$

$$E(Ca^{2+}) + E(O^{2-}) = 20 + 8 = 28$$

4. Kislotaning ekvivalentini aniqlash uchun kislota molyar massasini uning tarkibidagi metall atomiga o‘rnini beradigan vodorod soniga bo‘lish kerak.

$$E_{k-ta} = \frac{M_{k-ta}}{n(H)}$$

E_{k-ta} – kislota ekvivalent massasi;
M_{k-ta} – kislota molyar massasi (g);
n (H) – metallga o‘rnini bera oladigan vodorodlar soni.

Savol: H₂SO₄ ning ekvivalent massasini aniqlang.

Dastlab H₂SO₄ ning molyar massasini topamiz (2+32+16·4=98). H₂SO₄ tarkibida 2ta H atomi bor.

$$E(H_2SO_4) = \frac{M(H_2SO_4)}{n(H)} = \frac{98}{2} = 49$$

yoki

$$E(H^+) = \frac{A}{1} = \frac{1}{1} = 1 \quad E(SO_4^{2-}) = \frac{M(SO_4^{2-})}{2} = \frac{96}{2} = 48$$

$$E(H^+) + E(SO_4^{2-}) = 1 + 48 = 49$$

5. Asosning ekvivalentini aniqlash uchun asos molyar massasini gidroksil (OH) guruh soniga bo‘lish kerak.

$$E_{asos} = \frac{M_{asos}}{n(OH)}$$

E_{asos} – asos ekvivalent massasi
M_{asos} – asos molyar massasi (g)
n (OH) – gidroksid (OH) guruhlar soni

Savol: Ca(OH)₂ ning ekvivalent massasini aniqlang.

Dastlab Ca(OH)₂ ning molyar massasini topamiz (40+17·2=74). Ca(OH)₂ tarkibida 2 ta OH guruhi bor.

$$E(Ca(OH)_2) = \frac{M(Ca(OH)_2)}{n(OH)} = \frac{74}{2} = 37$$

$$\text{yoki } E(Ca^{2+}) + E(OH^-) = 20 + 17 = 37$$

6. Tuzning ekvivalentini aniqlash uchun tuz molyar massasini metall indeksi (n) va valentligi (V) ko‘paytmasiga bo‘lish kerak.

E_{tuz} – tuz ekvivalent massasi;

$$E_{\text{tuz}} = \frac{M_{\text{tuz}}}{n \cdot V}$$

M_{tuz} – tuz molyar massasi (g);

n – metall (kation) indeksi;

V – metall (kation) valentligi.

Savol: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ning ekvivalent massasini aniqlang.

Dastlab $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ning molyar massasini topamiz ($27 \cdot 2 + 96 \cdot 3 = 342$). $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ da alyuminiy III valentli va indeksi 2 ga teng.

$$E(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)}{n \cdot V} = \frac{342}{2 \cdot 3} = 57$$

yoki

$$E(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = E(\text{Al}^{3+}) + E(\text{SO}_4^{2-}) = 9 + 48 = 57$$

Barcha moddalar bir-birlari bilan ekvivalent miqdorida reaksiyaga kirishadi. Bu esa reaksiyaga kirishuvchi va reaksiyadan keyin hosil bo‘luvchi moddalarning miqdorini avvaldan aniqlashga imkon beradi. Masalan, kislotani neytrallashga 0,2 g/ekv ishqor sarf qilingan bo‘lsa, kislotadan ham 0,2 g/ekv reaksiyaga kirishgan bo‘ladi.

Ekvivalentlik qonuni deb, moddalar ularning ekvivalentlariga mos ravishda o‘zaro ta’sirlashiga aytildi. Ya’ni reaksiyaga kirishayotgan moddalar massalari nisbati, ularning ekvivalent og‘lari nisbatiga teng bo‘ladi.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

m_1, m_2 – moddalar massalari;

E_1, E_2 – moddalar ekvivalenti;

Ekvivalent hajm. Biror moddani ekvivalent og‘irligiga teng massasini egallagan hajmi shu moddaning **ekvivalent hajmi** deyiladi.

Moddalar ekvivalent og‘irliklari topilgani kabi ularning ekvivalent hajmlarini ham topish mumkin.

Masalan, vodorod 2 g massasi normal sharoitda 22,4 l hajjni egallaydi. Vodorodning ekvivalent massasi 1 g ga teng bo‘lsa u normal sharoitda 11,2 l hajjni egallaydi.

$$\frac{22,4 \text{ l}}{x} = \frac{2 \text{ g H}_2}{1 \text{ g}} \quad x = \frac{1 \cdot 22,4}{2} = 11,2 \text{ l}$$

Topilgan 11,2 l qiymat vodorodning ekvivalent hajmidir.

Xuddi shunday holda kislorodning ekvivalent hajmini aniqlash mumkin.

32 g O_2 normal sharoitda 22,4 l hajjni egallaydi, uning ekvivalent massasi 8 g kislorod normal sharoitda qanday hajjni egallashini topamiz.

$$\frac{22,4 \text{ l}}{\text{x}} = \frac{32 \text{ g O}_2}{8 \text{ g}} \quad x = \frac{8 \cdot 22,4}{32} = 5,6 \text{ l}$$

Demak kislороднинг эквивалент хажми $5,6 \text{ l}$ га тенг екан.

Mavzuga oid масалалар ва ularning yechimlari:

1. 20 g NaOH $24,5 \text{ g}$ kislota bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirishishi ma'lum bo'lsa, noma'lum kislotaninig ekvivalent og'irligini aniqlang.

Dastlab NaOH ning ekvivalent massasini aniqlab olamiz:

$$E_{\text{asos}} = \frac{M_{\text{asos}}}{n(\text{OH})}$$

E_{asos} – asos ekvivalent massasi;

M_{asos} – asos molyar massasi (g);

n – OH guruh soni.

Agar 20 g NaOH $24,5 \text{ g}$ noma'lum kislota bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirishsa 40 g NaOH qancha gramm kislota bilan reaksiyaga kirishishini topamiz.

$$\frac{m(\text{NaOH})}{m_{\text{k-ta}}} = \frac{E(\text{NaOH})}{E_{\text{k-ta}}} \longrightarrow \frac{20}{24,5} = \frac{40}{x} \quad x = \frac{24,5 \cdot 40}{20} = 49 \text{ g}$$

Javob: 49

2. $4,32 \text{ g}$ metall xlor bilan ta'sirlashib shu metallning $21,36 \text{ g}$ xloridi hosil bo'ladi. Metallarning ekvivalentини aniqlang.

Masalaning yechimi: bu masalani ekvivalentlik qonuni formulasidan foydalangan holda ishlaymiz:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

m_1, m_2 – мoddalar massalari;

E_1, E_2 – мoddalar ekvivalenti.

Dastlab metall xlorid massasidan metallning massasini ayirib, reaksiyaga kirishgan xlor massasini topib olamiz:

$$21,36 - 4,32 = 17,04 \text{ g xlor sarflangan}$$

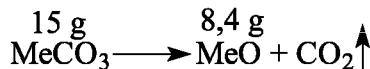
Metall va xlorning massalari ma'lum bo'ldi, endi yuqoridagi formulasidan foydalanib metallning ekvivalent og'irligini topamiz:

$$\frac{m_{\text{Me}}}{m_{\text{Cl}}} = \frac{E_{\text{Me}}}{E_{\text{Cl}}} \longrightarrow \frac{4,32}{17,04} = \frac{x}{35,5} \quad x = \frac{4,32 \cdot 35,5}{17,04} = 49 \text{ g}$$

Javob: 9

3. 15 g metall karbonat parchalanganda uning $8,4 \text{ g}$ oksidi hosil bo'lди. Metallning ekvivalentини aniqlang.

Masalaning yechimi: Avval taxminiy reaksiya tenglamasini yozib olamiz:



Masalani ekvivalentlik qonunu formulasiga asosan tenglama asosida ishlaymiz.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2} \longrightarrow \frac{m(\text{MeCO}_3)}{E(\text{MeCO}_3)} = \frac{m(\text{MeO})}{E(\text{MeO})}$$

Tenglamadagi $m(\text{MeCO}_3) = 15 \text{ g}$; $m(\text{MeO}) = 8,4 \text{ g}$ qiymatlari masala-ning shartida keltirilgan.

$E(\text{MeCO}_3)$ tarkibidagi Me ning ekvivalent massasini x deb belgilab olsak, CO_3^{2-} ionining ekvivalent massasi 30 ga teng bo'ladi. Shunda tenglama-ga $E(\text{MeCO}_3)$ o'rniga $x+30$ qiymatini qo'yamiz.

$E(\text{MeO})$ da ham Me ekvivalent massasini x deb olamiz, O (kislород) ekvivalent massasini 8 ga teng bo'lib, tenglamaga $E(\text{MeO})$ o'rniga $x+8$ qiymatini qo'yib tenglamani quyidagicha ifodalaymiz:

$$\frac{m(\text{MeCO}_3)}{E(\text{MeCO}_3)} = \frac{m(\text{MeO})}{E(\text{MeO})} = \frac{15}{x+30} = \frac{8,4}{x+8}$$

Tenglamani tuzib oldik, endi uni ishlab, x ning qiymatini topib olamiz:

$$\frac{15}{x+30} = \frac{8,4}{x+8}$$

$$15x + 120 = 8,4x + 252$$

$$6,6x = 132$$

$$x = 20$$

x ya'ni metallning ekvivalent massasi 20 ga teng ekan.

Javob: 20

4,54 g noma'lum metallni oksidlash uchun 48 g kislород sarflangan bo'lsa noma'lum metallni toping.

Agar 54 g noma'lum metall 48 g kislород bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirishsa, 8 g kislород bilan necha gramm metall ta'sirlashishini topib olamiz.

$$\frac{m_{\text{Me}}}{m_{\text{O}}} = \frac{E_{\text{Me}}}{E_{\text{O}}} \longrightarrow \frac{54}{48} = \frac{x}{8} \quad x = \frac{54 \cdot 8}{48} = 9 \text{ g/ekv}$$

Metallning ekvivalent massasi 9 grammligi ma'lum bo'ldi, endi uning qaysi metalligini topib olamiz:

$$E = \frac{A}{V}$$



$$A = E \cdot V$$

$9 \cdot 1 = 9$ g (I valentli atom massasi 9 ga teng bo‘lgan metall mavjud emas)
 $9 \cdot 2 = 18$ g (II valentli atom massasi 18 ga teng bo‘lgan metall mavjud emas)
 $9 \cdot 3 = 27$ g (III valentli atom massasi 27 ga teng bo‘lgan metall bu Al)

Savol va topshiriqlar

- Quyidagi birikmalarning ekvivalentini aniqlang: Br_2 , I_2 , SiO_2 ; Cl_2O_7 , HNO_2 ; H_2S ; H_2SO_3 ; MgSO_4 ; KClO_3 ; PbO_2 ; $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
- Quyidagi azot oksidlari tarkibidagi azotning ekvivalentini aniqlang: NO , N_2O_3 , NO_2 .
- Suyultirilgan sulfat kislotada 1,68 g metall erigan bo‘lib, 4,56 g sulfat tuzi hosil bo‘ladi. Metallning ekvivalentini aniqlang.
- 9,25 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 8,167 g noma’lum kislota bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirishishi ma’lum bo‘lsa, noma’lum kislotaning ekvivalentini aniqlang.
- 10,4 g $\text{Al}(\text{OH})_3$ 25,2 g noma’lum kislota bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirishishi ma’lum bo‘lsa, noma’lum kislotani aniqlang.
- 29,4 g H_2SO_4 20,6 g noma’lum asos bilan qoldiqsiz reaksiyaga kirishishi ma’lum bo‘lsa, noma’lum asosning ekvivalentini aniqlang.
- Noma’lum metallning 5,64 g nitratli tuzi sulfat kislota bilan ta’sirlashib shu metallning 4,8 g sulfatli tuzi hosil bo‘ldi. Metallning ekvivalentini aniqlang.
- 0,24 g metall yopiq idishda yondirilganda shu metallning oksidi hosil bo‘ldi. Normal sharoitga keltirilgan gaz hajmi 112 ml kamaydi. Metallning ekvivalentini toping.

8-§ Mendeleyev – Klapeyron tenglamasi

Kimyoviy reaksiyalarda gaz moddalar ko‘pgina hollarda reaksiyaga kirishuvchi yoki hosil bo‘luvchi mahsulot sifatida ishtirok etadi. Ko‘p masala va misollarni ishlashda normal sharoitdan foydalanamiz. Normal sharoit deganda quyidagi sharoit tushuniladi:

- Harorat 0°C (Selsiy shkalasi bo‘yicha). Yoki 273°K (Kelvin shkalasi bo‘yicha).
- Bosim 101,325 kPa (101325 Pa) yoki 1 atmosfera bosimi yoki 760 mm simob ustuni.

Gaz moddalar ishtirok etadigan jarayon esa har doim ham normal sharoitda bo‘lavermaydi. Reaksiya boradigan har xil sharoitlar uchun tegishli hisoblashlarni bajarishlarni ham bilib olish kerak. Buning uchun ideal holatdagi gazlar tenglamasi yoki Mendeleyev-Klapeyron (uni Klapeyron-Mendeleyev tenglamasi deb ham aytiladi) tenglamasidan foydalaniladi.

$$PV = nRT$$

P – bosim (kPa)

V – hajm (l)

n – modda miqdori (mol)

R – gazlarning universal doimiysi = 8,31

T – harorat (K)

Bu formulada temperatura Kelvin shkalasi bo'yicha hisoblanadi. Agar masalada Selsiy shkalasi bo'yicha berilsa, Kelvin shkalasiga o'tib olinadi. Buning uchun quyidagi formuladan foydalaniлади:

$$T = t + 273 \quad T - \text{Kelvin shkalasi bo'yicha harorat}$$

t – Selsiy shkalasi bo'yicha harorat

Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidagi bosim kiloPaskalda ifodalansa, universal gaz doimiysi (R) 8,31 ga teng deb olamiz. Agar bosim atmosfera bosimida ifodalansa, universal gaz doimiysi (R) ham o'zgaradi. Ya'ni 0,082 ga ($8,314:101,325=0,082$) teng bo'lib qoladi.

Masala ishslashda formuladagi universal gaz doimiysi (R) qiymatini 0,082 deb olinadi.

Agar bosim mm simob ustunida berilgan bo'lsa, uni atmosfera bosimiga (760 mm simob ustuni=1atm) o'tkazib olinadi va masala ishslashda davom etiladi.

Modda miqdorini (n) aniqlash uchun modda massasini (m), uni molyar massasiga (M) bo'lishimiz kerak.

$$n = \frac{m}{M}$$

Yuqorida berilgan Mendeleyev-Klapeyron tenglamasida modda miqdorini, massani molyar massaga bo'lish orqali ifodallasak bo'ladi. Unda formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

Shu formulani qulayroq bo'lishi uchun quyidagicha ifodallasak ham bo'ladi:

$$PVM = mRT$$

Mavzuga oid masalalar va ularni yechish usullari

1-masala: 166,2 kPa bosim va temperatura -73 °C ga teng bo'lgan sharoitda 12,8 g kislородning hajmini (l) aniqlang.

Masalaning yechimi: Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan hajmni (V) topish formulasini keltirib chiqaramiz:

$$PV = nRT \quad \longrightarrow \quad V = \frac{nRT}{P}$$

Dastlab kislorodning modda miqdorini topib olamiz:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{12,8}{32} = 0,4 \text{ mol}$$

Endi masala shartida berilgan qiymatlarni formulaga qo'yib hajmni aniqlaymiz:

$$T = 273 + (-73)^\circ\text{C} = 200^\circ\text{K}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0,4 \cdot 8,31 \cdot 200}{166,2} = 4 \text{ l}$$

Javob: 4 l

2-masala: Qanday bosimda (kPa) temperatura 47°C ga teng bo'lgan sharoitda 14 g is gazi 10 l hajmni egallaydi?

Masalaning yechimi: Mendeleyev-Klapeyron tenglamarasidan bosimni (P) topish formulasini keltirib chiqaramiz:

$$PV = nRT \quad \longrightarrow \quad P = \frac{nRT}{V}$$

Dastlab is gazining modda miqdorini topib olamiz:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{14}{28} = 0,5 \text{ mol}$$

Endi masala shartida berilgan qiymatlarni formulaga qo'yib bosimni aniqlaymiz:

$$T = 273 + 47^\circ\text{C} = 320^\circ\text{K}$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 320}{10} = 132,96 \text{ kPa}$$

Javob: 132,96 kPa

3-masala: Qanday temperaturada (C°) bosim 2 atm ga teng bo'lganda, 1 mol uglerod (IV) oksidi $12,3 \text{ l}$ hajmni egallaydi?

Masalaning yechimi: Mendeleyev-Klapeyron tenglamarasidan haroratni (T) topish formulasini keltirib chiqaramiz:

$$PV = nRT \quad \longrightarrow \quad T = \frac{PV}{nR}$$

Masala shartida berilgan qiymatlarni formulaga qo'yib haroratni aniqlaymiz:

$$P = 2 \text{ atm} \cdot 101,325 \text{ kPa} = 202,65 \text{ kPa}$$

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{202,65 \cdot 12,3}{1 \cdot 8,31} = 300^\circ \text{K}$$

Masala shartida harorat Selsiy shkalasida so‘ralgani uchun 300°K dan 273 ni ayirib Selsiy shkalasidagi haroratni topamiz:

$$t = 300^\circ \text{K} - 273 = 27^\circ \text{C}$$

Javob: 27

4-masala: Molyar massasi 32 g/mol bo‘lgan 12 g gazning egallagan hajmi 1 l bo‘lsa va $2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ bosim ostida bo‘lsa, temperaturasini hisoblang.

Masalaning yechimi: Masala shartiga ko‘ra berilgan kattaliklar yoziladi.

$$P = 2 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 2 \cdot 10^3 \text{ kPa}$$

$$V = 1 \text{ l}$$

$$m = 12 \text{ g}$$

$$M = 32 \text{ g/mol}$$

$$R = 8,31 \text{ joul/K} \cdot \text{mol} \quad n = \frac{m}{M} = \frac{12 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 0,375 \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

Yuqoridagi tenglamadan T ni topish tenglamasini keltirib chiqarib hisoblanadi.

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,375 \cdot 8,31} = 642 \text{ K}$$

$$642 - 273 = 369^\circ \text{C}$$

Javob: 369°C

5-masala: $207,75 \text{ kPa}$ bosimda, temperatura 27°C ga teng bo‘lganda, $42,5 \text{ g}$ noma’lum gaz 30 l hajjni egallasa, noma’lum gazni toping.

Masalaning yechimi: Dastlab Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi orqali noma’lum gazning modda miqdorini topib olamiz:

$$T = 273 + 27^\circ \text{C} = 300^\circ \text{K}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{207,75 \cdot 30}{8,31 \cdot 300} = 2,5 \text{ mol}$$

Noma’lum gazning modda miqdori hamda uning massasi ma’lum, shu asosda uning molyar massasini aniqlaymiz:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{42,5}{2,5} = 17 \text{ g/mol}$$

Demak noma'lum gazning molyar massasi 17 g/mol ekan, bu NH_3 dir.
Javob: NH_3

6-masala: 150 kPa bosim, haroratni 27 °C ga teng bo'lganda, 4,155 l azot tarkibidagi molekulalar sonini toping.

Masalaning yechimi: Mendeleyev-Klapeyron tenglamasidan modda miqdorini (n) topish formulasini keltirib chiqaramiz:

$$\boxed{PV = nRT} \quad \Rightarrow \quad n = \frac{PV}{RT}$$

Endi masala shartida berilgan qiymatlarni formulaga qo'yib modda miqdorini topib olamiz:

$$T = 273 + 27^\circ\text{C} = 300^\circ\text{K}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{150 \cdot 4,155}{8,31 \cdot 300} = 0,25 \text{ mol}$$

Azotning modda miqdori ma'lum bo'ldi, endi uning molekulalari sonini topamiz:

$$\boxed{N = n \cdot N_A}$$

$$N = 0,25 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,505 \cdot 10^{23}$$

Javob: $1,505 \cdot 10^{23}$

7-masala: 124,65 kPa bosim, temperatura 77 °C ga teng bo'lganda, 7 l metan tarkibidagi atomlar sonini toping.

Masalaning yechimi: Dastlab Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi orqali masala shartida berilgan qiymatlardan foydalanib modda miqdorini topib olamiz:

$$T = 273 + 77^\circ\text{C} = 350^\circ\text{K}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{124,65 \cdot 7}{8,31 \cdot 350} = 0,3 \text{ mol}$$

Metanning modda miqdori ma'lum bo'ldi, endi uning atomlar sonini aniqlaymiz:

$$N = n \cdot N_A \cdot A.s$$

A.s - bitta metan molekulasidagi atomlar soni ya'ni CH_4 tarkibida 5 ta atom bor.

$$N = 0,3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 5 = 9,03 \cdot 10^{23}$$

Javob: $9,03 \cdot 10^{23}$

MUSTAQIL ISHLASH UCHUN MASALALAR

1. 300 kPa bosimda, harorat 27°C ga teng bo'lgan sharoitda $33,24 \text{ l}$ vodorod tarkibidagi molekulalar sonini toping.
2. 232,5 kPa bosimda, harorat 37°C ga teng bo'lgan sharoitda $8,31 \text{ l}$ oltingugurt (IV) oksidi tarkibidagi molekulalar sonini toping.
3. 110 kPa bosimda, harorat 57°C ga teng bo'lgan sharoitda $24,93 \text{ l}$ etan tarkibidagi atomlar sonini toping.
4. 161,5 kPa bosimda, harorat 50°C ga teng bo'lgan sharoitda $49,86 \text{ l}$ NH_3 tarkibidagi atomlar sonini toping.
5. 202,65 kPa bosimda, harorat 0°C ga teng bo'lgan sharoitda 2 g vodorod qancha hajmni (l) egallaydi?
6. 103,4 kPa bosimda, harorat -23°C ga teng bo'lgan sharoitda 10 g argon qancha hajmni (l) egallaydi?
7. Qanday bosimda (kPa) harorat 30°C ga teng bo'lganda 4 g neon 5 l hajmni egallaydi?
8. Qanday bosimda (kPa) harorat 25°C ga teng bo'lganda 15 g azot (II) oksidi 10 l hajmni egallaydi?
9. Qanday haroratda (C°) bosim $1,5 \text{ atm}$ ga teng bo'lganda 2 mol oltingugurt (IV) oksidi $33,6 \text{ l}$ hajmni egallaydi?
10. Qanday haroratda (K°) bosim $2,5 \text{ atm}$ ga teng bo'lganda 3 mol azot (IV) oksidi 28 l hajmni egallaydi?
11. 166,2 kPa bosim, 27°C da 4 g noma'lum gaz $3,75 \text{ l}$ hajmni egallasa, noma'lum gazning molyar massasini toping.
12. Normal atmosfera bosimi, 77°C da 40 g noma'lum gaz $57,4 \text{ l}$ hajmni egallasa, noma'lum gazni molyar massasini toping.
13. Bosim 1 atm bo'lganda 5 l metan qanday haroratda $2,846 \text{ g}$ massaga ega bo'lishini aniqlang.

3-BOB. KUCHLI VA KUCHSIZ ELEKTROLITLAR. DISSOTSIYALANISH. GIDROLIZ

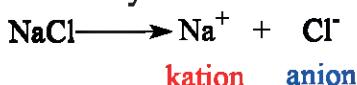
9 - §. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar haqida tushuncha

1887-yilda S. Arrenius elektrolitik dissotsiatsiyalish nazariyasini taklif etdi. Bu nazariyaning zamonaviy talqini quyidagicha:

1. Elektrolit moddalarning suvda eriganda yoki suyuqlantirilganda ionlarga ajralishi dissotsiatsiya deyiladi. Ionlar manfiy va musbat bo'ladı.



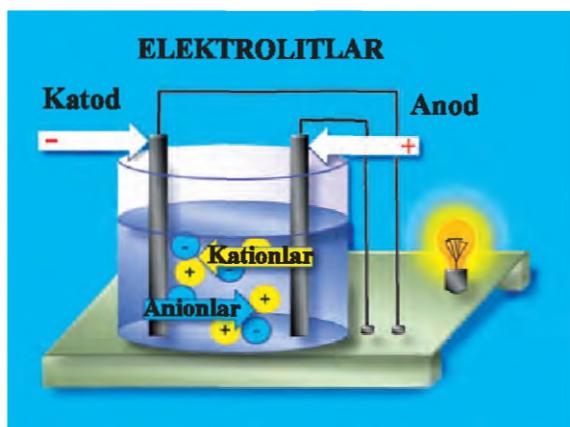
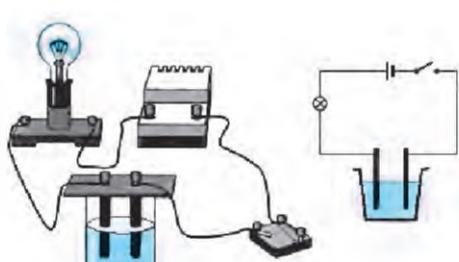
2. Elektr toki ta'sirida musbat ionlar katodga, manfiy ionlar esa anodga tomon harakatlanadi. Shu sababli musbat zaryadlangan ionlar kationlar, manfiy zaryadlanganlari anionlar deyiladi.



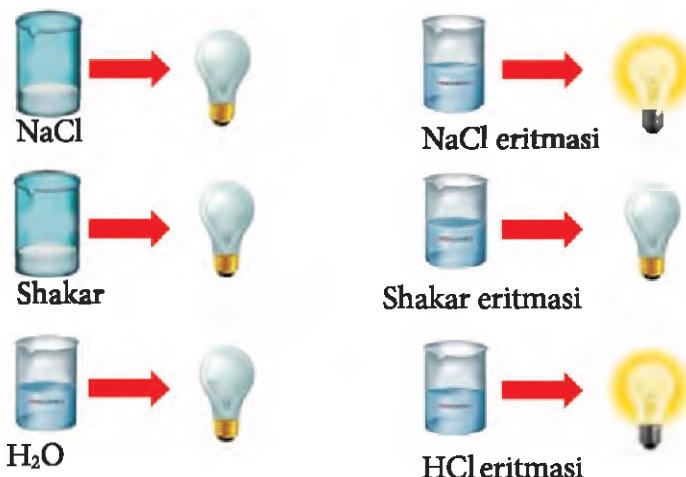
3. Dissotsiatsiya jarayoni qaytar jarayondir. Dissotsiatsiya natijasida hosil bo'lgan qarama-qarshi zaryadli ionlar bir-biri bilan to'qnashib, qaytadan molekulaga aylanadi va bu assotsiatsiya deyiladi.



Elektrolit va noelektrolitlar haqida tushunchaga ega bo'lisdan oldin bir tajribani ko'rib chiqamiz. Buning uchun rasmida ko'rsatilgan asbob yordamida osh tuzining konsentrangan eritmasidan tok o'tkazib ko'ramiz.



Natijada lampochka yorug' yonadi. Suyultirilgan holatda ham lampochka yorug'ligi deyarli o'zgarmaydi. Shu tajribani NaOH, HCl, KCl, KOH, HNO₃ eritmalarida takrorlaganimizda lampochka yorug' yonadi.



NH₄OH, H₂SO₄, CH₃COOH bilan bajarilgan tajribalarda ularning konsentrlangan eritmalaridan tok o'tkazilsa lampochka yonmaydi, ularning eritmalar suyultirilsa lampochka yonadi va qanchalik suyultirib borilsa shunchalik lampochka yorug' yonadi, ya'ni ravshanlashib boradi. Demak, bunday eritmalar faqat o'ta suyultirilgandagina to'liq dissotsiatsiyalanadi va o'zidan elektr tokini yaxshi o'tkazadi.

suv molekulasi 	Kuchsiz elektrolit 	
Kuchli elektrolit 	NaCl kristallari 	
Noelektrolit	Kuchli elektrolit	
Kuchsiz elektrolit		

Agar bir xil konsentratsiyali har xil eritmalarni elektr o'tkazuvchalligini solishtirib ko'rilsa, ularning dissotsiatsiyalanish qobiliyati turlicha ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin.

Masalan, NaOH, KOH, HCl, HNO_3 larning 0,1 M li eritmalarida molekulalarning ko'proq qismi ionlarga ajralgan bo'lsa, NH_4OH , H_2S , CH_3COOH larning 0,1 M li eritmaları deyarli dissotsiyalanmaydi yoki juda oz qismi ionlarga ajraladi.

Moddalarning elektr tokini o'tkazish yoki o'tkazmasligiga qarab ikki guruhga bo'lish mumkin.

1. Elektrolitlar.

2. Noelektrolitlar.

Eritmali yoki suyuqlanmalari elektr tokini o'tkazadigan moddalar **elektrolitlar** deyiladi. Elektrolitlarga suvda eriydigan kislotalar, ishqorlar va tuzlar kiradi.

Elektrolitlar faqat suvda eritilganda yoki yaxshilab suyuqlantirilganda elektr tokini o'tkazadi. Kristall holda ular elektr tokini yomon o'tkazadi yoki butunlay o'tkazmaydi.

Elektrolitlar	
Kuchli	Kuchsiz
1. Kuchli kislotalar: H_2SO_4 , HCl , HClO_4 , HClO_3 , HBr , HMnO_4 , HJ , HNO_3 . Kislorodli kislotalarda (H_nEO_m) kislorod sonidan (m) vodorod soni (n) ayiriladi. Natija 2 ga teng yoki katta bo'lsa, kuchli elektrolit hisoblanadi. ($m-n \geq 2$)	1. Kuchsiz kislotalar: H_2CO_3 , H_2S , HNO_2 , H_2SO_3 , HF, HCN Natija 2 dan kichik bo'lsa, kuchsiz elektrolit hisoblanadi. ($m-n < 2$)
2. Ishqorlar (davriy sistemadagi IA va IIA guruh elementlarining (Be va Mg dan tashqari) gidroksidlari)	2. Kuchsiz asoslar: NH_4OH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$
3. Suvda yaxshi eriydigan tuzlar: NaCl , K_2SO_4 , KClO_3 , $\text{CH}_3\text{COO NH}_4$ (Eruvchanlik jadvali asosida)	3. Suvda yomon eriydigan tuzlar (Eruvchanlik jadvali asosida)
	Barcha organik kislotalar, suv

Eritmali yoki suyuqlanmalari elektr tokini o'tkazmaydigan moddalar elektrolitmaslar (noelektrolitlar) deyiladi.

Elektrolitmaslarga qutbsiz kovalent bog'lanishli moddalar, metan, karbonat angidrid, shakar, spirtlar va distillangan suv kiradi.

Savol va test topshiriqlar

1. Bir molekula ammoniy dixromat va 3 molekula vismut (III) nitrat tuzlari dissotsiatsiyalanganda hosil bo'lgan umumiy ionlar sonini aniqlang.
2. Quyidagi birikmalarining suvdagi eritmalarini elektrolitlarning qaysi toifasiga kiritish mumkin: CuSO_4 , NH_4NO_3 , BaCl_2 , HF, H_2SO_3 , Na_2S , H_2S ?
3. Qaysi qatorda faqat kuchsiz elektrolitlar joylashgan?

- A) KCl, Na₂SO₄, KOH, Ca(NO₃)₂; B) KNO₃, HCl, CaCO₃, LiOH;
 C) Ni(OH)₂, HClO₄, NH₄OH, H₂CO₃; D) CH₃COOH, H₂CO₃, H₂SO₃, NH₄OH.

4. Qaysi qatorlarda faqat kuchli elektrolitlar keltirilgan?

- 1) CH₃COOH, NH₄OH, HNO₂; 2) Na₂SO₄, AlCl₃, H₂SO₄; 3) Al(OH)₃, NH₄OH, NaOH; 4) NaCl, HF, Zn(OH)₂; 5) H₂SO₃, NH₄OH, H₂CO₃;

- 6) CaCl₂, HNO₃, CuSO₄. A) 1, 3, 5; B) 1, 5; C) 2, 4, 6; D) 2, 6.

5. Qaysi qatorda kuchli elektrolitlar joylashgan? 1) alyuminiy nitrat;

- 2) magniy gidroksid; 3) natriy sulfat; 4) kaliy atsetat; 5) sirka kislota; 6) kalsiy karbonat

- A) 1, 3, 4; B) 2, 5, 6; C) 1, 4; D) 5, 6.

6. Qaysi qatorda faqat kuchsiz elektrolitlar keltirilgan? 1) nitrit kislota;

- 2) natriy sulfat; 3) sulfit kislota; 4) litiy gidroksid; 5) karbonat kislota;

- 6) ammoniy gidroksid; 7) alyuminiy xlorid; 8) perxlorat kislota.

- A) 1, 3, 5, 6; B) 1, 4, 7, 6; C) 2, 3, 5, 8; D) 2, 4, 7, 8.

7. Qaysi moddalar kuchsiz elektrolit hisoblanadi? 1) vodorod ftorid;

- 2) nitrit kislota; 3) kaliy karbonat; 4) natriy gidrokarbonat; 5) ammoniy gidroksid; 6) ammoniy sulfat. A) 3, 4, 6; B) 2, 3; C) 1, 5; D) 1, 2, 5.

10-§ Dissotsiatsiyalanish darajasi. Qisqa va to'liq ionli tenglamalar

O'tgan mavzularda har xil konsentratsiyadagi eritmalardan o'tkazilgan elektr toki ularni ionlarga ajratishini bir xilda emasligini isbotini ko'rgan edik. Ya'ni osh tuzining yuqori konsentratsiyali eritmasida ham, suytirilgan eritmasida ham tok o'tganda lampochka yorug'ligi bir xil bo'lsa, sirka kislotada esa konsentrlangan eritmasidan tok o'tganda lampochka yonmadi va eritma qanchalik suytirilsa lampochka shuncha ravshan yongan edi. Bu holat eritmalarda molekulalar ionlarga har doim ham to'liq ajralmasligini ko'rsatadi.

Tajribalarga asoslangan holda quyidagi xulosaga kelish mumkin:

1. Ba'zi elektrolitlar suvli eritmalarida konsentratsiyasining qandayligidan qat'i nazar ionlarga to'liq dissotsiatsiyalanadi. Bunday elektrolitlarga ionli kristall panjaraga ega bo'lgan moddalar kiradi.

2. Qisman dissotsiatsiyalanadigan elektrolitlarning eritmalarini suytirilgandagina dissotsiatsiyalanadi.

3. Eritmadagi dissotsiatsiyalangan molekulalar sonini umumiyl molekulalar soniga nisbatini **dissotsiatsiyalanish darajasi** deb ataladi va α (alfa) bilan belgilanadi.

$$\alpha = \frac{n}{N}$$

α – dissotsiatsiyalanish darajasi;

n – dissotsiatsiyalangan molekulalar soni;

N – eritmadagi umumiyl molekulalar soni.

Dissotsiatsiyalanish darajasi deb, dissotsiatsiyalangan molekulalar sonini eritmadagi molekulalarning umumiyl soni nisbatiga aytildi. Masalan, 1 mol sulfat kislotaning suvli eritmasida barcha molekulalarining yarmi ionlarga

ajralgan, deb faraz qilsak, yuqorida berilgan formuladan foydalanib, dissotsiatsiyalish darajasi hisoblanadi:

$$\alpha = \frac{n}{N} = \frac{3,01 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 0,5$$

Ba'zan dissotsiatsiyalish darajasi foizlarda hisoblanadi:

$$\alpha \% = \alpha \cdot 100 \% = 0,5 \cdot 100 = 50 \%$$

Elektrolitlar shartli ravishda 3ta guruhga bo'linadi:

1. Kuchsiz elektrolitlar : $\alpha \% < 3 \%$.
2. O'rtacha kuchli elektrolitlar: $3 \% < \alpha \% < 30 \%$.
3. Kuchli elektrolitlar: $\alpha \% > 30 \%$.

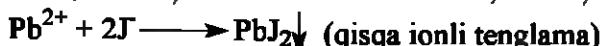
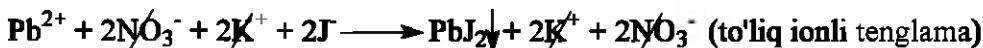
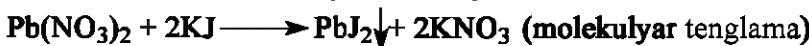


Dissotsiatsiyalish darajasi erigan moddaning va erituvchining tabiatiga, eritmaning konsentratsiya va haroratiga bog'liq bo'ladi.

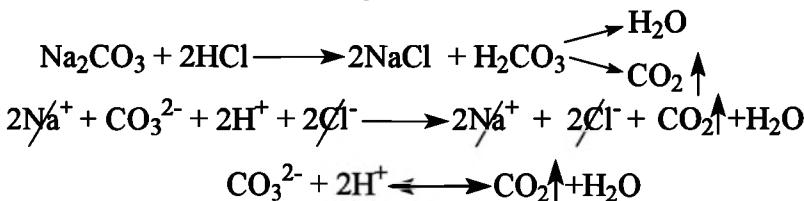
Ionlarning almashinish reaksiyalarini

Elektrolitlarning eritmalarida sodir bo'ladigan kimyoviy reaksiyalar elektrolit moddaning dissotsiatsiyalishidan hosil bo'lgan ionlar ishtirokida amalga oshadi. Ionlar orasida boradigan kimyoviy reaksiyalarning tenglamalarini tuzishda kuchli elektrolit moddani dissotsiatsiyalangan holda, kuchsiz elektrolitlar, suvda erimaydigan cho'kma moddalar, gaz holatga o'tib reaksiya muhitidan chiqib ketadigan moddalarning molekulyar formulalari yoziladi. Elektrolit eritmalar orasida boradigan reaksiyalarni ionlarning amashinish reaksiyalarini deb qaraladi va ular quyidagicha sodir bo'ladi:

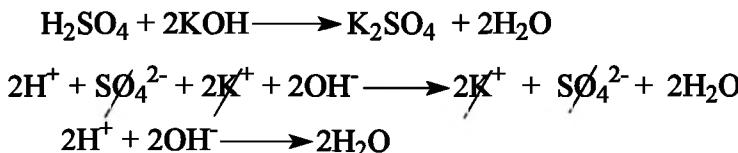
1. Cho'kma hosil bo'ladigan reaksiyalar:



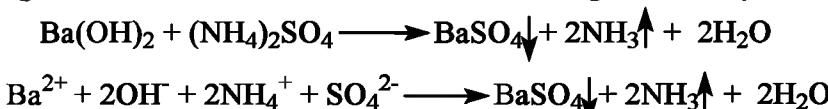
2. Gaz holatidagi moddalar ajralib chiqadigan reaksiyalar:



3. Ionlarga kam dissotsiatsiyalanadigan modda hosil bo'ladigan reaksiyalar:



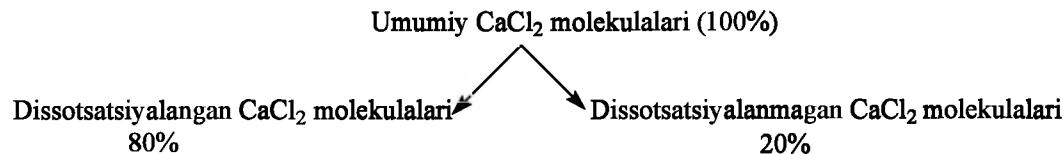
4. Bir vaqtning o'zida ham gaz, ham cho'kma, ham kam dissotsiatsiyalanadigan modda hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar:



Dissotsiatsiyalanish darajasi mavzusiga oid masalalar va ularning yechimi:

1-masala: CaCl_2 eritmasida dissotsiatsiyalanmagan molekulalar soni 50 ta bo'lsa, eritmada xlor ionlarining sonini toping. ($\alpha=80\%$).

Masalaning yechimi: CaCl_2 ning dissotsiatsiyalanish darajasi 80 % ga teng ekan, ya'ni eritmada barcha CaCl_2 molekulalari 100 % bo'lsa, shundan 80% molekula ionlarga ajralgan, qolgan 20 % molekula ($100-80=20$) ionlarga ajralmagan bo'ladi.



Agar eritmada 50 ta dissotsiatsiyalanmagan molekulalar 20 % ni tashkil etsa, 80 % dissotsatsiyalangan molekulalar sonini aniqlaymiz:

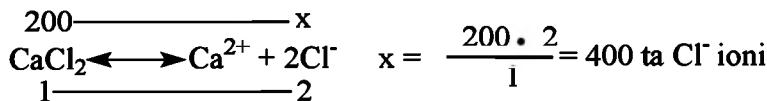
$$\begin{array}{ccc} 80 \% & & 20 \% \\ \hline x & & 50 \text{ ta molekula} \end{array}$$

$$x = \frac{50 \cdot 80}{20} = 200 \text{ molekula } \text{CaCl}_2 \text{ dissotsatsiyalangan}$$

Endi kalsiy xloridning dissotsiatsiyalishini yozib olamiz:



1 molekula CaCl_2 dissotsiatsiyalanganda 2 ta xlor ioni hosil bo'lsa, 200 ta molekula CaCl_2 dan nechta xlor ioni hosil bo'lishini aniqlaymiz:



Demak eritmada 400 ta xlor ioni hosil bo'lgan ekan.

Javob: 400

2-masala: 3 l 0,4 M li nitrit kislota eritmasidagi nitrit (NO_2^-) ionlari sonini toping. ($\alpha = 0,5\%$)

Masalaning yechimi: Dastlab eritma hajmi hamda molyar konsentrasiyasidan foydalanib erigan moddaning (nitrit kislotaning) miqdorini topib olamiz:

$$n_{\text{erigan modda}} = C_M \cdot V_{\text{eritma}}$$

$$n = 0,4 \cdot 3 = 1,2 \text{ mol HNO}_2$$

Demak eritmada 1,2 mol HNO_2 molekulalari 100 % ni tashkil etsa, ionlarga ajralgan 0,5% molekulalar sonini proporsiya orqali topib olamiz:

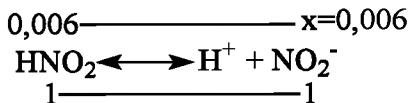
$$\begin{array}{c} 1,2 \text{ mol} \qquad 100\% \\ \hline x \qquad \qquad \qquad 0,5\% \end{array}$$

$$x = \frac{1,2 \cdot 0,5}{100} = 0,006 \text{ mol HNO}_2 \text{ ionlarga ajralgan}$$

Endi HNO_2 ning molekulasi dissotsiatsiyalanishini yozib olamiz:



Demak 1 ta HNO_2 molekulasi dissotsiatsiyalanganda 1 ta NO_2^- ioni hosil bo'lsa, 0,006 mol HNO_2 dan 0,006 mol NO_2^- ioni hosil bo'ladi:



NO_2^- ionlarining miqdori ma'lum bo'ldi, endi uning sonini topamiz:

$$N(\text{NO}_2^-) = 0,006 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,612 \cdot 10^{21}$$

Javob: $3,612 \cdot 10^{21}$

Mavzuga doir masalalar:

1. 2 l 0,1 M li sirka kislota eritmasidagi atsetat (CH_3COO^-) ionlari sonini toping. ($\alpha = 2\%$)

2. Na_2SO_4 eritmasida dissotsiatsiyalanmagan molekulalar soni 40 ta bo'lsa, eritmada natriy ionlari sonini toping. ($\alpha = 75\%$)

- Xrom (III) sulfat eritmasida 210 ta sulfat ioni bor bo'lsa, dissotsiatsiyalanmagan xrom (III) sulfat molekulalari sonini toping. ($\alpha=70\%$)
- 300 ml 0,5 M li chumoli kislota eritmasidagi formiat (HCOO^-) ionlari sonini toping. ($\alpha=0,1\%$)
- 1 l 0,5 M li sirka kislota eritmasidagi atsetat (CH_3COO^-) ionlari sonini toping. ($\alpha=0,2\%$)

11-§ Tuzlarning gidrolizi va undagi eritma muhiti

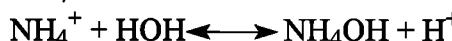
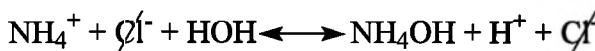
Tuzlar ko'p holatlarda asoslar bilan kislotalarning orasida boradigan reaksiyalar natijasida hosil bo'ladi. Bu jarayonda ishtirok etayotgan ionlar kuchli va kuchsiz elektrolitligi bilan farq qiladi. Tuzlar bilan suv orasida almashinish reaksiyasi sodir bo'ladi, bu reaksiyalar gidroliz reaksiyalaridir. Yunonchada "gidro" – suv, "lizis" – ajralish degan ma'noni bildiradi.

Tuzlarning dissotsiatsiyalanishidan hosil bo'lgan ionlarni suv bilan o'zaro ta'sirlashuvidan kuchsiz elektrolitning hosil bo'lishi gidroliz deb ataladi.

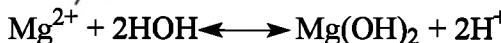
Tuzlarning tarkibidagi ionlarga ko'ra quyidagi gidroliz reaksiyaları farqlanadi:

1. Kation bo'yicha sodir bo'ladigan gidroliz reaksiyaları:

Kuchli kislota va kuchsiz asosdan hosil bo'lgan tuzning gidrolizi



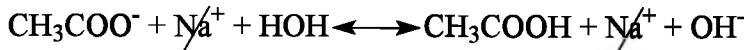
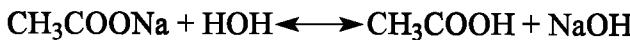
yoki



Yuqoridagi reaksiyalardan ko'rinish to'ribdiki, gidroliz reaksiyasi natijasida kuchsiz elektrolitlar (NH_4OH , Mg(OH)_2) kationlarning (NH^+ va Mg^{2+}) suv bilan ta'sirlashishi natijasida hosil bo'ldi. Shuning uchun bunday reaksiyalar kation bo'yicha sodir bo'ladigan gidroliz reaksiyalar deyiladi. Bu reaksiyalarda eritma muhiti kislotali bo'ladi. Chunki qisqa ionli tenglamlalarda vodorod ionlari (H^+) hosil bo'lmoqda. Bu esa eritmada vodorod ionlari (H^+) gidroksid ionlaridan (OH^-) ko'p ekanligini ko'rsatadi. Natijada kislotali muhit hosil bo'ladi.

2. Anion bo'yicha sodir bo'ladigan gidroliz reaksiyaları:

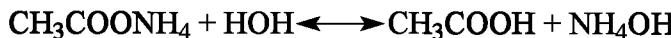
Kuchli asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'ladigan tuzlar.



Bu gidroliz reaksiyasida atsetat anionining suv bilan ta'sirlashishi natijasida kuchsiz elektrolit – sirka kislotasi hosil bo'ldi. Shuning uchun bunday reaksiyalar **anion bo'yicha sodir bo'ladigan gidroliz reaksiyalar** deyiladi. Bu reaksiyalarda eritma muhitni ishqoriy bo'ladi. Chunki qisqa ionli tenglama larda gidroksid ionlari (OH^-) hosil bo'lmoqda. Bu eritmada gidroksid ionlari (OH^-) vodorod ionlaridan (H^+) ko'p ekanligini ko'rsatadi. Natijada ishqoriy muhit hosil bo'ladi.

3. Ham kation, ham anion bo'yicha sodir bo'ladigan gidroliz reaksiyalar:

Kuchsiz asos va kuchsiz kislotadan hosil bo'ladigan tuzlarning gidrolizi.



Bu gidroliz reaksiyasi natijasida kuchsiz elektrolitlar (CH_3COOH , NH_4OH) ham kation (NH_4^+), ham anion (CH_3COO^-) suv bilan ta'sirlashishi natijasida hosil bo'ldi. Shuning uchun bunday reaksiyalar **ham kation, ham anion bo'yicha sodir bo'ladigan gidroliz reaksiyalar** deyiladi. Bu reaksiyalarda eritma muhitni neytral bo'ladi. Chunki bu eritmada gidroksid ionlari (OH^-) va vodorod ionlari (H^+) bir-biriga teng. Natijada neytral muhit hosil bo'ladi.

4. Kuchli asos va kuchli kislotadan hosil bo'ladigan tuzlari gidrolizga uchramaydi.

Gidroliz reaksiyalarini ta'rifida gidroliz reaksiyasi natijasida kuchsiz elektrolit hosil bo'lishi aytilgan edi. Bu reaksiyalarda esa kuchsiz elektrolit hosil bo'lmaydi. Bu reaksiyalarda ham eritma muhitni neytral bo'ladi. Chunki toza suvda gidroksid ionlari (OH^-) va vodorod ionlari (H^+) bir-biriga teng.

Cho'kmalar ham gidrolizga uchramaydi. Misol qilib, CaCO_3 ni olishimiz mumkin. CaCO_3 suv bilan deyarli ta'sirlashmaydi. Suv bilan ta'sirlashmagani sababli gidroliz reaksiyasiga kirishmaydi.

Tuzlar gidrolizi haroratga, eritma konsentratsiyasi va eritma muhitiga bog'liq.

Gidroliz jarayoni harorat ko'tarilganda tezlashadi, va aksincha harorat pasaytirilganda sekinlashadi. Masalan: issiq havoda oziq moddalarining sifatini tezda buzilib qolishi bizlarga ma'lum. Bunga sabab organik moddalarning gidroliz reaksiyasi natijasida parchalanishidir. Shu sababdan gidroliz jarayonini sekinlashtirish uchun ozuqa moddalarini past haroratda (muzlatkichda) saqlanadi.

Tuzlarning eritmasida suvning miqdori ko'p bo'lsa, gidroliz tezroq boradi. Agar suvning miqdori kamroq bo'lsa gidroliz sekinroq amalga oshadi.

Bundan shunday xulosa chiqadiki eritmaga suv qo'shib gidrolizni tezlash-tirish mumkin. Agar gidrloz jarayonini sekinlatish kerak bo'lsa, eritmani bug'latib, uni tarkibidagi suvni kamaytirish kerak bo'ladi.

Agar gidroliz natijasida eritma ishqoriy muhitga ega bo'lsa, bunday tuzning gidrolizini tezlashtirish uchun eritmaga oz miqdorda kislota yoki kislotalik muhit beruvchi tuzni qo'shish kerak bo'ladi. Masalan: CH_3COONa eritmasida muhit ishqoriy bo'ladi, bu tuzning gidrolizini tezlashtirish uchun eritmaga 1-2 tomchi sirkal kislota yoki CuCl_2 eritmasini qo'shishimiz kerak. Ushbu tuzni gidrolizini sekinlatish uchun esa eritmaga 1-2 tomchi ishqor (NaOH) eritmasi yoki ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuz eritmasi (Na_2CO_3) dan qo'shish kerak.

Gidrolizga ta'sir etuvchi omillar	Gidroliz reaksiyasini tezlashtiradi	Gidroliz reaksiyasini sekinlashtiradi
Eritmaning konsentratsiyasi	Konsentratsiyani kamaytirish ya'ni suv qo'shish	Konsentratsiyani oshirish ya'ni suvni bug'latish
Harorat	Haroratni ko'tarish	Haroratni kamaytirish
Eritmaning muhiti	Eritma muhitiga nisbatan teskan muhitga ega bo'lgan modda qo'shish	Eritma muhitiga mos modda qo'shish

Vodorod ko'rsatkich. (pH)

Suv juda kuchsiz elektrolit bo'lib, juda oz miqdorda vodorod va gidroksid ionlariga ajraladi. Suvning ionlanish tenglamasini quyidagicha yozamiz: $\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$. Bu ionlarning teng miqdorda bo'lishi neytral muhitni ta'minlab beradi.

Eritmada H^+ ionlari ko'p bo'lsa, muhit kislotali bo'ladi. Aksincha, OH^- ionlari ko'p bo'lsa muhit ishqoriy bo'ladi. Kimyo fanida eritma muhiti quyidagi jadval yordamida ifodalanadi. Bu jadval H^+ ionlari miqdoriga asoslangan bo'lib, pH ko'rsatkichi yordamida ifodalanadi.

pH



eritma muhit

Tibbiyotda pH ko'rsatkichi muhim ahamiyatga ega. Sog'lom organizmdagi suyuqliklarning pH qiymati quyidagicha: Qonning pH ko'rsatkichi 7,4 ga, hazm jarayonida oshqozonning pH 1,5-2 ga, so'lakda esa tinch holatda pH 5-8 ko'rsatkichlari orasida o'zgaradi. Bu ko'rsatkichlarning o'zgarishi inson tanasida ma'lum bir kasallik borligini ko'rsatadi.

Ayrim tuzlarning suvdagi eritmasining indikatorlarga munosabati:

Tuzlarning eritmalar	Tuz eritmalarining indikatorlarga ta'siri		
	Lakmus	Fenolftalein	Metil zarg'aldog'i
Kaliy nitrat (pH=7)	Rangi o'zgarmaydi	Rangi o'zgarmaydi	Rangi o'zgarmaydi
Alyuminiy nitrat (pH<7)	Qizaradi	Rangi o'zgarmaydi	Pushti
Natriy karbonat (pH>7)	Ko'karadi	To'q qizil	Sariq

Mavzuga oid test topshiriqlari

- Qaysi tuzlar faqat kation bo'yicha gidrolizga uchraydi? A) kalsiy karbonat; magniy xlorid B) natriy atsetat; alyuminiy xlorid; C) ammoniy xlorid; rux nitrat D) bariy nitrat; kaliy sulfat.
- Qaysi tuzlar faqat anion bo'yicha gidrolizga uchraydi? 1) $ZnCl_2$; 2) $(CH_3COO)_2Ca$; 3) $(NH_4)_2SO_4$; 4) KCN; 5) K_2SO_3 ; 6) NH_4Cl ; 7) $Zn(NO_3)_2$ A) 2, 4, 5; B) 1, 3, 6, 7; C) 2, 4, 5, 6; D) 1, 3, 7.
- Qaysi tuzlar gidrolizga uchramaydi? 1) $MgCl_2$; 2) $NaNO_3$; 3) K_2CO_3 ; 4) $ZnCl_2$; 5) $NaCl$; 6) KCN; 7) $Al_2(SO_4)_3$; 8) Na_2SO_4 . A) 2, 5, 8; B) 1, 4, 7; C) 2, 6; D) 2, 3, 8.
- Quyidagi birikmalardan ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizga uchraydiganlarini aniqlang. 1) Li_2SO_4 ; 2) $(NH_4)_2CO_3$; 3) K_2SO_4 ; 4) Al_2S_3 ; 5) $Ca(NO_3)_2$; 6) CH_3COONH_4 . A) 2, 6; B) 1, 4; C) 1, 3, 5; D) 2, 4, 6.
- Qaysi tuzlar faqat kation bo'yicha gidrolizga uchraydi? 1) Na_2CO_3 ; 2) $AlCl_3$; 3) CH_3COONH_4 . 4) $ZnCl_2$; 5) $(NH_4)_2SO_4$; 6) CH_3COOK ; 7) $Zn(NO_3)_2$; 8) $NaCN$ A) 1, 6, 8; B) 2, 4, 5, 7; C) 3, 8 D) 2, 3, 4, 7.
- Quyidagi birikmalardan ham kation, ham anion bo'yicha gidrolizga uchraydiganlarini aniqlang. 1) natriy sulfat; 2) ammoniy atsetat; 3) litiy nitrat; 4) ammoniy karbonat; 5) kaliy xlorid. A) 4, 5; B) 1, 3, 5; C) 1, 2, 5; D) 2, 4.
- Quyidagi tuzlarning qaysilari gidrolizga uchramaydi? 1) natriy sulfat; 2) ammoniy nitrit; 3) litiy nitrat; 4) alyuminiy karbonat; 5) kaliy xlorid; 6) ammoniy atsetat. A) 4, 5, 6; B) 1, 3, 5, 6; C) 1, 3, 5; D) 2, 4, 6.
- Qaysi birikmalar suvda eritilganda ishqoriy muhit hosil qiladi? 1) natriy; 2) natriy nitrat; 3) kaliy peroksid; 4) litiy xlorid; 5) kaliy sulfat; 6) natriy hidrokarbonat. A) 2, 4, 5; B) 1, 4, 5; C) 1, 3, 6; D) 2, 3, 6.
- Qaysi birikmalar suvda eritilganda neytral muhit hosil bo'ladi? 1) kaliy peroksid; 2) natriy nitrat; 3) kalsiy xlorid; 4) litiy sulfat; 5) natriy hidrokarbonat; 6) natriy hidrid. A) 2, 3, 4; B) 1, 5, 6; C) 1, 3, 5; D) 2, 4, 6.
- Qaysi birikmalar suvda eritilganda kislotali muhit hosil bo'ladi? 1) natriy peroksid; 2) alyuminiy nitrat; 3) magniy xlorid; 4) kaliy hidrid; 5) natriy hidrokarbonat; 6) rux sulfat. A) 2, 3; B) 2, 3, 6; C) 1, 4, 5; D) 1, 5.

4-BOB. ERITMA

12-§. Eritma haqida tushuncha

Agar biz suv solingan 3 ta probirkalardan biriga shakar, ikkinchisiga NaCl va uchinchi probirkaga KMnO₄ kristallarini solsak, biroz vaqtдан so'ng suvning fizik-kimyoviy xossalaring o'zgarishini kuzatishimiz mumkin. Masalan, shakar kristallari solingan suv shirin ta'mga, tuz kristallari solingan suv sho'r ta'mga, KMnO₄ solingan suv pushti rangga kiradi. Buning natijasida suvning rangi, ta'mi, zichligi, muzlash harorati va boshqa xossalari o'zgaradi. Hosil bo'lgan aralashmaning rangi suvdek shaffof bo'lsa ham (shakar va tuz solingani) bu aralashmani suv deb bo'lmaydi. Bu aralashmani eritma deb ataladi. Suvda shakar, tuz va KMnO₄ erigan uchun bu moddalarni erigan modda deb, suvni esa erituvchi deb ataladi.

Hozirgi tajribamizda qanday jarayon yuz berganini ko'rib chiqaylik. Dastlab bizda 3 ta probirkada suv bor edi. Birinchi probirkadagi suvga shakarni solib aralashtirsak, shakar erib ketadi va bizga shakar ko'rinnmay qoladi. Bunga sabab, erituvchini molekulalari ta'siri ostida shakar moddasi, o'zining eng kichik zarrachasi hisoblangan molekula holigacha maydalanadi va suvning molekulalari orasida bir tekis tarqalib ketadi. Natijada moddalarni bir-biridan ajratib turadigan sirt chegarasi yo'qoladi va bunday sistemani gomogen sistema deyiladi.

NaCl solingan ikkinchi probirkada ham shunday jarayon yuz beradi. NaCl suvga solinganda, suv molekulalari ta'siri ostida Na⁺ va Cl⁻ ionlariga dissotsiatsiyalanadi. Bu ionlarni suv molekulalari o'rabi olishi natijasida gidratlangan ionlar hosil bo'ladi va ular butun eritma sathi bo'yicha bir tekis tarqalib gomogen sistemani, ya'ni eritmani hosil qiladi.

KMnO₄ eritmasida ham shunday jarayon sodir bo'ladi va biz bu eritmada ham erigan modda va erituvchi molekulalarini bir-biridan ko'z bilan ajrata olmaymiz.

Gomogen sistemada erigan moddaning molekulalari yoki ionlari suvning butun sathi bo'yicha tarqalib ketadi va eritmani istalgan qismida tarkibi va fizik xossalari bir xil bo'ladi.

Eritma erituvchi va erigan modda molekulalarini o'zaro ta'sirlashuvidan hosil bo'lgan gomogen (butun sathi bo'yicha fizik va kimyoviy xossalari bir xil bo'lgan) sistemadir.

Biz hayotimizda eritmalarni har kuni uchratamiz va ulardan foydalanamiz. Masalan, muntazam ichadigan choyimiz ham eritmaga misol bo'ladi. Bunda erituvchi suv bo'ladi. Erigan modda esa quruq choy emas, balki uning tarkibidagi choyga rang va ta'm beruvchi moddalar bo'ladi. Yana misol sifatida tabiiy suvlarni olishimiz mumkin. Tabiatda faqat yomg'ir suvigina distillangan(toza) bo'ladi. Tog'-u toshlarda oqayotgan suvlarni, bizning

xonadonimizga kirib kelayotgan ichimlik suvlarini kimyoviy jihatdan sof modda deb bo'lmaydi. Chunki ularni tarkibida har xil tuzlar erigan holatda bo'lib, suvgaga o'ziga xos ta'm beradi. Shuning uchun ularni eritma deyish to'g'ri roq bo'ladi. Faqat distillangan suv kimyoviy jihatdan toza suv hisoblanadi va u hech qanday ta'mga ega bo'lmaydi.

Eritmalarga shunchaki erituvchi va eruvchi moddalarning aralashmasi sifatida qarab bo'lmaydi. Eritmalar xossalari jihatidan aralashma va kimyoviy birikmalar (toza moddalar) oralig'ida turadi. Ya'ni:

- Eritmalar tarkibida bir necha xil moddalar bo'lishi bilan aralashmalarga yaqin turadi va kimyoviy birikmalardan farq qiladi.

- Tarkibi o'zgaruvchan bo'lishi ularni aralashmalarga yaqinlashtirsa, kimyoviy birikmalardan uzoqlashtiradi.

- Eritmani tarkibida modda (erituvchi modda va erigan modda) molekulalari bir tekis taqsimlanadi va eritmani har qanday qismida tarkibi bir xil bo'ladi. Bu jihat bilan kimyoviy birikmalarga o'xshaydi. Aralashmalar dan shu xususiyati bilan farq qiladi (aralashmalar ko'p hollarda butun sathi bo'yicha bir xil tarkibga ega bo'lmaydi).

- Kimyoviy birikma o'zining ma'lum kimyoviy tarkibiga, fizik xossalari ga (zichligi, suyuqlanish va qaynash harorat) ega. Eritmani esa suv qo'shib suyultirish, erigan moddadan qo'shib quyultirish mumkin. Natijada eritmaning tarkibidagi moddalarning miqdoriy nisbati o'zgaradi va bu o'z navbatida eritmani zichligi, qaynash va muzlash haroratlari o'zgarishiga sabab bo'ladi. Erigan moddani miqdori ortishi, eritmani zichligini ortishiga va muzlash haroratini pasayishiga olib keladi.

- Kimyoviy birikmalar haroratni biroz o'zgarishi natijasida agregat holatini o'zgartiradilar, lekin tarkibini o'zgartirmaydilar (masalan, suvni muzlashi va bug' holatiga o'tishi). Eritma esa haroratni o'zgarishi natijasida erituvchi va erigan moddaga ajralib ketishi mumkin. Masalan, eritmani biroz qizdirilsa eritmadi suv bug'lanib keta boshlaydi va bu jarayon uzoq davom etsa, idishni tagida faqat erigan modda qoladi.

- Eritmalar hosil bo'lishida kuzatiladigan jarayonlar ularni kimyoviy birikmalarga yaqinlashtirib, aralashmalardan farqlantiradi. Masalan, eritmalar hosil bo'lishida kimyoviy birikmalar hosil bo'lishidagi kabi hajm kamayishi, issiqlik ajralishi yoki yutilishi jarayonlari kuzatiladi. Shuning uchun eritmalarini erituvchi hamda erigan moddaning shunchaki aralashmasi deb qaralmaydi va erish jarayoni fizik-kimyoviy jarayon hisoblanadi.

Buni jadvalda quyidagicha ifodalasak ham bo'ladi:

Aralashma	Eritma	Kimyoviy birikma
Tarkibi bir necha xil moddadan iborat	Tarkibi bir necha xil moddadan iborat	Tarkibi bitta moddadan iborat
Butun sathi bo'yicha har xil tarqalgan	Butun sathi bo'yicha bir xil tarqalgan	Butun sathi bo'yicha bir xil tarqalgan

Fizik usullar orqali tarkibiy qismlarga ajratish mumkin	Fizik usullar orqali tarkibiy qismlarga ajratish mumkin	Kimyoviy reaksiyalar yordamida tarkibiy qismlarga ajraladi (parchalanish reaksiyalari)
Hosil bo'lishida issiqlik ajralmaydi ham, yutilmaydi ham	Hosil bo'lishida issiqlik ajraladi yoki yutiladi	Hosil bo'lishida issiqlik ajraladi yoki yutiladi

Eritmalar inson hayoti va amaliy faoliyatida juda katta ahamiyatga ega. Inson organizmida ovqat hazm bo'lishi jarayonida oziq moddalarni hazm bo'lishi ularni eritmaga o'tishi bilan amalga oshadi. Oziq moddalar hazm fermentlari ta'sirida parchalanadi va erib, molekula holigacha o'tadi. Molekula holidagi erigan oziq moddalarni ichaklar qonga so'rib olishi osonlashadi.

Qon, limfa kabi inson hayotida muhim ahamiyatga ega bo'lgan suvli eritmalar qatoriga kiradi.

Kimyoviy reaksiyalarni amalga oshishida ham eritmalarining ahamiyati kattadir. Ko'pchilik reaksiyalar eritma holida amalga oshadi. Chunki eritma tarkibida moddalar o'zlarining eng kichik zarrachalari hisoblangan molekulalargacha yoki ionlargacha maydalangan bo'lib, bir-biri bilan oson ta'sirlashadilar.

ERITMA MAVZUSIGA DOIR TEST SAVOLLARI

1. Eritma deb qanday sistemaga aytiladi?

A) erituvchi va erigan modda molekulalarini o'zaro ta'sirlashuvidan hosil bo'lgan gomogen (butun sathi bo'yicha fizik va kimyoviy xossalari har xil bo'lgan) sistemadir;

B) erituvchi va erigan modda molekulalarini o'zaro ta'sirlashuvidan hosil bo'lgan geterogen (butun sathi bo'yicha fizik va kimyoviy xossalari bir xil bo'lgan) sistemadir;

C) erituvchi va erigan modda molekulalarini o'zaro ta'sirlashuvidan hosil bo'lgan gomogen (butun sathi bo'yicha fizik va kimyoviy xossalari bir xil bo'lgan) sistemadir;

D) erituvchi va erigan modda molekulalarini o'zaro ta'sirlashuvidan hosil bo'lgan geterogen (butun sathi bo'yicha fizik va kimyoviy xossalari har xil bo'lgan) sistemadir;

2. Eritmalar tarkibida moddalar bo'lishi bilan aralashmalarga yaqin turadi va kimyoviy birikmalardan farq qiladi.

A) bir xil; B) bir necha xil; C) o'zgarmaydigan; D) ikki xil.

3. Eritmalarning qaysi jihatlari kimyoviy birikmalarga o'xshaydi?

A) Eritma tarkibidagi erituvchi modda va erigan modda molekulalari bir tekis taqsimlanadi va eritmani har qanday qismida tarkibi bir xil bo'ladi;

B) Eritma tarkibidagi erituvchi modda va erigan modda molekulalari bir tekis taqsimlanadi va eritmani har qanday qismida tarkibi har xil bo'ladi;

C) Eritma tarkibidagi erituvchi modda va erigan modda molekulalari har xil tekislikda taqsimlanadi va eritmani har qanday qismida tarkibi bir xil bo‘ladi.

D) Eritma tarkibidagi erituvchi modda va erigan modda molekulalari bir tekis taqsimlanmaydi.

4. Eritma va aralashmalarning qanday fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘xshash?

1) Tarkibi bir necha xil moddadan iborat; 2) Tarkibi bitta moddadan iborat 3) Fizik usullar orqali tarkibiy qismlarga ajratish mumkin; 4) Kimyoviy reaksiyalar yordamida tarkibiy qismlarga ajraladi; 5) Hosil bo‘lishida issiqlik ajraladi yoki yutiladi; 6) Hosil bo‘lishida issiqlik ajralmaydi ham, yutilmaydi ham. A) 2, 3, 5; B) 1, 3; D) 1, 4, 5; C) 2, 6.

5. Erigan moddani miqdori ortishi, eritma zichligiva muzlash harorati olib keladi

A) pasayishiga, ortishiga; B) pasayishiga, pasayishiga;
C) ortishiga, pasayishiga; D) ortishiga, ortishiga.

6. Eritma va kimyoviy birikmalarining qanday fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘xshash?

1) Butun sathi bo‘yicha har xil tarqalgan; 2) butun sathi bo‘yicha bir xil tarqalgan; 3) fizik usullar orqali tarkibiy qismlarga ajratish mumkin; 4) Kimyoviy reaksiyalar yordamida tarkibiy qismlarga ajraladi; 5) Hosil bo‘lishida issiqlik ajraladi yoki yutiladi; 6) Hosil bo‘lishida issiqlik ajralmaydi ham, yutilmaydi ham. A) 2, 5; B) 1,6; C) 3,4; D) 1,3.

13-§. Erurvchanlik

Moddalar turli erituvchilarda erib eritmalarini hosil qiladilar. Erituvchilarda moddalarning erish xususiyati **erurvchanlik** deb yuritiladi.

Biz kundalik turmushimizda turli moddalarni eritib, eritma hosil qilinishini ko‘rganmiz. Masalan: osh tuzini suvda eritib, tuzli suv hosil qilishni; shakar suvda eriganda, shirin suv hosil bo‘lishini; yod moddasini spirtda eritib, tibbiyotda ishlataladigan yodning spirtdagি eritmasini hosil bo‘lishini ko‘rganmiz.

Moddalar erituvchilarda cheksiz miqdorda erimaydi, balki ularning erurvchanligi ma’lum miqdordagina bo‘ladi. Shu miqdorni ifodalash uchun erurvchanlik koeffitsiyenti degan tushunchani bilib olishimiz kerak.

Moddaning 100 g erituvchida ayni haroratda eriy oladigan eng ko‘p massasi shu moddaning **erurvchanlik koeffitsiyenti** (erurvchanligi) deyiladi. Erurvchanlik koeffitsiyenti S harfi bilan belgilanadi. Masalan, NaCl ning 20°C dagi erurvchanligi 36 ga tengligini bildirish uchun quyidagicha yoziladi: **S (20°C) = 36**

Moddalar suvda erurvchanligiga qarab 3 guruhga bo‘linadi:

1) Yaxshi eriydigan moddalar: (100 g erituvchida 10 g dan ko‘p eriydi). KCl, NaNO₃, shakar, spirt, gazlar (HCl, NH₃).

2) Oz eriydigan: (100 g erituvchida (H₂O)1g dan kam eriydi). CaSO₄, CaCO₃, BaSO₄, MgCO₃, PbSO₄, benzin, gazlar (CH₄, N₂, H₂).

3) Amalda erimaydigan moddalar: (100 g erituvchida 0,01 g va undan kam). oltin, kumush, mis.

Moddalar eruvchanlik xususiyati bir qancha omillarga bog'liq, masalan: moddaning tabiatи va haroratga bog'liq.

Qattiq moddalarning ko'pchiligi suvda eruvchanligi harorat ortishi bilan ortadi, chunki ko'pchilik qattiq moddalalar eriganda issiqlik yutiladi. Shuning uchun harorat ko'tarilishi bilan ularning eruvchanligi ortadi.

Masalan: tuzli suv tayyorlanganda, 1 stakan sovuq suvga tuz solib aralash-tirsak, tuz sekin-asta eriydi, ba'zan erimay qolgan tuz idish tagida qolib ketishini ko'rganmiz. Endi shunday miqdordagi tuzni 1 stakan issiq suvga solib aralash-tirsak, tuz tezda erib ketadi. Ushbu misoldan xulosa qilib aytishimiz mumkin-ki, qattiq moddalarda harorat eruvchanlikka to'g'ri proporsional ya'ni harorat ko'tarilganda tuzlarning eruvchanligi ham ortib boradi va ko'proq miqdorda tuz suvda eriydi.

Gaz moddalarni eruvchanligi qattiq moddalardan farq qiladi, ya'ni harorat ko'tarilganda ularning eruvchanligi kamayadi. Harorat pasayganda esa gazlarning eruvchanligi ortadi.

Masalan: bir stakan suv olib, uni muzlatkichga ($t=3^{\circ}\text{C}$) qo'yamiz. 30 daqiqa vaqt o'tgandan keyin, stakandagi suvni xona harorati ($t=20-25^{\circ}\text{C}$) sharoitiga olamiz. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin stakan devorida mayda pufakchalarni ko'rishi-miz mumkin. Bu pufakchalar suv muzlatkichda bo'lgan vaqtida unda erigan gazlarning yuqoriroq haroratda erimay, yana gaz holatiga o'tib qolganini bildiradi.

Gaz moddalarning eruvchanligiga bosim ham ta'sir ko'rsatadi. Bosim yuqori bo'lsa, gazlarning eruvchanligi ortadi, bosim pasaysa eruvchanlik ham kamayadi.

Gazlarning suvda eruvchanligiga bosimning ta'sirini g'avvosning suvga sho'ng'ishi misolida ko'rsak bo'ladi. G'avvos suv ostiga qanchalik chuqur tush-gani sari bosim ham ortib boradi va shunga mos ravishda g'avvosning qonida erigan gazlar (O_2 , CO_2 va boshqalar) miqdori ham orta boradi. G'avvos suv ostidan yuqoriga qaytib chiqayotganida atrofdagi bosimni kamayishi hisobiga qonda erigan holatda bo'lgan gaz moddalari qondan ajralib chiqib g'avvosni o'pkasi orqali tashqariga chiqib ketadi. Shuning uchun g'avvosni yuqoriga ko'tarilishi sekin-asta bo'lishi kerak. Agar g'avvos suv ostidan yuqoriga juda tez ko'tarila boshlasa, qondan ajralib chiqayotgan gazlar o'pka orqali chiqib ketishga ulgurmay qoladi va bosh miya va turli a'zolarida qon tomirlarga tiqilib qoladi, qon aylanishi buziladi. Shu payt zudlik bilan yordam ko'rsatilmasa, g'avvos halok bo'lishi mumkin.

Gazlar yuqori bosim va past haroratda suvda yaxshi erigani uchun gazli ichimliklarni tayyorlashda shu sharoitdan foydalaniladi. Biz gazli ichimliklarni qopqog'ini ochishimiz bilan bosim kamayadi va atrofdagi haroratda yuqori bo'lgani uchun ichimlik tarkibida erigan gazlarning eruvchanligi kamayib, gazlar erigan holatdan gaz holatiga o'tib, tez ajralib chiqa boshlaydi.

Yuqorida keltirilgan misollar gazlar eruvchanligi bosimga to'g'ri proportional, haroratga teskari proporsional ekanligini tasdiqlaydi.

Biror moddani eruvchanligini aniqlash uchun, stakanga 100 g distillangan suv solib, haroratni aniq belgilab olinadi va distillangan suvga oz miqdorda modda qo'shib, aralashtiriladi. Agar modda to'liq erib ketsa, moddadan yana solinadi va aralashtiriladi. Moddani qo'shish modda erimay stakan tagiga cho'kib qolguncha davom ettiriladi. Shu 100 g distillangan suvda necha gramm modda erigani aniqlanadi va bu massa shu moddaning ayni haroratdagi eruvchanlik koeffitsiyenti bo'ladi. Hosil bo'lgan eritmani esa shu harorat uchun to'yingan eritma deyiladi.

Eritma tarkibidagi erigan modda miqdoriga ko'ra eritmalar:

1. To'yingan eritma.
2. To'yinmagan eritma.
3. O'ta to'yingan eritmalariga bo'linadi.

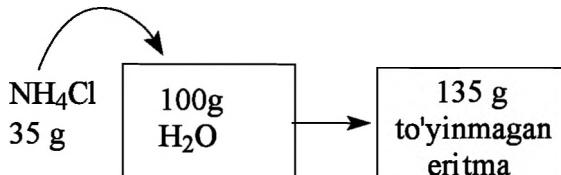
Ayni haroratda berilgan erituvchida eritilayotgan modda boshqa eriy olmaydigan eritma **to'yingan eritma** deyiladi.

Agar biror eritmada ayni haroratda eriyotgan modda yana erishi mumkin bo'lsa, bunday eritma **to'yinmagan eritma** deyiladi. To'yinmagan eritmadiagi erigan modda miqdori shu haroratda tayyorlangan to'yingan eritma tarkibida bor bo'lgan modda miqdoridan kam bo'ladi. Biz amalda asosan to'yinmagan eritmalar bilan ishlaymiz.

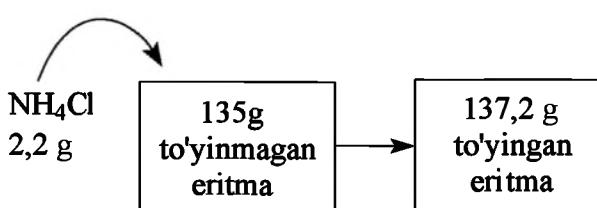
O'ta to'yingan eritmada – erigan modda miqdori shu harorat uchun to'yingan eritma tarkibidagi bor bo'lgan modda miqdoridan ko'proq bo'ladi.

Masalan: ammoniy xlоридning 20°C dagi eruvchanligi 37,2 g va 30°C dagi eruvchanligi 41,4 g ga teng. $S(20^{\circ}\text{C}) = 37,2$ $S(30^{\circ}\text{C}) = 41,4$

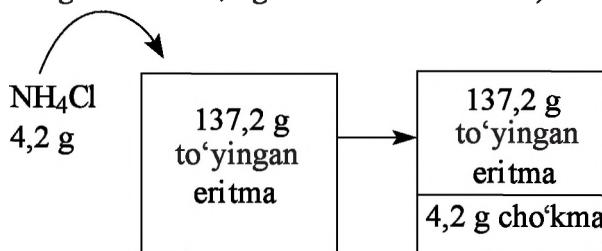
20°C da 100 g suvga 35 g NH_4Cl solib aralashtirsak, tuz tezda erib ketadi va shu haroratga nisbatan to'yinmagan eritma hosil bo'ladi:



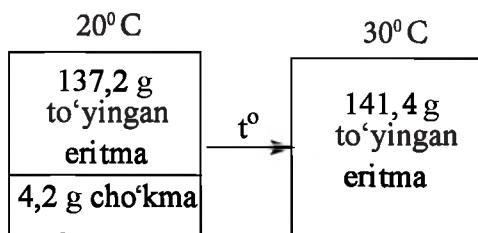
Endi ushbu eritmaga 2,2 g NH_4Cl solib aralashtirsak, tuz erib ketadi va 20°C harorat uchun to'yingan eritma hosil bo'ladi:



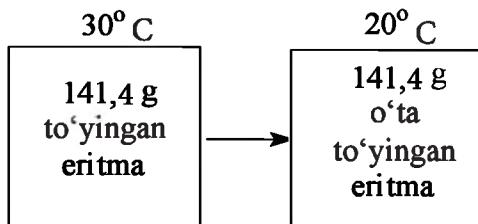
Ushbu 20°C dagi to‘yingan eritmaga yana 4,2 g NH_4Cl qo‘shsak va aralashtirsak tuz erimaydi va qo‘shilgan 4,2 g tuz cho‘kmaga tushadi. (Izoh: 20°C da 100g suvda 37,2 g tuz erishi mumkin.)



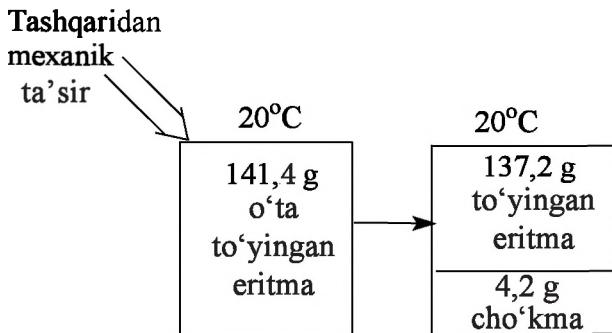
Endi cho‘kma holatida turgan 4,2 g tuzni eritib yuborish uchun eritmani sekin-asta isitamiz. Harorat 30° ga yetganda 4,2 g tuz to‘liq erib ketadi va 30° uchun to‘yingan eritma hosil bo‘ladi:



Ushbu eritmani isitish to‘xtatilgandan so‘ng, eritma xona haroratiga qadar asta-sekin soviy boshlaydi. 20° gacha eritma sovigandan keyin eritmada ortiqcha miqdordagi (30° da erigan) 4,2 g tuz hali ham eritmani tarkibida erigan holatda bo‘ladi:



Bu o‘ta to‘yingan eritma deyiladi, chunki eritma tarkibida 20°C da erishi mumkin bo‘lgan tuzdan ko‘proq miqdorda tuz erigan holatda bo‘ladi. Ushbu eritma o‘ta beqaror bo‘lib, tashqaridan biron bir mexanik ta’sir (eritmani aralashtirilsa, shisha tayoqcha bilan idish devoriga ohista urib ko‘rilsa) ko‘rsatilsa, o‘sha zahoti 4,2 g tuz cho‘kmaga tushadi hamda to‘yingan eritma hosil bo‘ladi.



ERITMA MAVZUSIGA DOIR TEST SAVOLLARI

1. Eruvchanlik koeffitsiyenti deb nimaga aytildi?
 - A) Moddaning 100 g erituvchida ayni haroratda eriy oladigan eng ko'p massasi;
 - B) moddaning 100 g erituvchida ayni haroratda eriy oladigan eng kam massasi;
 - C) moddaning 100 mg erituvchida ayni haroratda eriy oladigan eng ko'p massasi;
 - D) moddaning 1g erituvchida ayni haroratda eriy oladigan eng ko'p massasi.

2. Moddalar suvda eruvchanligiga qarab qanday va necha guruhga bo'linadi?
 - A) 2 guruhga; oz eriydigan va erimaydigan;
 - B) 3 guruhga; yaxshi eriydigan, oz eriydigan va amalda erimaydigan;
 - C) 2 guruhga; yaxshi eriydigan, amalda erimaydigan;
 - D) 2 guruhga; yaxshi eriydigan, oz eriydigan.

3. Suvda yaxshi eriydigan moddalar keltirilgan qatorni aniqlang.
 - A) Bariy fosfat, kalsiy karbonat, kumush xlorid; C) mis, oltin, kumush;
 - B) osh tuzi, shakar, vodorod xlorid; D) magniy karbonat, benzin.

4. Suvda oz eriydigan moddalar keltirilgan qatorni aniqlang.
 - A) Azot, vodorod, bariy sulfat; D) shakar, ammiak, natriy sulfat.
 - B) kumush, spirt, oltin; C) kaliy nitrat, ammoniy gidroksid, sulfat kislota;

5. Suvda amalda erimaydigan moddalar keltirilgan qatorni aniqlang.
 - A) sulfat kislota, nitrat kislota, xlorid kislota; B) benzin, etil spirti, metan;
 - C) oltin, kumush, mis; D) natriy karbonat, alyuminiy sulfat, ammoniy xlorid.

6. Quyidagi jumlada nuqtalarni o'rmini mos ravishda to'ldiring.
 Qattiq moddalarning suvda eruvchanligi temperatura ortishi bilan, chunki qattiq moddalar eriganda issiqlik ...
 - A) ortadi, ajraladi; B) kamayadi, ajraladi;
 - C) ortadi, yutiladi; D) kamayadi, yutiladi.

7. Quyidagi jumlada nuqtalarni o'rmini mos ravishda to'ldiring.
 Gaz moddalarni eruvchanligi temperatura ko'tarilganda harorat pasayganda gazlarning eruvchanligi...

- A) o'zgarmaydi, ortadi; B) ortadi, kamayadi;
 C) kamayadi, ortadi; D) ortadi, o'zgarmaydi.

8. Eritma tarkibidagi erigan modda miqdoriga ko'ra qanday eritmalarga bo'linadi?

- A) To'yingan va to'yinmagan; B) to'yingan, to'yinmagan, o'ta to'yingan;
 C) o'ta to'yingan, to'yinmagan; D) o'ta to'yingan, to'yingan.

9. Qanday eritmaga to'yingan eritma deyiladi?

A) Ayni haroratda berilgan eritmada eritilayotgan modda boshqa erimaydigan eritma;

B) agar biror eritmada ayni haroratda eriyotgan modda yana erishi mumkin bo'lsa;

C) erigan modda miqdori shu harorat uchun to'yingan eritma tarkibidagi bor bo'lgan modda miqdoridan ko'proq bo'ladi;

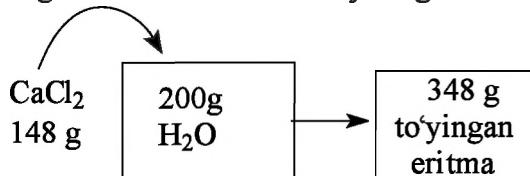
D) Erigan modda miqdori shu harorat uchun to'yinmagan eritma tarkibidagi bor bo'lgan modda miqdoridan ko'proq bo'ladi.

14-§. Eruvchanlik mavzusiga doir masalalar va ularning yechimi

1-masala: 20 °C da 200 g suvda 148 g CaCl₂ eritilganda to'yingan eritma hosil bo'lsa, shu tuzning 20 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyentini aniqlang.

Masalaning yechimi:

200 g suvda 148 g CaCl₂ erib to'yingan eritma hosil bo'lган (eritilgan tuz miqdori shu tuzning eruvchanlik koeffitsiyentiga mos ravishda bo'lган).



Demak, 200 g suvda 148 g tuz erigan bo'lsa, 100 g suvda (*mod-daning eruvchanlik koeffitsiyenti 100 g suvgaga nisbatan hisoblanadi*) erigan tuz miqdorini aniqlaymiz:

$$\begin{array}{ccc} \text{Erituvchi} & \text{erigan modda} & \text{To'yingan eritma} \\ 200 \text{ g suv} & 148 \text{ g CaCl}_2 & 348 \text{ g eritma} \\ 100 \text{ g suv} & x \text{ g} & \\ & x = \frac{100 \cdot 148}{200} & = 74 \text{ g} \end{array}$$

Demak, 100 g suvda 74 g CaCl₂ erib to'yingan eritma hosil qilar ekan ya'ni CaCl₂ ning 20°C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 74 ga teng.

Javob: 74

2-masala: NaNO₃ ning 25 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 91,6 ga teng. Shu temperaturada 500 g suvgaga necha gramm NaNO₃ qo'shilsa, to'yingan eritma hosil bo'ladi?

Masalaning yechimi:

NaNO_3 ning eruvchanligi (100 g erituvchida eng ko‘pi bilan erishi mumkin bo‘lgan tuz massasi) 91,6 g ga teng ekan. To‘yingan eritma hosil qilish uchun 100 g suvga 91,6 g tuz qo‘shilishi ma’lum bo‘lsa, 500 g suvga qanday massadagi tuz qo‘shish kerakligini aniqlaymiz:

Erituvchi ——— erigan modda ——— To‘yingan eritma

100 g suv ——— 91,6 g NaNO_3 ——— 191,6 g eritma

500 g suv ——— x g

$$x = \frac{500 \cdot 91,6}{100} = 458 \text{ g}$$

Demak, 500 g suvda 458 g NaNO_3 eriganda, 25 °C da to‘yingan eritma hosil qilish mumkin.

Javob: 458 g

3-masala: Na_2CO_3 ning 80 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 45 ga teng. Shu haroratda to‘yingan eritma hosil qilish uchun 144 g Na_2CO_3 ni necha gramm suvda eritish kerak?

Masalaning yechimi:

Na_2CO_3 ning eruvchanligi (100 g erituvchida eng ko‘pi bilan erishi mumkin bo‘lgan tuz massasi) 45 g ga teng ekan. To‘yingan eritma hosil qilish uchun 45 g tuzni 100 g suvda eritish kerakligi ma’lum bo‘lsa, 144 g tuzni qancha miqdorda suvda eritishimiz kerakligini aniqlaymiz:

Erituvchi ——— erigan modda ——— To‘yingan eritma

100 g suv ——— 45 g Na_2CO_3 ——— 145 g eritma

x g ——— 144 g Na_2CO_3

$$x = \frac{100 \cdot 144}{45} = 320 \text{ g}$$

Demak, 144 g Na_2CO_3 ni 320 g suvda eriganda, 80 °C da to‘yingan eritma hosil qilish mumkin.

Javob: 320 g

4-masala: KCl ning 20 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 34 ga teng. 350 g suvda 70 g KCl eritildi. Shu eritmani to‘yintirish uchun yana necha gramm KCl qo‘shish kerak?

Masalaning yechimi:

KCl ning eruvchanligi (100 g erituvchida eng ko‘pi bilan erishi mumkin bo‘lgan tuz massasi) 34 g ga teng ekan. To‘yingan eritma hosil qilish uchun 100 g suvga 34 g tuz qo‘shilishi ma’lum bo‘lsa, 350 g suvga qancha miqdorda tuz qo‘shishimiz kerakligini aniqlaymiz:

Erituvchi _____ erigan modda _____ To'yingan To'yingan

100 g suv _____ 34 g KCl _____ 134 g eritma

350 g suv _____ x g

$$x = \frac{350 \cdot 34}{100} = 119 \text{ g}$$

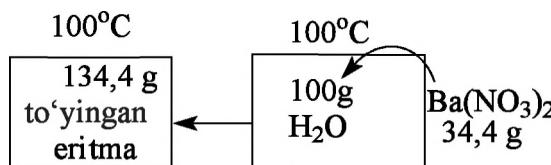
Demak, 20°C 350 g suvda 119 g tuzni eritganda to'yingan eritma hosil bo'lishini bilib oldik. Dastlab 350 g suvda 70 g tuz eritilgan edi. Qo'shi lishi kerak bo'lgan tuz miqdori ($119 - 70 = 49$) 49 g ni tashkil etar ekan. Demak, shu haroratda eritmaga yana 49 g KCl qo'shsak, to'yinmagan eritma to'yingan eritmaga aylanar ekan. Javob: **49 g**

5-masala: 100°C dagi $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ning 336 g to'yingan eritmasi 25°C gacha sovitilsa, necha gramm tuz kristallanadi? $S(25^{\circ}\text{C}) = 10,5$; $S(100^{\circ}\text{C}) = 34,4$

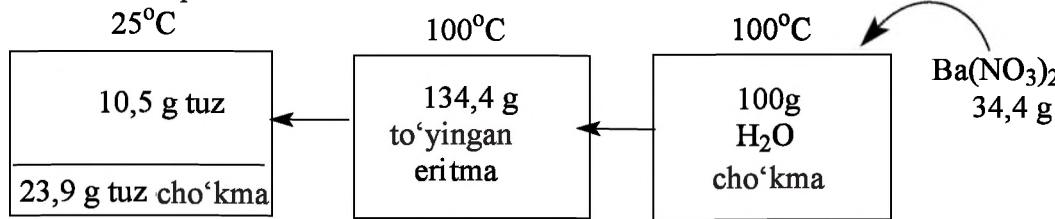
Masalaning yechimi:

Nisbatan yuqori haroratda tuzni eritib, so'ng uni past haroratgacha sovitilganda tuz molekulalari kristallanadi (cho'kmaga tushadi). Chunki qattiq moddalar suvda erishiga (eruvchanligiga) harorat to'g'ri proporsionaldir, ya'ni harorat qanchalik yuqori bo'lsa, ularning suvda eruvchanligi ham shuncha yuqori bo'ladi. Aksincha harorat pasaytirilsa, eruvchanlik ham kamayadi va eritmada bo'lgan tuzni bir qismi eritmadan ajralib, kristallanib cho'kmaga tushadi.

$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ning 100°C dagi eruvchanligi 34,4 ga teng, ya'ni 100 g suvdan 34,4 g tuz eriydi. To'yingan eritma massasi ($100 + 34,4 = 134,4$) 134,4 ga teng bo'ladi.



100°C da tayyorlangan eritmani 25°C gacha sovitilsa erivchanlik 10,5 ga teng bo'lib, eritmada erimay qolgan tuz cho'kmaga tushadi. Dastlabki erigan tuz (34,4 g) miqdoridan, eritma sovitilgandan keyingi eritmada qolgan tuz massasi (10,5 g) ni ayirsak, cho'kmaga tushgan tuz massasini topishimiz mumkin.



$$34,4 - 10,5 = 23,9 \text{ g tuz cho'kma}$$

Demak, 100 °C da tayyorlangan 134,4 g to‘yingan eritmani 25 °C gacha sovitilganda 23,9 g cho‘kma hosil bo‘lishi ma’lum bo‘lsa, 100°C dagi 336 g to‘yingan eritmadan qancha miqdorda cho‘kma hosil bo‘lishini aniqlaymiz:

To‘yingan eritma(100°C) ————— Cho‘kmaga tushgan tuz massasi

$$\begin{array}{ccc} 134,4 \text{ g} & & 23,9 \text{ g} \\ \hline 336 \text{ g} & x & \\ & & x = \frac{336 \cdot 23,9}{134,4} = 59,75 \text{ g} \end{array}$$

Demak, 336 g to‘yingan eritmani 100 °C dan 25 °C gacha sovitsak, 59,75 g Ba(NO₃)₂ cho‘kmaga tushar ekan. **Javob: 59,75**

Mavzuga doir masalalar:

1. 20 °C da 250 g suvda 220 g NaNO₃ eritilganda to‘yingan eritma hosil bo‘lsa, shu tuzning 20°C dagi eruvchanlik koeffitsiyentini aniqlang.

2. 30 °C da 150 g suvda 55,5 g KCl eritilganda to‘yingan eritma hosil bo‘lsa, shu tuzning 20 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyentini aniqlang.

3. KCl ning 20 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 34 ga teng. Shu haroratda 600 g suvga necha gramm KCl qo‘shilsa, to‘yingan eritma hosil bo‘ladi?

4. NaCl ning 80 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 38,4 ga teng. Shu haroratda 150 g suvga necha gramm NaCl qo‘shilsa, to‘yingan eritma hosil bo‘ladi?

5. K₂SO₄ ning 40 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 64 ga teng. Shu haroratda to‘yingan eritma hosil qilish uchun 192 g K₂SO₄ ni necha gramm suvda eritish kerak?

6. Na₂SO₄ ning 30 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 50 ga teng. Shu temperaturada to‘yingan eritma hosil qilish uchun 120 g Na₂SO₄ ni necha gramm suvda eritish kerak?

7. NH₄Clning 20 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 37 ga teng. 250 g suvda 50 g NH₄Cl eritildi. Shu eritmani to‘yintirish uchun yana necha gramm NH₄Cl qo‘shish kerak?

8. NaNO₃ ning 20 °C dagi eruvchanlik koeffitsiyenti 88 ga teng. 300 g suvda 200 g NaNO₃ eritildi. Shu eritmani to‘yintirish uchun yana necha gramm NaNO₃ qo‘shish kerak?

9. 100 °C dagi KCl ning 785 g to‘yingan eritmasi 25 °C gacha sovitilsa, necha gramm tuz kristallanadi? (S (25 °C)=35; S (100 °C)=57)

10. 100 °C dagi KBr ning 408 g to‘yingan eritmasi 25 °C gacha sovitilsa, necha gramm tuz kristallanadi? (S (25 °C)=66; S (100 °C)=104)

15-§. Eritma konsentratsiyasi va uni ifodalash usullari.

Foiz konsentratsiya

Ma’lum massadagi yoki hajmdagi eritmada erigan moddaning massasini yoki miqdorini ifodalovchi tushunchani eritma konsentratsiyasi deyiladi.

Eritmani tarkibida erigan moddani miqdori ko'p bo'lsa, bunday eritmani konsentratsiyasi yuqori bo'lgan eritma deyiladi. Konsentrangan eritmalarini zichligi katta, harakatchanligi yoki qovushqoqligi past bo'ladi. Past konsentratsiyali ya'ni suyultirilgan eritmalarida erigan moddaning miqdori juda kam bo'lgani uchun, eritmani zichligi, harakatchanligi va qovushqoqligi toza svnikiga yaqin bo'ladi. Konsentrangan eritma yoki konsentratsiyasi past bo'lgan (suyultirilgan) eritma kabi tushunchalar (iboralar), eritmadagi erigan moddani miqdori haqida aniq ma'lumot bermaydi. Eritmani konsentratsiyasini aniq ifodalash usullaridan quyidagilari bilan tanishib o'tamiz.

1. Foiz konsentratsiya;
2. Molyar konsentratsiya;
3. Normal konsentratsiya.

Foiz konsentratsiya

Foiz konsentratsiya eritma massasini necha foizini erigan modda tashkil qilishini ko'rsatadi. Boshqacha qilib aytganda 100 g eritmani tarkibida necha gramm erigan modda borligini ko'rsatadi. Masalan, 15 % li shakarning eritmasi deganda, 100 g shunday eritmada 15 g shakar va 85 g suv borligini tushunamiz.

Foiz konsentratsiya C% belgisi bilan ifodalanadi.

Foiz konsentratsiyani aniqlash uchun erigan moddaning massasini (m_1) eritmaning umumiylari (erigan modda va erituvchi massalari yig'indisi) massasiga (m_2) bo'linadi. Hosil bo'lgan sonni foizda ifodalash uchun 100% ga ko'paytiriladi.

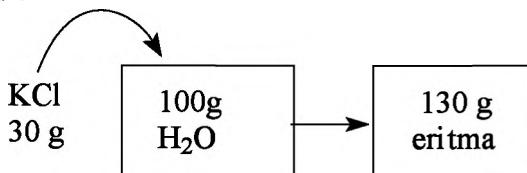
$$C\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%$$

C% – foiz konsentratsiya;
 m_1 – erigan modda massasi;
 m_2 – eritma massasi.

(1)

1-masala: 30 g KCl 100 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

Masalaning yechimi: 30 g KCl 100 g suvda eritilganda 130 g ($30+100=130$) eritma hosil bo'ladi:



Bu ma'lumotlardan foydalanim, eritmaning foiz konsentratsiyasini 1-formula asosida topamiz:

$$C\% = \frac{30}{30 + 100} \cdot 100\% = 23\%$$

Javob: 23 %

Agar masalani shartida eritma foiz konsentratsiyasi (C%) va eritma massasi (m_2) berilgan bo'lsa, bunday eritma tayyorlash uchun kerak bo'ladigan

erigan modda massasini topish uchun eritmani foiz konsentratsiyasi ($C\%$) ni eritma massasi (m_2)ga ko‘paytirib 100% ga bo‘lishimiz kerak bo‘ladi.

$$m_1 = \frac{C\% \cdot m_2}{100\%}$$

(2)

Eritmani foiz konsentratsiyasi ($C\%$) va erigan moddani massa (m_1) si berilgan bo‘lsa, necha gramm eritma (m_2) hosil bo‘lishini ham aniqlash mumkin. Buning uchun erigan modda massasini (m_1) 100 % ga ko‘paytirib, foiz konsentratsiyaga bo‘lishimiz kerak bo‘ladi:

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot 100\%}{C\%}$$

(3)

2- masala: 50 g KNO_3 ni necha gramm suvda eritilganda 40%li eritma hosil bo‘ladi?

Masalaning yechimi:

100 g 40 % li eritmani tayyorlash uchun, 40 g KNO_3 va 60 g erituvchi (ya’ni suv) kerak bo‘lsa, 50 g KNO_3 uchun necha gramm suv kerak bo‘lishini proporsiya orqali topamiz:

$$\begin{array}{ccc} 40 \text{ g } \text{KNO}_3 & \xlongequal{\hspace{1cm}} & 60 \text{ g } \text{H}_2\text{O} \\ 50 \text{ g } \text{KNO}_3 & \xlongequal{\hspace{1cm}} & x \end{array} \quad x = \frac{50 \cdot 60}{40} = 75 \text{ g } \text{H}_2\text{O}$$

Javob: 75 g

3- masala: 150 g suvda necha gramm NaNO_3 eritilsa 25% li eritma hosil bo‘ladi?

Masalaning yechimi:

25 % li eritma tayyorlash uchun, massa jihatidan 25 g erigan modda va 75 g erituvchi (ya’ni suv) kerak bo‘lishi ma’lum bo‘lsa, 150 g H_2O da necha gramm NaNO_3 ni eritishimiz kerakligini topamiz:

$$\begin{array}{ccc} 100 \text{ g eritma} & & \\ \searrow & & \searrow \\ 75 \text{ g erituvchi } (\text{H}_2\text{O}) & \xlongequal{\hspace{1cm}} & 25 \text{ g erigan modda } (\text{NaNO}_3) \\ 150 \text{ g erituvchi } (\text{H}_2\text{O}) & \xlongequal{\hspace{1cm}} & x \end{array}$$

$$x = \frac{150 \cdot 25}{75} = 50 \text{ g } \text{NaNO}_3$$

Javob: 50 g

4- masala: 30% li KBr eritmasidan 500 g tayyorlash uchun necha gramm tuz va necha gramm suv kerak bo‘ladi?

Masalaning yechimi:

30% li eritma tayyorlash uchun, massa jihatidan 30 g erigan modda, 70 g ($100-30=70$) erituvchi (ya'ni suv) kerak bo'lishi ma'lum bo'lsa, 500 g eritma tayyorlash uchun qancha miqdorda suv va tuz kerakligini hisoblaymiz:

Erituvchi ————— erigan modda ————— Eritma

70 g (H_2O) ————— 30 g (KBr) ————— 100 g

x_2 ————— x_1 ————— 500g

$$x_1(\text{KBr}) = \frac{500 \cdot 30}{100} = 150 \text{ g}$$

$$x_2 (\text{H}_2\text{O}) = \frac{500 \cdot 70}{100} = 350 \text{ g}$$

Javob: 150 g; 350 g

Masalalarda erigan moddaning massasi berilmay, uning miqdori berilishi mumkin. Bunday hollarda erigan moddaning miqdorini (n) uning molyar massasiga (M) ko'paytirib erigan modda massasini (m_1) aniqlab olamiz: $m_1 = n \cdot M$ va masalani ishlashda davom etamiz.

5-masala: 0,5 mol Na_2CO_3 97 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

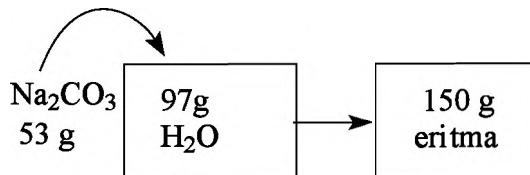
Masalaning yechimi:

Dastlab erigan moddaning massasini topib olamiz:

$$m = n \cdot M \quad M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol}$$

$$m (\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \cdot 106 = 53 \text{ g}$$

53 g Na_2CO_3 , 97 g suvda eritlganda 150 g ($53+97=150$) eritma hosil bo'ladi:



Eritilgan tuz massasi va umumiylar eritma massasidan foydalanib eritmaning foiz konsentratsiyasini 1-formula bo'yicha topamiz:

$$C_{\%} = \frac{53}{97 + 53} \cdot 100\% = 35,33\%$$

Javob: 35,33 %

Mavzuga doir masalalar:

1. 25 g NaCl 100 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
2. 20 g KNO₃, 180 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
3. 36 g NaCl ni necha gramm suvda eritilganda 25 %li eritma hosil bo'ladi?
4. 80 g NH₄NO₃ ni necha gramm suvda eritilganda 20 %li eritma hosil bo'ladi?
5. 450 g suvda necha gramm K₂SO₄ eritilsa 10 % li eritma hosil bo'ladi?
6. 280 g suvda necha gramm KBr eritilsa 30 % li eritma hosil bo'ladi?
7. 10 % li KNO₃ eritmasidan 250 g tayyorlash uchun necha gramm tuz va necha gramm suv kerak bo'ladi?
8. 15 % li NaNO₃ eritmasidan 150 g tayyorlash uchun necha gramm tuz va necha gramm suv kerak bo'ladi?
9. 0,25 mol Na₂SO₄ 164,5 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
10. 0,4 mol KCl 120,2 g suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

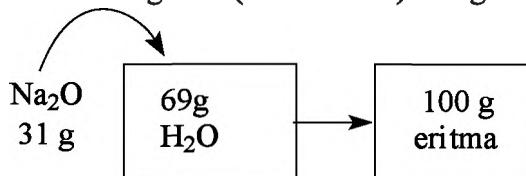
16-§. Foiz konsentratsiya mavzusiga doir masalalar va ularning yechimi

Agar suvda yaxshi eriydigan hamda suv bilan o'zaro ta'sirlashib yangi modda hosil qiladigan moddalar (masalan Na, Na₂O, SO₃, SO₂, KH, K₂O, NO₂) suvgaga solinsa, hosil bo'lgan eritmani konsentratsiyasi shu reaksiya natijasida hosil bo'lgan yangi modda massasiga asoslanib topiladi.

1-masala: 31 g Na₂O 69 g suvgaga tushirilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) hisoblang.

Masalaning yechimi:

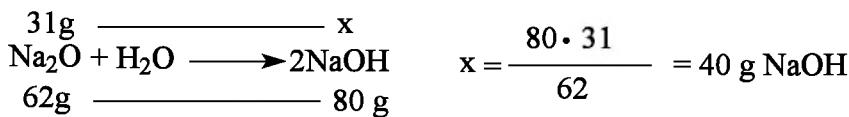
31 g Na₂O 69 g suvda eritilganda (31+69=100) 100 g eritma hosil bo'ladi:



Na₂O asosli oksid bo'lib, suvgaga solinganda suv bilan birikish reaksiyasiga kirishib NaOH ni hosil qiladi.



Reaksiya tenglamasi bo'yicha 62 g Na₂O suvgaga solinganda 80 g NaOH hosil qilishi ma'lum bo'lsa, 31 g Na₂O dan hosil bo'ladiqan NaOH massasini topamiz:



Reaksiyadan so'ng hosil bo'lgan eritmada erigan modda NaOH bo'lib, eritmaning foiz konsentratsiyasi shu moddaning massasiga nisbatan hisoblanadi:

$$C\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%$$

$C\%$ – foiz konsentratsiya;
 m_1 – erigan modda massasi;
 m_2 – eritma massasi.

$$C\% = \frac{40}{31+69} \cdot 100\% = 40\%$$

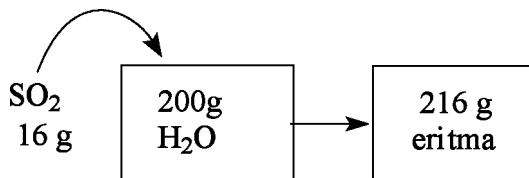
Javob: 40 %

2-masala: 5,6 l (n.sh) SO₂ 200 g suvgaga yuttilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

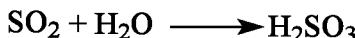
Masalaning yechimi: Dastlab SO₂ hajmidan foydalanib uning massasini topib olamiz:

$$n = \frac{V}{V_M} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ mol SO}_2 \longrightarrow \begin{aligned} m &= n \cdot M \\ &= 0,25 \cdot 64 = 16 \text{ g SO}_2 \end{aligned}$$

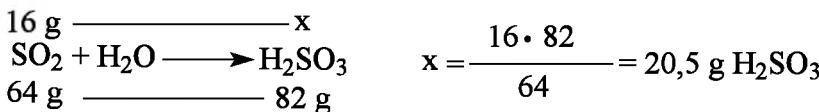
16 g SO₂ 200 g suvda eritilganda 216 g (16+200=216) eritma hosil bo'ladi:



SO₂ kislotali oksid bo'lib, suvgaga tushirilganda H₂SO₃ hosil qiladi.



Reaksiya bo'yicha 64 g SO₂ suvgaga tushirilganda 82 g H₂SO₃ hosil qilishi ma'lum bo'lsa, 16 g SO₂ dan hosil bo'ladigan H₂SO₃ massasini topamiz:



Reaksiyadan so'ng hosil bo'lgan eritmada erigan modda H₂SO₃ bo'lib, foiz konsentratsiya shu modda massasiga nisbatan hisoblanadi:

$$C\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%$$

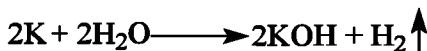
$C\%$ – foiz konsentratsiya;
 m_1 – erigan modda massasi;
 m_2 – eritma massasi.

$$C\% = \frac{20,5}{216} \cdot 100\% = 9,4\%$$

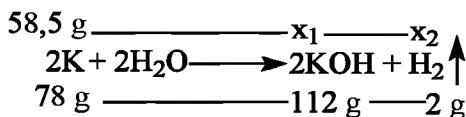
Javob: 9,4 %

3-masala: 100 g suvgaga 58,5 g kaliy qo'shilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

Masalaning yechimi: Kaliy faol metall bo'lib, suvgaga tushgan zahoti suv bilan ta'sirlashib KOH hosil qiladi hamda, vodorod gaz holatida ajralib chiqadi:



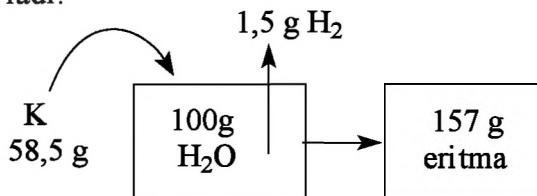
Reaksiya bo'yicha 78 g K reaksiyaga kirishganida 112 g KOH va 2 g vodorod gazi ajralsa, 58,5 g K reaksiyasidan hosil bo'lgan KOH va vodorod massasini aniqlaymiz:



$$x_1(\text{KOH}) = \frac{58,5 \cdot 112}{78} = 84 \text{ g}$$

$$x_2(\text{H}_2) = \frac{58,5 \cdot 2}{78} = 1,5 \text{ g}$$

58,5 g K 100 g suvda eritilganda 1,5 g vodorod gaz holatida eritmada chiqib ketsa, reaksiyadan so'ng hosil bo'lgan eritmaning massasi 157 g ($58,5+100-1,5=157$) ga teng bo'ladi:



Reaksiyadan so'ng hosil bo'lgan eritmada erigan modda KOH bo'lib, foiz konsentratsiya shu modda massasiga nisbatan hisoblanadi:

$$C\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%$$

$C\%$ – foiz konsentratsiya;
 m_1 – erigan modda massasi;
 m_2 – eritma massasi.

$$C\% = \frac{84}{100+58,5-1,5} \cdot 100\% = 53,5\%$$

Javob: 53,5 %

4-masala: 200 g 5 % li va 500 g 20 % li NaCl eritmalarini bir idishga solib aralashtirilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) hisoblang.

Masalaning yechimi: Ikki xil konsentratsiyaga ega bo'lgan NaCl eritmalarini bir idishga solib aralashtirilsa, yangi konsentratsiyali eritma hosil bo'ladi.

Dastlabki eritmalarining har birining tarkibida bor bo'lgan tuzning massasini topib olamiz:

1-eritmada 200 g eritma massasi 100 % ni tashkil etsa, 5 % erigan tuz massasi qanchaligini topamiz:

$$\frac{200 \text{ g}}{x_1} = \frac{100\%}{5\%} \quad x_1(\text{NaCl}) = \frac{200 \cdot 5}{100} = 10 \text{ g}$$

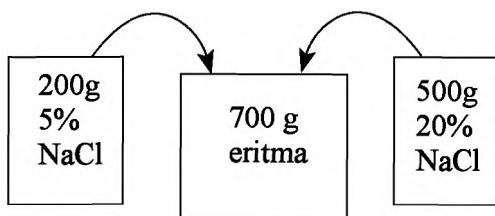
2-eritmada 500 g eritma massasi 100% ni tashkil etsa, 20% erigan tuz massasini qanchaligini topamiz:

$$\frac{500 \text{ g}}{x_2} = \frac{100\%}{20\%} \quad x_2(\text{NaCl}) = \frac{500 \cdot 20}{100} = 100 \text{ g}$$

Endi birinchi va ikkinchi eritmalaragi tuz massalarini qo'shib umumiy erigan tuz massasini topamiz:

$$10 + 100 = 110 \text{ g umumiy erigan tuz.}$$

Birinchi eritmaning massasini (200 g) ikkinchi eritmaning massasiga (500 g) qo'shib, yangi eritmaning umumiy massasini topamiz: $200+500=700 \text{ g}$



$$200+500=700 \text{ g eritma}$$

Yangi eritmaning umumiy massasi va unda erigan tuz massalari ma'lum bo'ldi, endi eritma konsentratsiyasini 1-formula asosida topamiz:

$$C\% = \frac{10 + 100}{200 + 500} \cdot 100\% = 15,7\%$$

Javob: 15,7 %

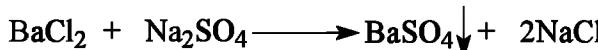
Agar biror eritmaga boshqa modda qo'shilgan bo'lsa, avval dastlabki eritmadiagi modda qo'shilayotgan modda bilan reaksiyaga kirishadimi yoki yo'qmi aniqlab olinadi.

Agar masala shartida berilgan moddalar o'zaro reaksiyaga kirishsa, reaksiya tenglamasi yozib olinadi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan moddani eritma tarkibidagi erigan modda sifatida olinadi va masala ishlashda davom etiladi.

Agar reaksiyada cho'kma hosil bo'lsa, eritmaning umumiy massasidan cho'kmaning massasini ayirish orqali eritma massasi aniqlanadi. Reaksiyada gaz ajralgan bo'lsa, eritma massasidan gaz massasini ayirish orqali eritma massasi aniqlanadi. Cho'kma va gaz eritma tarkibiga kirmaydi, ular eritma dan tashqaridagi moddalar hisoblanadi.

5-masala: 416 g 20% li BaCl₂ eritmasi va 568 g 10% li Na₂SO₄ eritmalarini bir idishga solib aralashtirilganda, hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

Masalaning yechimi: Ushbu masala bir qarashda biz yuqorida ko'rib o'tgan 9-masalaga o'xshashdek ko'rindi, lekin bu masalada 9-masaladan farqli o'laroq, 2 xil modda ya'ni BaCl₂ va Na₂SO₄ eritmalarini o'zaro aralashtirilmoqda. Ushbu holatda erigan moddalar orasida kimyoviy reaksiya boradi, hamda cho'kma hosil bo'ladi:

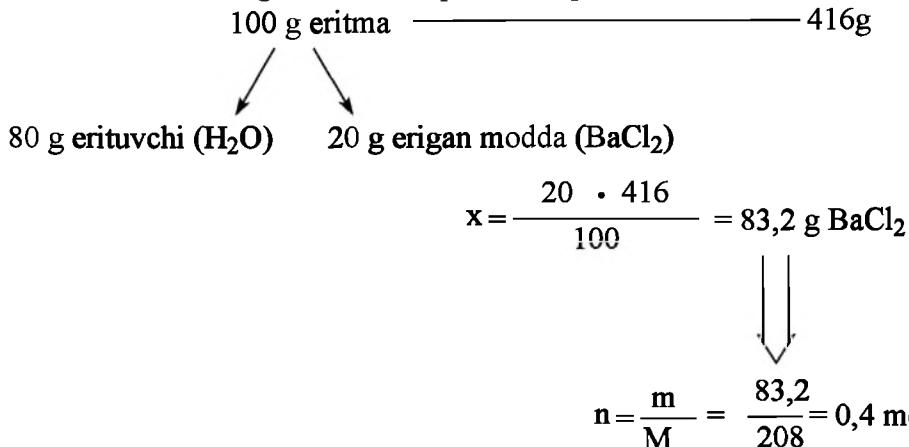


Reaksiya tugagandan so'ng eritmada NaCl erigan holatda bo'lib, foiz konsentratsiya shu moddaning massasiga nisbatan hisoblanadi.

Dastlab BaCl₂ eritmaside erigan moddaning massasini hamda uning modda miqdorini topib olamiz:

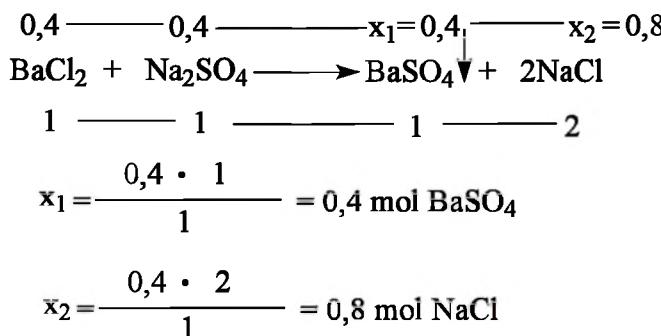
$$\begin{array}{ccc}
 100 \text{ g eritma} & \xrightarrow{\hspace{1cm}} & 416 \text{ g} \\
 \swarrow & \searrow & \\
 80 \text{ g erituvchi (H}_2\text{O)} & & 20 \text{ g erigan modda (BaCl}_2\text{)} \\
 \\
 x = \frac{20 \cdot 416}{100} = 83,2 \text{ g BaCl}_2 & & \\
 & & \downarrow \\
 & & n = \frac{m}{M} = \frac{83,2}{208} = 0,4 \text{ mol BaCl}_2
 \end{array}$$

Shunday ketma-ketlikda Na_2SO_4 eritmasida ham erigan moddaning massasini hamda uning modda miqdorini topamiz:



Demak, 1-eritmada 0,4 mol BaCl_2 , ikkinchi eritmada 0,4 mol Na_2SO_4 erigan holda bo‘lgan ya’ni moddalar 1:1 mol nisbatda bo‘lgan ekan. Yuqoridaagi reaksiya tenglamasiga asosan aytishimiz mumkinki reaksiyaga kirishayotgan BaCl_2 va Na_2SO_4 moddalari stixeometrik nisbatda (ya’ni shu reaksiya oxirigacha borishi uchun har ikkala modda ham yetarli miqdorda) bo‘lgan.

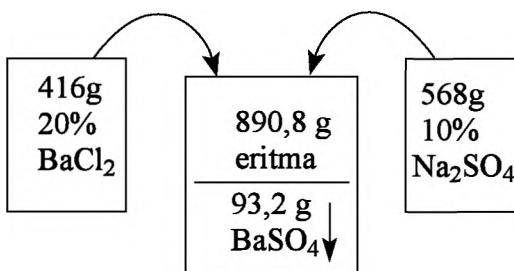
Endi ushbu reaksiya asosida hosil bo‘lgan BaSO_4 cho‘kmasining hamda eritmada qolgan NaCl larning massalarini topib olamiz:



$$m = n \cdot M$$

$$\begin{array}{ll}
 M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ g} & M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g} \\
 m(\text{BaSO}_4) = 0,4 \cdot 233 = 93,2 \text{ g} & m(\text{NaCl}) = 0,8 \cdot 58,5 = 46,8 \text{ g}
 \end{array}$$

Yangi hosil bo‘lgan eritma massasini topib olamiz. Buning uchun dastlabki eritmalarning massalari yig’indisidan hosil bo‘lgan cho‘kma massasi ayirladi.



Yangi eritmaning massasi va unda erigan tuz massalari ma'lum bo'ldi, endi eritma konsentratsiyasini 1-formula asosida topamiz:

$$C\% = \frac{46,8}{416+568-93,2} \cdot 100\% = 5,25\%$$

Demak BaCl_2 hamda Na_2SO_4 eritmalari aralashtirilgandan so'ng 5,25 % li NaCl eritmasi hosil bo'lgan ekan.

Javob: 5,25

Mavzuga doir masalalar:

1. 23,5 g K_2O 126,5 g suvgaga tushirilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) hisoblang.
2. 6,72 l (n.sh.) SO_2 80,8 g suvgaga tushirilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) hisoblang.
3. 108 g N_2O_5 200 g suvgaga yuttilishidan hosil bo'lgan nitrat kislotaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
4. 16,8 l (n.sh.) CO_2 2000 g suvgaga yuttilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
5. 100 g suvgaga 46 g natriy qo'shilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
6. 150 g suvgaga 60 g kalsiy qo'shilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
7. 200 g 10 % li va 300 g 20 % li NaNO_3 eritmalari bir idishga solib aralashtirilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) hisoblang.
8. 150 g 40 % li va 250 g 30% li NH_4NO_3 eritmalari bir idishga solib aralashtirilishidan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) hisoblang.
9. 520 g 10 % li BaCl_2 eritmasi va 710 g 5% li Na_2SO_4 eritmalari bir idishga solib aralashtirilganda, hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
10. 425 g 20 % li AgNO_3 eritmasi va 195 g 15% li NaCl eritmalari bir idishga solib aralashtirilganda, hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

17-§. Foiz konsentratsiya, eritma massasi, hajmi va zichligi orasidagi bog'lanish

Eritmaga doir masalalar ishlashda eritma hajmi, eritma zichligi kabi tushunchalar bilan to'qnash kelishimiz mumkin. Bunday masalalarni ishlashdan oldin eritma massasi, eritma hajmi va eritma zichligini bir-biriga qanday bog'liqligini ko'rib chiqamiz.

Eritma zichligini (ρ) aniqlash uchun eritmaning umumiy massasini (m_2) eritma hajmiga (V) bo'lish kerak:

$$\rho = \frac{m_2}{V}$$

(4)

Eritma massasini (m_2) gramm (g) yoki kilogrammda (kg); eritma hajmini (V) millilitr (ml) yoki litrda (l); eritma zichligini (ρ) esa g/ml yoki kg/larda ifodalashimiz mumkin.

Shu formula orqali eritma massasini (m_2) aniqlash uchun eritma zichligini (ρ) eritma hajmiga (V) ko'paytirish kerak bo'ladi:

$$m_2 = V \cdot \rho$$

(5)

Eritma hajmini (V) aniqlash uchun esa, eritma massasini (m_2) eritma zichligiga (ρ) bo'lishimiz kerak bo'ladi:

$$V = \frac{m_2}{\rho}$$

(6)

1-masala: Tarkibida 44,8 g KOH tutgan 200 ml ($\rho = 1,12 \text{ g/ml}$) eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.

Masalaning yechimi: Dastlab eritmaning hajmi va zichligi qiymatlari dan foydalanib eritmaning massasini 5-formulaga asoslanib, aniqlab olamiz:

$$m_2 = V \cdot \rho = 200 \cdot 1,12 = 224 \text{ g eritma}$$

Erigan modda massasi hamda eritmaning massa qiymatlari ma'lum bo'ldi. Endi eritmaning foiz konsentratsiyasini 1-formuladan foydalanib topamiz:

$$C_{\%} = \frac{44,8}{224} \cdot 100\% = 20\%$$

Javob: 20 %

2-masala: 177,5 ml ($\rho = 1,2 \text{ g/ml}$) 40% li Na_2SO_4 eritmasi tarkibida erigan moddaning massasini (g) aniqlang.

Masalaning yechimi: Dastlab eritmaning hajmi va zichligi qiymatlari dan foydalanib eritmaning massasini 5-formuladan foydalanib, aniqlab olamiz:

$$m_2 = V \cdot \rho = 177,5 \cdot 1,2 = 213 \text{ g eritma}$$

213 g eritmaning massasi 100% ni tashkil etsa, unda erigan 40% tuz massasini topamiz:

$$\frac{213 \text{ g eritma}}{x} \frac{100\%}{40\%} \quad x = \frac{40 \cdot 213}{100} = 85,2 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$$

Demak eritmada 85,2 g Na₂SO₄ eritilgan ekan.

Javob: 85,2 g.

Mavzuga doir masalalar:

1. Tarkibida 80 g NaOH tutgan 300 ml ($\rho=1,12 \text{ g/ml}$) eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
2. Tarkibida 49 g H₂SO₄ tutgan 160 ml ($\rho=1,15 \text{ g/ml}$) eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) aniqlang.
3. 200 ml ($\rho=1,25 \text{ g/ml}$) 25 % li AgNO₃ eritmasi tarkibida erigan moddaning massasini (g) aniqlang.
4. 240 ml ($\rho=1,125 \text{ g/ml}$) 15 % li (NH₄)₂SO₄ eritmasi tarkibida erigan moddaning massasini (g) aniqlang.

18-§. Molyar konsentratsiya

1 l eritmaning tarkibida erigan moddani miqdoriga yoki mollar soniga shu eritmani **molyar konsentratsiyasi** deyiladi.

Molyar konsentratsiyani (C_M) aniqlash uchun erigan modda miqdorini (n) shu eritmaning hajmiga (V) bo'lishimiz kerak.

$$C_M = \frac{n}{V}$$

C_M – molyar konsentratsiya (mol/l yoki M)
 n – erigan moddaning miqdori (mol)
 V – eritma hajmi (l)

Molyar konsentratsiyani (C_M) o'lchov birligi mol/l yoki M (molyar)dir. Erigan moddaning miqdorini mol da o'lchaymiz. Molyar konsentratsiyada eritma hajmini l da o'lchanadi.

Shu formuladan erigan modda miqdorini (n) aniqlash uchun eritmani molyar konsentratsiyasini (C_M) eritma hajmiga (V) ko'paytirish kerak bo'ladi.

$$n = C_M \cdot V$$

Shu formuladan eritma hajmini (V) aniqlash uchun erigan modda miqdorini (n) eritmaning molyar konsentratsiyasiga (C_M) bo'lish kerak.

$$V_{\text{eritma}} = \frac{n_{\text{erigan modda}}}{C_M}$$

1-masala: 0,75 mol NaNO₃ suvda eritilib, 250 ml eritma tayyorlandi. Hosil bo‘lgan eritmani molyar konsentratsiyasini aniqlang.

Masalaning yechimi: 0,75 mol NaNO₃ ma’lum miqdorda suvda eritgan, natijada 250 ml ya’ni 0,25 l eritma hosil bo‘lgan. Ushbu eritmaning molyar konsentratsiyasini aniqlaymiz:

$$C_M = \frac{n_{\text{erigan modda}}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{0,75}{0,25} = 3 \text{ mol/l}$$

Demak, 0,75 mol NaNO₃ ning hosil qilgan 250 ml eritmasi 3 mol/l (molyarli) bo‘lgan.

Javob: 3 M

Agar masala shartida erigan moddaning massasi berilgan bo‘lsa, dastlab erigan modda miqdorini aniqlab olamiz. Buning uchun erigan moddaning massasini ushbu moddaning molyar massasiga bo‘lish kerak.

$$n_{\text{erigan modda}} = \frac{m_{\text{erigan modda}}}{M_{\text{erigan modda}}}$$

Molyar massani aniqlab olganimizdan so‘ng, masalani ishlashda davom etamiz.

2-masala: Tarkibida 7,3 g HCl bor bo‘lgan, 0,1 M li HCl eritmasining hajmini (l) aniqlang.

Masalaning yechimi: Dastlab HCl ning modda miqdorini topib olamiz:

$$n(\text{HCl}) = \frac{m}{M} = \frac{7,3}{36,5} = 0,2 \text{ mol}$$

Topilgan modda miqdoridan foydalanib HCl eritmasining hajmini topamiz:

$$C_M = \frac{n_{\text{erigan modda}}}{V_{\text{eritma}}} \implies V = \frac{n}{C_M} = \frac{0,2}{0,1} = 2 \text{ l}$$

Javob: 2 l

3-masala: Distillangan suvgaga BaCl₂ qo‘shib, 300 ml 2 M li eritma tayyorlandi. Qo‘silgan BaCl₂ ni massasini aniqlang.

Masalaning yechimi: Eritmaning hajmi va molyar konsentratsiya qiymlaridan foydalanib Ba Cl₂ ning modda miqdorini topib olamiz:

$$C_M = \frac{n}{V}$$

$$\Rightarrow n = C_M \cdot V$$

$$n(BaCl_2) = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ mol}$$

$BaCl_2$ ning modda miqdori ma'lum bo'ldi, endi uning massasini aniqlaymiz:

$$m = n \cdot M$$

$$m(BaCl_2) = 0,6 \cdot 208 = 124,8 \text{ g}$$

Demak 300 ml 2 M li eritma hosil qilish uchun 124,8 g $BaCl_2$ eritilgan ekan.

Javob: 124,8 g

Agar masalani shartida eritma hajmi berilmay, eritma massasi va eritma zichligi berilgan bo'lsa, dastlab eritma hajmini aniqlab olamiz. Eritma hajmini (V) aniqlash uchun eritma massasini (m_2) eritma zichligiga (ρ) bo'lishimiz kerak bo'ladi:

$$V = \frac{m_2}{\rho}$$

Masala shartida eritma zichligi g/ml da va eritma massasi grammda berilgan bo'lsa, bu formula orqali hisoblasak eritma hajmini ml da aniqlaymiz va 1000 ga bo'lish orqali eritma hajmini litrda ifodalashimiz mumkin va masala ishslashda davom etamiz.

Agar eritma zichligi kg/l da va eritma massasi kg da berilgan bo'lsa, bu formula orqali hisoblasak eritma hajmini litrda aniqlaymiz va masala ishslashda davom etamiz.

4-masala: 300 g suvga 36,5 g HCl qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning ($\rho=1,12 \text{ g/ml}$) molyar konsentratsiyasini (mol/l) aniqlang.

Masalaning yechimi:

Dastlab erigan moddaning modda miqdorini topib olamiz:

$$n(HCl) = \frac{m}{M} = \frac{36,5}{36,5} = 1 \text{ mol}$$

300 g suvda 36,5 g HCl eritilganda 336,5 g ($300+36,5=336,5$) eritma hosil bo'ladi.



Eritma massasidan foydalanib uning hajmini aniqlaymiz:

$$\rho = \frac{m_{\text{eritma}}}{V_{\text{eritma}}} \text{ g/ml} \Rightarrow V_{\text{eritma}} = \frac{m_{\text{eritma}}}{\rho} = \frac{336,5}{1,12} = 300 \text{ ml} = 0,3 \text{ l}$$

Eriqan moddaning miqdori va eritmaning hajmi ma'lum bo'ldi, endi eritmaning molyar konsentratsiyasini topamiz:

$$C_M = \frac{n_{\text{erigan modda}}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{1}{0,3} = 3,33 \text{ mol/l}$$

Javob: 3,33 M

Mavzuga doir masalalar:

1. 1,25 mol CaCl_2 suvda eritilib, 500 ml eritma tayyorlandi. Hosil bo'lgan eritmani molyar konsentratsiyasini aniqlang.
2. 0,75 mol NH_4Cl suvda eritilib, 750 ml eritma tayyorlandi. Hosil bo'lgan eritmani molyar konsentratsiyasini aniqlang.
3. Distillangan suvgaga NaCl qo'shib, 400 ml 3 M li eritma tayyorlandi. Qo'shilgan NaCl ni massasini aniqlang.
4. Distillangan suvgaga Na_2SO_4 qo'shib, 200 ml 1,5 M li eritma tayyorlandi. Qo'shilgan Na_2SO_4 ning massasini aniqlang.
5. 300 g suvgaga 147 g H_2SO_4 qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning ($\rho=1,1175 \text{ g/ml}$) molyar konsentratsiyasini (mol/l) aniqlang.
6. 250 g suvgaga 80 g NaOH qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning ($\rho=1,1 \text{ g/ml}$) molyar konsentratsiyasini (mol/l) aniqlang.
7. Tarkibida 11,7 g NaCl bor bo'lgan, 0,5 M li HCl eritmasining hajmini (l) aniqlang.
8. Tarkibida 16,4 g H_2SO_3 bor bo'lgan, 0,25 M li eritmasining hajmini (l) aniqlang.

19-§. Normal konsentratsiya

1 l eritmaning tarkibida erigan moddani ekvivalent miqdoriga shu eritmani **normal konsentratsiya** deyiladi.

Normal konsentratsiyani o'rghanishdan oldin, erigan moddani ekvivalent miqdori nima ekanligini va qanday aniqlanishi haqida tushunchaga ega bo'lib olishimiz kerak.

Eriqan moddani ekvivalent miqdorini (n_{ekv}) aniqlash uchun erigan moddaning massasini (m) erigan moddani ekvivalent massasiga (E) bo'lishimiz kerak bo'ladi.

$$n_{\text{ekv}} = \frac{m}{E}$$

n_{ekv} – erigan moddaning ekvivalent miqdori (g/ ekv);
 m – erigan moddaning massasi (g);
 E – erigan moddaning ekvivalent massasi (ekv).

1-masala: 24,5 g H₂SO₄ ni ekvivalent miqdorini (g/ekv) aniqlang.
Dastlab H₂SO₄ ning ekvivalent massasini topib olamiz:

$$E_{\text{k-ta}} = \frac{M_{\text{k-ta}}}{n(\text{H})}$$

E_{k-ta} – kislota ekvivalent massasi (g);

M_{k-ta} – kislota molyar massasi (g);

n (H) – metallga o‘rnini bera oladigan vodorodlar soni.

$$E(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{H})} = \frac{98}{2} = 49$$

Endi ushbu formula asosida H₂SO₄ ning ekvivalent miqdorini topamiz:

$$n_{\text{ekv}} = \frac{m}{E} = \frac{24,5}{49} = 0,5 \text{ g/ekv}$$

Javob: 0,5 g/ekv

Normal konsentratsiyani (C_N) aniqlash uchun erigan moddaning ekvivalent miqdorini (n_{ekv}) shu eritmaning hajmiga (V) bo‘lishimiz kerak.

$$C_N = \frac{n_{\text{ekv}}}{V}$$

C_N – normal konsentratsiya (N);

n_{ekv} – erigan moddaning ekvivalent miqdori (g/ekv);

V – eritma hajmi (l).

Normal konsentratsiyani (C_N) o‘lchov birligi N (normal)dir. Normal konsentratsiyada eritma hajmini l da o‘lchanadi.

Shu formuladan erigan moddaning ekvivalent miqdorini (n_{ekv}) aniqlash uchun, eritmani normal konsentratsiyasini (C_N) eritma hajmiga (V) ko‘paytirish kerak bo‘ladi.

$$n_{\text{ekv}} = C_N \cdot V$$

Shu formuladan eritma hajmini (V) aniqlash uchun, erigan moddaning gramm ekvivalent miqdorini (n_{ekv}) eritmani normal konsentratsiyasiga (C_N) bo‘lish kerak.

$$V = \frac{n_{\text{ekv}}}{C_N}$$

2-masala: 5 l eritma tarkibida 3 g/ekv HCl bo‘lsa, shu eritmani normal konsentratsiyasini aniqlang.

Masalaning yechimi:

Eritmaning hajmi hamda erigan moddaning ekvivalent miqdorini qiymatlaridan foydalanib eritmaning normalligini aniqlaymiz:

$$C_N = \frac{n_{ekv}}{V_{eritma}} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ N}$$

Demak, eritmaning normal konsentratsiyasi 0,6 N ekan.

Javob: 0,6 N

3-masala: 5000 g suvgaga 68,4 g Ba(OH)₂ qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning ($\rho=1,267 \text{ g/ml}$) normal konsentratsiyasini (N) aniqlang.

Masalaning yechimi:

Dastlab, Ba(OH)₂ ning ekvivalent massasini topib olamiz:

$$E_{asos} = \frac{M_{asos}}{n(OH)}$$

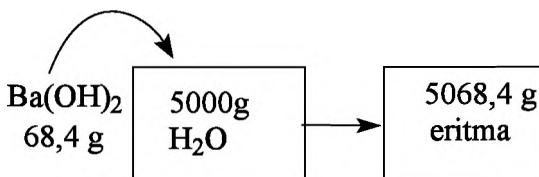
E_{asos} - asos ekvivalent massasi
 M_{asos} - asos molyar massasi (gr) (g)
 n - OH guruh soni

$$E(Ba(OH)_2) = \frac{M(Ba(OH)_2)}{n(OH)} = \frac{171}{2} = 85,5$$

Endi erigan moddaning ekvivalent miqdorini topib olamiz:

$$n_{ekv} = \frac{m}{E} = \frac{68,4}{85,5} = 0,8 \text{ g/ekv Ba(OH)}_2$$

5000 g suvda 68,4 g Ba(OH)₂ eritilganda 5068,4 g ($5000+68,4=5068,4$) eritma hosil bo'ladi.



Eritmaning massasi va zichligining qiymatlari bizga ma'lum, bu ma'lumotlar yordamida eritmaning hajmini aniqlaymiz:

$$\rho = \frac{m_{eritma}}{V_{eritma}} \Rightarrow V_{eritma} = \frac{m_{eritma}}{\rho} = \frac{5017,1}{1,003} = \frac{5068,4}{1,267} = 4000 \text{ ml} = 4 \text{ l}$$

Erigan moddaning ekvivalent miqdorini eritmaning hajmiga (*l*) bo'lib, eritmaning normal konsentratsiyasini topamiz:

$$C_N = \frac{n_{\text{ekv}}}{V_{\text{eritma}}} = \frac{0,8}{4} = 0,2 \text{ N}$$

Demak, biz tayyorlagan eritmaning normal konsentratsiyasi 0,2 N ga teng ekan.

Javob: 0,2 N

4-masala: 9,8 g H₂SO₄ ning 0,2 N li eritmasining hajmini (*l*) aniqlang.

Masalaning yechimi: Dastlab H₂SO₄ ning ekvivalent massasini topib olamiz:

$$E_{\text{k-ta}} = \frac{M_{\text{k-ta}}}{n(H)}$$

E_{k-ta} – kislota ekvivalent massasi (g);

M_{k-ta} – kislota molyar massasi (g);

n (H) – metallga o'rnni bera oladigan vodorodlar soni.

$$E(H_2SO_4) = \frac{M(H_2SO_4)}{n(H)} = \frac{98}{2}$$

Endi H₂SO₄ massasidan foydalanib, uning ekvivalent miqdorini topamiz:

$$\frac{n_{\text{ekv}}}{E} = \frac{m}{E} = \frac{9,8}{49} = 0,2 \text{ g/ekv H}_2\text{SO}_4$$

Topilgan ekvivalent miqdorini shu eritmaning normal konsentratsiyasiga bo'lib, H₂SO₄ eritmasining hajmini topamiz:

$$C_N = \frac{n_{\text{ekv}}}{V} \quad \Rightarrow \quad V = \frac{n_{\text{ekv}}}{C_N} = \frac{0,2}{0,2} = 1 \text{ l}$$

Javob: 1 l

Mavzuga doir masalalar:

1. 10,25 g H₂SO₄ ning g/ekv lar sonini aniqlang.
2. 20,8 g Al(OH)₃ ning g/ekv lar sonini aniqlang.
3. 6,67 g Fe₂(SO₄)₃ ning g/ekv lar sonini aniqlang.
4. 6 l eritma tarkibida 3 g/ekv NaCl bo'lsa, shu eritmaning normal konsentratsiyasini aniqlang.
5. 1 l eritma tarkibida 2 g/ekv NH₄Cl bo'lsa, shu eritmaning normal konsentratsiyasini aniqlang.

6. 500 g suvgaga 85,5 g Ba(OH)₂ qo'shilishidan hosil bo'lgan eritma ning ($\rho=1,171\text{g/ml}$) normal konsentratsiyasini (N) aniqlang.
7. 200 g suvgaga 98 g H₂SO₄ qo'shilishidan hosil bo'lgan eritmaning ($\rho=1,192\text{g/ml}$) normal konsentratsiyasini (N) aniqlang.
8. 8,2 g H₂SO₃ ning 0,25 N li eritmasining hajmini (*l*) aniqlang.
9. 12,6 g HNO₃ ning 0,5 N li eritmasining hajmini (*l*) aniqlang.

20-§. Foiz va molyar konsentratsiya o'rtaqidagi bog'lanish

Masala shartida foiz konsentratsiya ma'lum bo'lib, molyar konsentratsiyani (C_M) aniqlash kerak bo'lsa, foiz konsentratsiyani (C%) eritma zichligiga (ρ) va 10 ga ko'paytiramiz va hosil bo'lgan sonni erigan moddaning molyar massasiga (M) bo'lamiz.

C_M – molyar konsentratsiya;

C% – foiz konsentratsiya;

M – erigan moddaning molyar massasi;

ρ – eritmaning zichligi.

Agar masala shartida molyar konsentratsiya ma'lum bo'lib, foiz konsentratsiya (C%) ni aniqlash kerak bo'lsa, molyar konsentratsiya (C_M) ni erigan moddaning molyar massa (M)siga ko'paytirib, hosil bo'lgan sonni eritma zichligi (ρ)ni 10 ga bo'lgan ko'paytmasiga bo'lamiz.

C_M – molyar konsentratsiya;

C% – foiz konsentratsiya;

M – erigan moddaning molyar massasi;

ρ – eritmaning zichligi.

Bu formulalar orqali foiz konsentratsiya berilganda molyar konsentratsiyani, molyar konsentratsiya berilganda foiz konsentratsiyani aniqlashimiz mumkin.

Agar masala shartida ham foiz, ham molyar konsentratsiya berilgan bo'lsa, yuqoridagi formula orqali shu eritmaning zichligini aniqlashimiz mumkin. Eritma zichligi (ρ) ni aniqlash uchun molyar konsentratsiya (C_M) ni erigan moddaning molyar massasi(M)ga ko'paytirib, hosil bo'lgan sonni foiz konsentratsiya (C%)ni 10 ga bo'lgan ko'paytmasiga bo'lamiz.

$$\rho = \frac{C_M \cdot M}{C\% \cdot 10}$$

Agar masala shartida noma'lum modda eritmasining foiz, molyar konsentratsiyalari va eritma zichligi ma'lum bo'lsa, erigan moddaning molyar massasini aniqlaymiz va molyar massa orqali erigan noma'lum moddaning nomini bilib olishimiz mumkin. Erigan moddaning molyar massasi (M)ni aniqlash uchun foiz konsentratsiya (C%) ni eritma zichligi (ρ) ga va 10 ga

ko‘paytiramiz. Hosil bo‘lgan natijani erigan moddaning molyar konsentratsiyasiga (C_M) bo‘lamiz.

$$M = \frac{C\% \cdot 10 \cdot \rho}{C_M}$$

1-masala: 20 % li ($\rho=1,25\text{g/ml}$) KOH eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.

Masalaning yechimi: Ushbu masalani foiz konsentratsiyadan molyar konsentratsiyaga o‘tish formulasidan foydalanib oson ishlashimiz mumkin:

$$C_M = \frac{C\% \cdot \rho \cdot 10}{M} = \frac{20 \cdot 1,25 \cdot 10}{56} = 4,46 \text{ M}$$

Javob: 4,46 M

2-masala: 1,5 M li ($\rho=1,26\text{g/ml}$) HNO_3 eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.

Masalaning yechimi: Ushbu masalani molyar konsentratsiyadan foiz konsentratsiyaga o‘tish formulasidan foydalanib oson ishlashimiz mumkin:

$$C\% = \frac{C_M \cdot M}{\rho \cdot 10} = \frac{1,5 \cdot 63}{1,26 \cdot 10} = 75\%$$

Javob: 75 %

3-masala: KNO_3 ning 20,2 % li eritmasining molyar konsentratsiyasi 2,5 M bo‘lsa, shu eritmaning zichligini aniqlang.

Masalaning yechimi: Eritmaning zichligini topishda molyar konsentratsiyadan foiz konsentratsiyaga o‘tish formularsi bizga asosiy formula hisoblanadi. Biz ushbu formuladan foydalanib eritmaning zichligini topish formulasini keltirib chiqarishimiz mumkin:

$$C\% = \frac{C_M \cdot M}{\rho \cdot 10} \Rightarrow \rho = \frac{C_M \cdot M}{C\% \cdot 10} = \frac{2,5 \cdot 101}{20,2 \cdot 10} = 1,25 \text{ g/ml}$$

Demak, KNO_3 eritmasining zichligi 1,25 g/ml bo‘lgan ekan.

Javob: 1,25 g/ml

4-masala: 16 % li ($\rho=1,4\text{g/ml}$) noma’lum modda eritmasining molyar konsentratsiyasi 4 M ga teng bo‘lsa, shu eritmada erigan noma’lum moddani aniqlang.

Masalaning yechimi: Erigan moddaning molyar massasi (M) ni topishda molyar konsentratsiyadan foiz konsentratsiyaga o‘tish formularsi bizga asosiy formula hisoblanadi. Biz ushbu formuladan foydalanib erigan moddaning molyar massasini topish formulasini keltirib chiqarishimiz mumkin:

$$C\% = \frac{C_M \cdot M}{\rho \cdot 10}$$

$$\Rightarrow M = \frac{C\% \cdot 10 \cdot \rho}{C_M} = \frac{16 \cdot 10 \cdot 1,4}{4} = 56 \text{ g/mol}$$

Demak erigan moddaning molyar massasi 56g/mol ekan, bu KOH dir. (Izoh: molyar massasi 56g/mol bo'lgan Fe moddasi ham bor, lekin Fe suvda erimaydi va eritma hosil qilmaganligi uchun Fe to'g'ri javob sifatida qabul qilinmaydi.)

Javob: KOH

Mavzuga doir masalalar:

1. 5% li ($\rho = 1,26 \text{ g/ml}$) HNO_3 eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.
2. 40% li ($\rho = 1,225 \text{ g/ml}$) H_2SO_4 eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.
3. 3 M li ($\rho = 1,275 \text{ g/ml}$) NaNO_3 eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.
4. 0,5 M li ($\rho = 1,19 \text{ g/ml}$) KBr eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.
5. NaNO_3 ning 17 % li eritmasining molyar konsentratsiyasi 2,5 M bo'lsa, shu eritmaning zichligini aniqlang.
6. CaCl_2 ning 55,5 % li eritmasining molyar konsentratsiyasi 6 M bo'lsa, shu eritmaning zichligini aniqlang.
7. 25 % li ($\rho = 1,176 \text{ g/ml}$) noma'lum modda eritmasining molyar konsentratsiyasi 3 M ga teng bo'lsa, shu eritmada erigan noma'lum moddalari aniqlang.
8. 16 % li ($\rho = 1,2 \text{ g/ml}$) noma'lum modda eritmasining molyar konsentratsiyasi 4,8 M ga teng bo'lsa, shu eritmada erigan noma'lum moddani aniqlang.

21-§. Foiz va normal konsentratsiya o'rtaсидаги bog'lanish

Masala shartida foiz konsentratsiya ma'lum bo'lib, normal konsentratsiyani (C_N) aniqlash kerak bo'lsa, foiz konsentratsiyani ($C\%$) eritma zichligiga (ρ) va 10 ga ko'paytiramiz. Hosil bo'lgan natijani erigan moddaning ekvivalent massasiga (E) bo'lamiz.

$$C_N = \frac{C\% \cdot 10 \cdot \rho}{E}$$

C_N – normal konsentratsiya;

$C\%$ – foiz konsentratsiya;

E – erigan moddaning ekvivalent massasi;

ρ – eritmaning zichligi.

Agar masala shartida normal konsentratsiya ma'lum bo'lib, foiz konsentratsiyani ($C\%$) aniqlash kerak bo'lsa, normal konsentratsiyani (C_N) erigan moddaning ekvivalent massasiga (E) ko'paytirib, hosil bo'lgan sonni eritma zichligini (ρ) 10 ga bo'lgan ko'paytmasiga bo'lamiz.

$$C\% = \frac{C_N \cdot E}{\rho \cdot 10}$$

C_N – normal konsentratsiya;

$C\%$ – foiz konsentratsiya;

E – erigan moddaning ekvivalent massasi;

ρ – eritmaning zichligi.

Bu formulalar orqali foiz konsentratsiya berilganda molyar konsentratsiyani, molyar konsentratsiya berilganda foiz konsentratsiyani aniqlashimiz mumkin.

Agar masala shartida ham foiz ham normal konsentratsiya berilgan bo'lsa, yuqoridagi formula orqali shu eritmaning zichligini aniqlashimiz mumkin. Eritma zichligini (ρ) aniqlash uchun normal konsentratsiyani (C_N) erigan moddaning ekvivalent massasiga (E) ko'paytirib, hosil bo'lган sonni foiz konsentratsiyani ($C\%$) 10 ga bo'lган ko'paytmasiga bo'lamiz.

$$\rho = \frac{C_N \cdot E}{C\% \cdot 10}$$

Agar masala shartida noma'lum modda eritmasining foiz, normal konsentratsiyalari va eritma zichligi ma'lum bo'lsa, erigan moddaning ekvivalent massasini aniqlashimiz va ekvivalent massasi orqali erigan noma'lum moddaning nomini bilib olishimiz mumkin. Erigan moddaning ekvivalent massasini (E) aniqlash uchun foiz konsentratsiyani ($C\%$) eritma zichligiga (ρ) va 10 ga ko'paytiramiz. Hosil bo'lган natijani erigan moddaning normal konsentratsiyasiga (C_N) bo'lamiz.

$$E = \frac{C\% \cdot 10 \cdot \rho}{C_N}$$

1-masala: 4 N li ($\rho = 1,306 \text{ g/ml}$) H_3PO_4 eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.

Masalaning yechimi: Ushbu masalani normal konsentratsiyadan foiz konsentratsiyaga o'tish formulasidan foydalanimiz mumkin:

$$E(H_3PO_4) = \frac{M(H_3PO_4)}{n(H)} = \frac{98}{3} = 32,67$$

$$C\% = \frac{C_N \cdot E}{\rho \cdot 10} = \frac{4 \cdot 32,67}{1,306 \cdot 10} = 10 \%$$

Javob: 10 %

2-masala: 10 % li ($\rho = 1,23 \text{ g/ml}$) H_2SO_3 eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

Masalaning yechimi: Avval H_2SO_3 ning ekvivalent massasini topib olamiz:

$$E_{k-ta} = \frac{M_{k-ta}}{n(H)}$$

E_{k-ta} - kislota ekvivalent massasi

M_{k-ta} - kislota molyar massasi (g)

n (H) - metallga o'rnnini bera oladigan vodorodlar soni

$$E(H_2SO_3) = \frac{M(H_2SO_3)}{n(H)} = \frac{82}{2} = 41$$

Ushbu masalani foiz konsentratsiyadan normal konsentratsiyaga o'tish formulasidan foydalanib oson ishlashimiz mumkin:

$$C_N = \frac{C\% \cdot \rho \cdot 10}{E} = \frac{10 \cdot 1,23 \cdot 10}{41} = 3 \text{ N}$$

Javob: 3 N

Molyar va normal konsentratsiya o'rtasidagi bog'lanish

Masala shartida molyar konsentratsiya ma'lum bo'lib, normal konsentratsiyani (C_N) aniqlash kerak bo'lsa, molyar konsentratsiyani (C_M) erigan moddaning tarkibidagi kationning valentligiga (Val (kat)) va erigan modda tarkibidagi kationning soniga (n (kat)) ko'paytirish orqali oson topishimiz mumkin.

$$C_N = C_M \cdot Val(kat) \cdot n(kat)$$

C_N — normal konsentratsiya (N)

C_M — molyar konsentratsiya (M)

Val(kat) — erigan modda tarkibidagi kationning valentligi (valentlik)

n(kat) — erigan modda tarkibidagi kationning soni

Agar masala shartida normal konsentratsiya ma'lum bo'lib, molyar konsentratsiyani (C_M) aniqlash kerak bo'lsa, normal konsentratsiyani (C_N) erigan moddaning tarkibidagi kation valentligi (Val(kat)) va erigan modda tarkibidagi kation soni (n(kat)) ko'paytmasiga bo'lamiz.

$$C_M = \frac{C_N}{Val(kat) \cdot n(kat)}$$

C_N — normal konsentratsiya (N);

C_M — molyar konsentratsiya (M);

Val (kat) — erigan modda tarkibidagi kationning valentligi (valentlik);

n(kat) — erigan modda tarkibidagi kationning soni.

3-masala: 1,5 M li Na_2SO_4 eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

Masalaning yechimi:

Eritmaning molyar konsentratsiya qiymati ma'lum bo'lganda quyidagi formula orqali normal konsentratsiyani aniqlashimiz mumkin: (Na_2SO_4 tarkibidagi kation ya'mi Na valentligi 1 ga, indeksi 2 ga teng)

$$C_N = C_M \cdot Val(kat) \cdot n(kat)$$

$$C_M = 1,5 \cdot (1 \cdot 2) = 3 \text{ N}$$

Demak, 1,5 M li Na_2SO_4 ning normal konsentratsiyasi 3N ga teng bo'lgan ekan.

Javob: 3 N

4-masala: 7,5 N li $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.

Masalaning yechimi:

Eritmaning normal konsentratsiya qiymati ma'lum bo'lganda molyar konsentratsiyani topishimiz mumkin: ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ tarkibidagi kation ya'ni Al ning valentligi 3 ga indeksi 1 ga teng)

$$C_M = \frac{C_N}{Val(kat) \cdot n(kat)} = \frac{7,5}{3 \cdot 1} = 2,5 \text{ N}$$

Demak, 7,5 N li $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ning molyar konsentratsiyasi 2,5 M ga teng bo'ldi.

Javob: 2,5 M

Mavzuga doir masalalar:

1. 3,5 N li ($\rho=1,143 \text{ g/ml}$) H_2SO_4 eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.

2. 3 N li ($\rho=1,455 \text{ g/ml}$) K_2CrO_4 eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.

3. 25 % li ($\rho=1,25 \text{ g/ml}$) NH_4NO_3 eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

4. 40 % li ($\rho=1,2 \text{ g/ml}$) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

5. 2,5 M li $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

6. 5 M li CaCl_2 eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

7. 3 N li $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.

8. 9 N li $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.

9. 4 N li ($\rho=1,25 \text{ g/ml}$) NaOH eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.

10. 3,2 N li ($\rho=1,28 \text{ g/ml}$) CuSO_4 eritmasining foiz konsentratsiyasini aniqlang.

11. 28 % li ($\rho=1,2 \text{ g/ml}$) KOH eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

12. 26 % li ($\rho=1,2 \text{ g/ml}$) BaCl_2 eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

13. 4 M li $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

14. 0,5 M li $\text{Al}(\text{NO}_2)_3$ eritmasining normal konsentratsiyasini aniqlang.

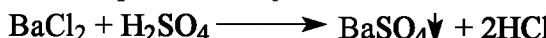
15. 6 N li H_2SO_3 eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.

16. 2 N li H_3PO_3 eritmasining molyar konsentratsiyasini aniqlang.

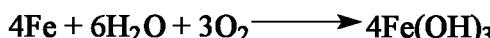
5-BOB. REAKSIYA TEZLIGI

22-§. Reaksiya tezligi haqida tushuncha

Kimyoviy reaksiya – zarrachalar (molekula, atom, ionlar) dan yangi zarrachalar hosil bo‘lishidir. Ba’zi bir kimyoviy reaksiyalar juda tez sodir bo‘ladi, boshqalari esa sekin borganligi tufayli bir necha soat yoki bir necha kun davom etishi mumkin. Juda tez boruvchi reaksiyalar ko‘pincha portlash bilan boradi. Poroxning yonishi, ichki yonuv dvigateli silindrida 15:1 nisbatda aralashtirilgan havo va benzin (mos ravishda)ning yonishi juda tez boruvchi reaksiyalarga misol bo‘la oladi. Bariy xlorid va sulfat kislotasining eritmalarini aralashtirilganda ham oq cho‘kma juda tez fursatda hosil bo‘ladi.



Temir korroziysi juda sekin kechadi.



Uning mahsulotini ko‘rish uchun ancha uzoq vaqt kutish kerak.

Reaksiyaning o‘rtacha tezligi – bu reaksiyaga kirishayotgan moddalarning yoki reaksiya natijasida hosil bo‘layotgan mahsulotning konsentratsiyasini ma’lum vaqt birligi ichida o‘zgarishidir. Reaksiya o‘rtacha tezligini aniqlashda quyidagi formula qo’llaniladi.

C_1 – reaksiya boshlanishidan oldingi moddaning

konsentratsiyasi (mol/l)

C_2 – reaksiya tugagandan keyingi moddaning
konsentratsiyasi (mol/l)

t_1 – reaksiya boshlanishidan oldingi vaqt

t_2 – reaksiya tugagandan keyingi vaqt

v – reaksiyaning o‘rtacha tezligi

yoki

$$v = \frac{C_1 - C_2}{t_1 - t_2}$$

ΔC - biror-bir moddaning konsentratsiyalarini (ma’lum vaqt oraliq‘idagi) orasidagi tafovut (mol/l)

Δt - reaksiyani amalga oshirish uchun sarflangan vaqt (minut, sekund, soat)

v - reaksiyaning o‘rtacha tezligi
($\text{mol/l} \cdot \text{sekund}$, $\text{mol/l} \cdot \text{minut}$, $\text{mol/l} \cdot \text{soat}$)

Modda miqdorining hajmga bo‘lgan nisbati molyar konsentratsiyani ifodalaydi.

$$\Delta C = \frac{\Delta n}{V}$$

- △ C - biror-bir moddaning konsentratsiyalarini (ma'lum vaqt oralig'i dagi) orasidagi tafovut (mol/l)
- △ n - biror-bir moddaning miqdorlari (ma'lum vaqt oralig'i dagi) orasidagi tafovut (mol)
- V - reaksiya o'tkazilgan idish hajmi (l)

Shu formulani hisobga olsak, kimyoviy reaksiyalarni o'rtacha tezligini aniqlash formularni quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot \Delta t}$$

- △ n - biror-bir moddaning miqdorlari (ma'lum vaqt oralig'i dagi) orasidagi tafovut (mol)
- V - reaksiya o'tkazilgan idish hajmi (l)
- △ t - reaksiyaning amalga oshirish uchun sarflangan vaqt (minut, sekund, soat)
- v - reaksiyaning o'rtacha tezligi ($\text{mol/l} \cdot \text{sekund}$, $\text{mol/l} \cdot \text{minut}$, $\text{mol/l} \cdot \text{soat}$)

Kimyoda reaksiya tezligi "mol/litr·minut" yoki "mol/litr·sekund" birliklarida o'lchanadi.

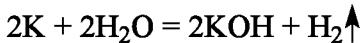
Reaksiya tezligini aniqlash uchun: 1) reaksiyada necha mol modda hosil bo'lishini yoki sarflanishini bilish kerak; 2) reaksiya qancha vaqt davom etishini bilish kerak; 3) reaksiya o'tkaziladigan idish hajmini bilish kerak.

Reaksiya tezligiga ta'sir etuvchi omillar

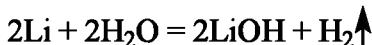
Reaksiya tezligi bir nechta omillarga bog'liq bo'lib, ulardan birinchisi **modda tabiatidir**.

Ishqoriy metallar qatoriga kiruvchi kaliy va litiyni suv bilan reaksiyasida vodorod gazini hosil qilish xususiyatiga ega. Lekin ikkala reaksiya bir-biridan tezligi bo'yicha farq qiladi.

Kaliy suv bilan reaksiyaga kirishganda vodorod juda tez sur'atda ajralib chiqqa boshlaydi va hattoki ajralib chiqishi bilan yonib ketadi.



Litiyda esa bunday emas, vodorod sekin-asta, mayda pufakchalar hosil qilib ajrala boshlaydi.



Kaliy va litiyning har xil tezlikda reaksiyaga kirishishi ularning tabiatini ya'ni elektron berish xossasi bilan izohlanadi. Kaliy atomini radiusi kattaroq bo'lgani uchun uni elektronni berishi litiyga nisbatan tezroq amalga oshadi.

Reaksiyaning tezligi moddalarning **konsentratsiyasiga** ham bog'liq bo'ladi.

Buni tajribada sinab ko‘rish uchun 3 ta probirkaga olamiz. Birinchi probirkaga 3 ml, ikkinchisiga 2 ml va uchinchisiga 1 ml tiosulfat kislota eritmasidan quyamiz. Keyin har bir probirkaga kerakli miqdorda suv qo‘sib har bir probirkadagi eritma hajmini 5 ml ga yetkazamiz. Ya’ni 1 chi probirkaga 2 ml, 2 siga 3 ml, oxirgisiga 4 ml suv qo’shamiz. Har bir probirkada 5ml dan tiosulfat kislota eritmasi hosil bo‘ldi. Uchala eritma orasida tiosulfat kislotani konsentratsiyasi eng yuqori bo‘lgan eritma bu 1-probirkadagi eritmadir. Chunki aynan shu probirkaga biz 3 ml tiosulfat kislota solganmiz.

Endi uchala probirkaga (3-dan boshlab) oz miqdorda sulfat kislota qo‘sib chiqamiz.



Eng avval birinchi probirkada loyqalanish kuzatiladi va cho‘kma hosil bo‘ladi, undan keyin 2 - probirkada shu holatni kuzatamiz va eng oxirida 3 - probirkada reaksiya amalga oshganini ko‘rishimiz mumkin.

Kimyoiy reaksiya amalga oshishi uchun eng avvalo bu moddalarning molekulalari bir-birlari bilan to‘qnashishlari kerak bo‘ladi. Ma’lum hajmdagi sistemani (idishni) ichida bor bo‘lgan muddalarning miqdori (molekulalari soni) qanchalik ko‘p bo‘lsa, ular orasidagi masofa kam bo‘ladi va ular bir-birlariga yo‘liqishlari va to‘qnashishlariga ozroq vaqt kerak bo‘ladi. Natijada reaksiya tezroq sodir bo‘ladi. Shu sababli modda konsentratsiyasi yuqori bo‘lgan joyda reaksiya tezroq boradi.

Reaksiya tenglamasini quyida berilgan reaksiya bo‘yicha ko‘rib chiqamiz.



Bu yerda A va B muddalar reaksiyaga kirishayotgan, C va D muddalar hosil bo‘layotgan muddalar bo‘lib, «a», «b», «c», «d» – mos ravishda ushbu muddalarning reaksiyadagi koefitsiyentlaridir.

A va B muddalardan C va D muddalarni hosil bo‘lish reaksiyasi to‘g‘ri reaksiya, C va D muddalardan A va B muddalarni hosil bo‘lish reaksiyasi esa teskari reaksiya deyiladi.

Reaksiya tezligini reaksiyaga kirishayotgan muddalarning konsentratsiyaga bog‘liqligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$v = k \cdot C_A^a \cdot C_B^b$$

Ya’ni, reaksiya tezligi muddalar konsentratsiyalarining shu modda koefitsiyentiga teng bo‘lgan darajadagi qiymatlari ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional. Bu yerda C_A – A muddanining molyar konsentratsiyasi. C_B – B muddanining molyar konsentratsiyasi, k – tezlik konstantasi.

Ushbu formula faqat gaz muddalar uchun taalluqli. Qattiq muddalar uchun konsentratsiya hisobga olinmaydi. Buning sababi ular reaksiyaga butun yuzasi bilan emas, faqat ta’sirlashuv yuzasi bilangina (sirtqi qavat) reaksiyada qatnashadi.

Ko‘mirni yonish reaksiyasini hammamiz ko‘rganmiz va bu jarayonni tasavvur qila olamiz.

Shuning uchun $C(qattiq) + O_2(gaz) = CO_2(gaz)$ reaksiyada, reaksiya tezligi $v = k \cdot C(O_2)$ yoki $v = k \cdot (O_2)$ ko‘rinishida ifodalanib, ko‘mirni konsentratsiyasi hisobga olinmaydi. Chunki reaksiya ko‘mir bo‘lagining faqat ustki qavatida boradi, ko‘mir bo‘lagini umumiy massasi bo‘yicha hisoblash xato bo‘ladi. Ko‘mir bo‘lagini yaxshilab maydalab uni sirt yuzasini oshirish hisobiga reaksiyani tezlatish mumkin.

Tezlik bo‘yicha masalalar va ularning yechimlari

1-masala: Hajmi 3 litr bo‘lgan idish 11,5 mol ammiak bilan to‘ldirildi. 90 sekunddan so‘ng $(2NH_{3(g)} \leftrightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)})$ reaksiya bo‘yicha) idishda 2,5 mol ammiak qoldi. Reaksiyani o‘rtacha tezligini(mol/litr·min) aniqlang.

Masalaning yechimi: Reaksiya tezligini aniqlashda, birinchi navbatda ma’lum bir moddaning miqdori (mol) necha birlikka o‘zgaganligi aniqlab olinadi. Masala shartidan ko‘rinib turibdiki ammiakning miqdori 11,5 mol dan 2,5 molga qadar kamaymoqda. Agar ikkala miqdor orasidagi farqni aniqlasak:

$$11,5 \text{ mol} - 2,5 \text{ mol} = 9 \text{ mol}$$

9 molga farq borligini aniqlaymiz.

Endi masala shartidagi tezlikning o‘lchov birligiga e’tibor beramiz. “mol/litr·minut”, demak tezlikni to‘g‘ri aniqlash uchun avvalo vaqtini “sekund” o‘lchov birligidan “minut” o‘lchov birligiga o‘tkazib olish kerak.

$$\text{sekund} : 60 = \text{minut}$$

$$90 \text{ sekund} : 60 = 1,5 \text{ minut}$$

Vaqt birligini to‘g‘rilab olgach, tezlikning asosiy formulasi yordamida reaksiya o‘rtacha tezligini aniqlaymiz.

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot t} = \frac{9 \text{ mol}}{3 \text{ litr} \cdot 1,5 \text{ minut}} = \frac{9}{4,5} = 2 \text{ mol/litr} \cdot \text{minut}$$

Javob: $2 \text{ mol/litr} \cdot \text{minut}$

2-masala: Hajmi $0,005 \text{ m}^3$ bo‘lgan reaktorda reaksiya borishi natijasida 0,1 minut davomida moddaning miqdori 80 moldan, 5 molgacha kamaygan bo‘lsa, shu reaksiyaning o‘rtacha tezligini ($\text{mol/litr} \cdot \text{sek}$) aniqlang.

Masalaning yechimi: Ushbu masalani ishlashni hajmni “ m^3 ” dan “ litr ”ga o‘tkazishdan boshlaymiz. Bilamizki $1\text{m}^3 = 1000 \text{ litr}$. Shuning uchun m^3 dagi hajmni 1000 ga ko‘paytirish orqali litrga o‘tkazamiz.

$$V_{\text{litr}} = V \cdot m^3 \cdot 1000$$

$$V_{\text{litr}} = 0,005 \cdot m^3 \cdot 1000 = 5 \text{ litr}$$

Hajmni kerakli birlikka o'tkazib oldik. Endi vaqtini "minut" dan "sekund" ga o'tkazishimiz kerak. Chunki tezlikni "mol/litr·sek" da topishimiz kerak.

$$t_{\text{sekund}} = t_{\text{min}} \cdot 60$$

$$t_{\text{sekund}} = 0,1 \text{ min} \cdot 60 = 6 \text{ sekund}$$

Vaqtni sekundga o'tkazdik. Endi reaksiyaga kirishayotgan modda miqdori qanchaga o'zgarganini aniqlaymiz.

$$80 \text{ mol} - 5 \text{ mol} = 75 \text{ mol}$$

Ana endi tezlikning asosiy formulasini qo'llab, reaksiyaning o'rtacha tezligini topamiz.

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot t} = \frac{75 \text{ mol}}{5 \text{ litr} \cdot 6 \text{ sekund}} = \frac{75}{30} = 2,5 \text{ mol/litr} \cdot \text{minut}$$

Javob: 2,5 mol/litr · sekund

3-masala: $\text{N}_{2(\text{g})} + 3\text{H}_{2(\text{g})} \leftrightarrow 2\text{NH}_{3(\text{g})}$ ushbu reaksiya bo'yicha azotning sarflanish tezligi 3 mol/l·min. 8 litrli idishda shu reaksiya o'tkazilganda, azotning miqdori 104 moldan 8 molgacha kamaydi. Reaksiya necha minut davom etganligini aniqlang.

Masalaning yechimi: Vaqtini topish uchun formulani vaqtga moslab o'zgartirish kerak:

$$\boxed{v = \frac{\Delta n}{V \cdot t}} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{\Delta n}{V \cdot v}$$

Formula to'g'rilib olingach, reaksiyaga kirishayotgan modda miqdori (mol) qanchaga o'zgarganligini topamiz.

$$104 \text{ mol} - 8 \text{ mol} = 96 \text{ mol}$$

Endi, vaqtga nisbatan to'g'rilangan formula yordamida reaksiya davomiyligini aniqlaymiz:

$$t = \frac{\Delta n}{V \cdot v} = \frac{96 \text{ mol}}{8 \text{ litr} \cdot 3 \text{ mol/litr} \cdot \text{minut}} = \frac{96}{24} = 4 \text{ minut}$$

Javob: 4 minut

4-masala: $2\text{CO}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \leftrightarrow 2\text{CO}_{2(\text{g})}$ ushbu reaksiya bo'yicha kislородning sarflanish tezligi 4 mol/litr·min. 2 litrli idishda shu reaksiya olib borilganda, kislородning konsentratsiyasi 7 mol/litrdan 2 mol/litrgacha kamaydi. Reaksiyaning sekundlardagi davomiyligini aniqlang.

Masalaning yechimi: E'tibor bergan bo'lsangiz bu masalada modda miqdori o'rniغا uning konsentratsiyasi keltirilgan. Bu masalani yechishda idish hajmi ishlatilmaydi. Birinchi bo'lib ikkala konsentratsiya orasidagi farq aniqlanadi.

$$\Delta C = C_1 - C_2$$

$$7 \text{ mol/litr} - 2 \text{ mol/litr} = 5 \text{ mol/litr}$$

Endi reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liq formulasini ishlatgan holda vaqtini aniqlaymiz:

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{\Delta n}{V \cdot v}$$

$$t = \frac{\Delta C}{v} = \frac{5 \text{ mol/litr}}{4 \text{ mol/litr} \cdot \text{min}} = 1,25 \text{ minut} \cdot 60 = 75 \text{ sekund}$$

Demak reaksiya 75 sekund davom etgan.

Javob: 75 sekund.

Mavzuga doir masalalar:

1. Hajmi 4 litr bo'lgan idish 18 mol is gazi bilan to'ldirildi. 75 sekunddan so'ng ($2\text{CO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow 2\text{CO}_{2(g)}$) reaksiya bo'yicha) idishda 8 mol is gazi qoldi. Reaksiyaning o'rtacha tezligini mol/litr·min aniqlang.

2. Hajmi 5 litr bo'lgan idish 5 mol metan gazi bilan to'ldirildi. 120 sekunddan so'ng ($\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \leftrightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$) reaksiya bo'yicha) idishda 3 mol metan gazi qoldi. Reaksiyaning o'rtacha tezligini mol/litr·min aniqlang.

3. Hajmi 0,25 litr bo'lgan idish 22 mol xlorid kislota bilan to'ldirildi. 30 sekunddan so'ng ($\text{HCl} + \text{NaOH} \leftrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$) reaksiya bo'yicha) idishda 7 mol xlorid kislota qolgan bo'lsa, reaksiya tezligini (mol/litr·sek) aniqlang.

4. Hajmi 0,4 litr bo'lgan idish 10 mol NH_3 bilan to'ldirildi. 75 sekunddan so'ng ($2\text{NH}_{3(g)} \leftrightarrow \text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)}$) reaksiya bo'yicha) idishda 1 mol NH_3 qolgan bo'lsa, reaksiya tezligini (mol/litr·sek) aniqlang.

5. Hajmi 7 litr bo'lgan idish 30 mol vodorod va 25 mol xlor bilan to'ldirildi. 20 sekunddan so'ng ($\text{H}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \leftrightarrow 2\text{HCl}_{(g)}$) reaksiya bo'yicha) vodorodning miqdori 2 molgacha kamaydi. Reaksiyaning o'rtacha tezligini (mol/litr·min) aniqlang.

6. Hajmi 8 litr bo'lgan idish 25 mol vodorod va 20 mol yod bilan to'ldirildi. 30 sekunddan so'ng ($\text{H}_{2(g)} + \text{J}_{2(q)} \leftrightarrow 2\text{HJ}_{(g)}$) reaksiya bo'yicha) yodning miqdori 15 molgacha kamaydi. Reaksiyaning o'rtacha tezligini (mol/litr·min) aniqlang.

7. Hajmi $0,009 \text{ m}^3$ bo'lgan reaktorda 45 sekund davomida reaksiya borishi natijasida ($\text{CH}_{4(g)} + 2\text{O}_{2(g)} \leftrightarrow \text{CO}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$) reaksiya bo'yicha) metanning miqdori 25 moldan 4,75 molgacha kamaydi. Shu reaksiyaning o'rtacha tezligini (mol/litr·min) toping.

8. Hajmi $0,005 \text{ m}^3$ bo'lgan reaktorda 90 sekund davomida reaksiya borishi natijasida $\text{CH}_4 \text{ (g)} + 2\text{O}_2 \text{ (g)} \leftrightarrow \text{CO}_2 \text{ (g)} + 2\text{H}_2\text{O} \text{ (g)}$ reaksiya bo'yicha) metanning miqdori 9 moldan 3 molgacha kamaydi. Shu reaksiyaning o'r-tacha tezligini(mol/litr·min) toping.

23-§. Reaksiya tezligiga bosim, hajm va haroratning ta'siri. Katalizator haqida tushuncha

Bosim o'zgarishi faqatgina yopiq sistemada boruvchi reaksiyalarga ta'sir o'tkazadi.

Hajmn o'zgarishi bosimning o'zgarishiga olib keladi. Ya'ni hajm kamayganda bosim ortadi. Hajm necha marta kamaysa, bosim shuncha marta ortadi va shu sistema ichidagi barcha gaz moddalarni molyar konsentratsiyalari ham shuncha martaga ortadi. Hajm oshganda esa bosim kamayadi, bu gaz moddalar konsentratsiyasini kamayishiga olib keladi.

Bosim va hajm gaz modda konsentratsiyasini o'zgartirishini hisobga olsak, bu omillar ta'sirini konsentratsiya o'zgarishi sifatida qabul qilib, tezlikning konsentratsiyaga bog'liq bo'lgan formulasi yordamida reaksiya tezligi necha marta o'zgarishini aniqlasa bo'ladi.

Misol uchun quyidagi reaksiyani ko'rib chiqaylik:



Ushbu reaksiyani amalga oshirish uchun hajmi 6 l bo'lgan maxsus idishga (reaktorga) 12 mol is gazi va 18 mol kislorod moddalari solinadi. Endi shu idishdagi moddalarning molyar konsentratsiyalarini aniqlab olamiz:

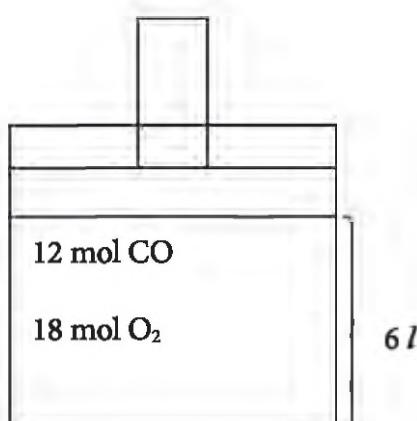
$$C(\text{CO}) = \frac{n}{V} = \frac{12}{6} = 2 \text{ mol/litr}$$

$$C(\text{O}_2) = \frac{n}{V} = \frac{18}{6} = 3 \text{ mol/litr}$$

Agar shu reaksiyaning tezlik konstantasi 1 ga teng ($k = 1$) bo'lsa, reaksiya tezligi quyidagi qiymatga ega bo'ladi:

$$v = k \cdot [\text{CO}]^2 \cdot [\text{O}_2] = 1 \cdot 2^2 \cdot 3^1 = 12$$

Hajjni 3 marta kamaytirsak, ya'ni idish hajmini 2 litrgacha kamaytiramiz: Natijada bosim 3 marta oshadi va moddalar konsentratsiyalari ham 3 marta ortadi, ya'ni:



$$C(CO) = \frac{n}{V} = \frac{12}{2} = 6 \text{ mol/litr}$$

$$C(O_2) = \frac{n}{V} = \frac{18}{2} = 9 \text{ mol/litr}$$

Natijada reaksiya tezligi ortadi:

$$v = k \cdot [CO]^2 \cdot [O_2] = 1 \cdot 6^2 \cdot 9^1 = 1 \cdot 36 \cdot 9 = 324$$

va u hozirda 324 ga teng. Ya'ni reaksiya

$$v_2 : v_1 = 324 : 12 = 27$$

marta tezlashdi.

Sistemaning hajmi ortganda sistema ichidagi bosim kamayadi va gaz moddalarning konsentratsiyasi ham kamayib bu reaksiya tezligining sekinlashishiga olib keladi.

Reaksiya tezligiga haroratning ta'siri.

Reaksiya tezligining haroratga bog'liqligi Vant Goff qonuni yordamida tushuntiriladi. U quyidagicha ta'rifga ega:

Harorat har 10° ga (Kelvin K° yoki Selsiy C°) o'zgartirilganda (oshirilganda yoki kamaytirilganda) reaksiya tezligi 2 – 4 marta o'zgaradi (ortadi yoki kamayadi). Harorat ortsa reaksiya tezlashadi, harorat pasayganda reaksiya sekinlashadi. Haroratning har 10°C (yoki 10°K) o'zgarishida tezlikni necha marta o'zgarishini ko'rsatuvchi songa reaksiyaning harorat **koeffitsiyenti** deyiladi. Agar temperatura 10°C ga ortganida tezlik 4 marta oshsa, ushbu reaksiya uchun harorat **koeffitsiyenti** "4" ga teng bo'ladi.

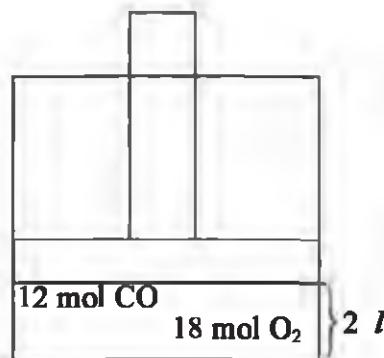
Haroratning tezlikka bo'lgan ta'sirini quyidagi formula bilan ifodalasa bo'ladi.

$v_2 = v_1 \cdot \gamma \frac{t_2 - t_1}{10}$	v_2 va v_1 – reaksiyaning t_1 va t_2 haroratdagi (mos ravishda) tezliklari; γ – reaksiyaning harorat koeffitsiyenti; t_1 va t_2 – haroratlar.
---	--

Katalizator

Kimyoiy reaksiyaning tezligi unda katalizator ishtirok etish yoki etmasligiga ham bog'liq. Katalizatorning ishtiroki reaksiyani tezlashishini quyidagi tajribada ko'rib chiqamiz:

Probirkaga oz miqdorda H_2O_2 (vodorod peroksid) solib qizdiramiz. Kislorod ajralib chiqayotganligini tekshirish maqsadida probirkaga cho'g'lantirilgan tayoqcha tushirib ko'ramiz. Tayoqcha yonmaydi. Bu kislorod ajralmayotganidan emas, balki reaksiya sekin borayotganligi uchun, ajralayotgan kislorod miqdori kam bo'lib cho'g'lanib turgan tayoqchani yondirish uchun yetarli emasligi tufayli yuz beradi.



Agar probirkaga oz miqdorda marganes (IV) oksidini kukun holigacha maydalab solsak, shu zahoti ajralayotgan pufakchalar soni keskin ko'paygani seziladi, shu probirkaga cho'g'lantirilgan tayoqchani solsak u yorqin alanga bilan yona boshlaydi. Marganes (IV) oksidi kislorod ajralib chiqishi tezligini bir necha barobar oshiradi. Reaksiya tugab bo'lgach probirkada qolgan marganes (IV) oksidi miqdori o'zgarmaganligini sezish mumkin. Katalizator reaksiya davomida sarflanmaydi.

Reaksiya tezligini oshiruvchi, shu bilan birga reaksiya davomida sarflanmay qoladigan moddalar **katalizatorlar** deyiladi.

Yuqorida aytib o'tganimizdek kimyoviy reaksiyani amalga oshishi uchun, avvalo reaksiyaga kirishayotgan moddalar bir-birlari bilan to'qnashishlari kerak bo'ladi. Ammo har qanday to'qnashuv ham reaksiya sodir bo'lishiga olib kelavermaydi. Reaksiya amalga oshishi uchun moddalar faol holatda bo'lishi kerak. Moddani tinch holatidan faol holatiga o'tkazish uchun kerak bo'ladigan energiya faollanish energiyasi deyiladi. Katalizatorlar moddalarni faollanish energiyasini kamaytirib beradi. Natijada energiya kam bo'lsa ham moddalar faollasha oladi va tezda reaksiyaga kirishadi. Natijada reaksiya tezligi oshadi.

Katalizator ishtirokida boradigan reaksiyalarni **katalitik reaksiyalar** deyiladi.

Suv ham ba'zi reaksiyalarda katalizator vazifasini bajarishi mumkin. Masalan, quruq holdagi alyuminiy va yod moddalari aralashtirilsa, alyuminiy yodid juda sust tezlikda hosil bo'ladi. Reaksiya kukunga suv tomizilsa reaksiya shiddat bilan kecha boshlaydi.

Platina metali ko'pchilik reaksiyalarda juda muhim katalizator hisoblanadi. Zamонавиу avtomobilлар dvигателida katalizator qо'llanilishi yonilg'ini to'la yoqishga, shu bilan birga atrof muhit ifloslanishini oldini olishga yordam beradi.

Odamlar qadimdan turli katalizatorlardan foydalanganlar. Masalan, biz kundalik turmushda xamirni oshirishda xamirturishdan foydalanamiz. Bu yerda achitqi bakteriyalari ajratuvchi ferment muhim o'rinni tutadi. U uglevodorodlarni (biz xamirga qо'shadigan shakarni) tezlik bilan uglerod (IV) oksid va etil spirtiga parchalaydi. Hosil bo'layotgan uglerod (IV) oksidi xamirdan ancha yengil bo'lganligi uchun yuqoriga qarab harakat qiladi, lekin yopishqoq xamir qatlamlarini barchasidan o'ta olmay ularning orasida qolib ketadi. Natijada xamir ichida g'ovaklar hosil bo'ladi, ya'ni xamir oshadi.

Oqsil tabiatli biologik katalizatorlar **fermentlar** deyiladi.

Fermentlar deyarli har bir organizmda mavjud bo'lib, hujayralarda boruvchi jarayonlarni tezlashtiradi. Vodorod peroksid eritmasini saqllovchi probirkaga galma-galdan avval go'sht bo'lagini, keyin sabzi bo'lagini keyin kartoshkaning bir bo'lagini tushirsak, probirkada boruvchi reaksiya tufayli kislorod ajrab chiga boshlaydi. Bu reaksiya *katalaza* fermenti ishi tufayli yuzaga keladi. Fermentlar reaksiya tezligini yaxshi oshirganligi bilan, qizdirishga chidamsiz hisoblanadi. Avvalgi reaksiyani suvda qaynatib pishirilgan go'sht bo'lagi, sabzi yoki kartoshka bilan takrorlab ko'rsak reaksiya bormaydi. Chunki qaynatish vaqtida *katalaza* fermenti parchalanib ketadi.

Reaksiya tezligini sekinlashtiruvchi moddalar *ingibitorlar* deyiladi.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak reaksiya tezligi:

1. Moddalar tabiatiga;
2. Gaz va suyuq moddalar konsentratsiyasiga;
3. Yopiq sistemadagi jarayonlar: bosim va hajmga;
4. Haroratga;
5. Katalizator ishtirokiga va qattiq modda reaksiyaga kirishayotgan bo'lsa, uning tutashish yuzasiga bog'liq.

1-masala: 50°C da $\text{HCl}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ ushbu sistemada to'g'ri reaksiya tezligi 3 mol/litr·min ga teng. Agar reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 4 ga teng bo'lsa, 70°C dagi reaksiya tezligini (mol/litr·min) aniqlang.

Masalaning yechimi: Ko'rib turganiningdek haroratlar orasidagi farq 20°C ni tashkil qilmoqda.

Ya'ni $70^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$. Agar reaksiya tezligi harorat har 10°C oshganda 4 marta tezlashsa, u holda temperaturaning 20°C ga ortishi reaksiya tezligini $4 \cdot 4 = 16$ (har 10°C uchun 4 marta, demak 20°C uchun 2 marotaba 4 martadan, umuman olganda 16 marta) marta oshishiga olib keladi.

Tezlik 16 marta ortsa, hozirda u $3 \text{ mol/min} \cdot 16 = 48 \text{ mol/l·min}$ ga teng bo'ldi.

Javob: 48 mol/litr·min

2-masala: 60°C da to'g'ri reaksiya tezligi 1,5 mol/l·min ga teng. Reaksiyaning temperatura koeffitsiyenti 2 ga teng bo'lsa, 90°C dagi reaksiya tezligini (mol/min) aniqlang.

Masalaning yechimi:

Birinchi bo'lib temperaturalar orasidagi farqni aniqlaymiz:

$$90^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C} = 30^{\circ}\text{C}$$

Agarda temperaturalar farqini 10 ga bo'lsak, temperatura koeffitsiyenti uchun darajani aniqlab olamiz.

$$\frac{t_2 - t_1}{10} = \frac{90 - 60}{10} = 3$$

Endi temperatura koeffitsiyenti uchun daraja aniqlanib olingach v_2 ni aniqlasak ham bo'ladi.

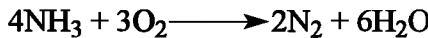
$$v_2 = v_1 \cdot \gamma \frac{t_2 - t_1}{10}$$

$$v_2 = 1,5 \cdot 2 \frac{90 - 60}{10} \longrightarrow v_2 = 1,5 \cdot 2^3 \longrightarrow v_2 = 1,5 \cdot 8 = 12 \text{ mol/l·min}$$

Javob: 12 mol/l min

3-masala: Ammiakning yonish jarayonida: $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \leftrightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ sistema-ning bosimi 2 marta oshirilsa, to‘g‘ri reaksiya tezligi necha marta ortadi?

Masalaning yechimi: Bosim o‘zgorganida reaksiya tezligining necha marta ortishi, reaksiyada qatnashayotgan moddalar koeffitsiyentlariga bog‘liq. Shuning uchun birinchi navbatda reaksiyani tenglashtirib olamiz.



Endi to‘g‘ri reaksiyaga e’tiborimizni qaratamiz. Bu yerda to‘g‘ri reaksiya quyidagicha ifodalanadi:



Ko‘rib turganimizdek, to‘g‘ri reaksiyada 2 ta modda: ammiak va kislorod ishtirot etmoqda. Masala shartida bu moddalarning dastlabki konsentratsiyalari ko‘rsatilmagan. Shuning uchun ularning konsentratsiyalarini 1 mol/l dan deb qabul qilamiz. Bu amal yordamida biz bo‘lajak hisob-kitoblarni osonlashtiramiz.

(Moddalar konsentratsiyalari 2 mol/l yoki 5 mol/litr dan deb ham olinsa bo‘ladi, lekin 2 va 5 sonlarini keyinchalik ma’lum bir songa ko‘paytirish, 1 ni xuddi shu songa ko‘paytirishdan qiyinroq.) Moddalar konsentratsiyalari 1 mol/l dan bo‘lganida (tezlik konstantasi ham 1 ga teng bo‘lsa, albatta) reaksiya tezligi odatda 1 mol/l min ga teng bo‘ladi.

Endi bosim 2 marta ortdi. Ya’ni moddalar konsentratsiyalari ham 2 marta ortishini hisobga olgan holda:

Reaksiya tezligi quyidagi formula yordamida topiladi.

$$v = k \cdot [\text{NH}_3]^4 \cdot [\text{O}_2]^3$$

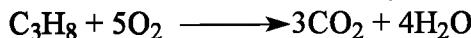
$$v = 1 \cdot 2^4 \cdot 2^3 = 1 \cdot 16 \cdot 8 = 128 \text{ mol/litr} \cdot \text{min}$$

Reaksiyaning dastlabki tezligi 1 mol/litr · min ekanligini hisobga olsak, reaksiya tezligi:

$$\frac{128}{1} = 128 \text{ marta ortdi.}$$

4-masala: Propanning yonish jarayonida $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ reaksiya tezligi konstantasi 2 ga teng; bosim 3 marta oshirilsa, to‘g‘ri reaksiya tezligi nechaga teng bo‘ladi?

Masalaning yechimi: Birinchi navbatda reaksiyani tenglab olamiz:



Endi reaksiyaning tezlik konstantasini 2 ga, moddalar konsentratsiyalari ni 1mol/litr ga teng bo‘lgan deb hisobga olsak, dastlabki reaksiya tezligi:

$$v_1 = k \cdot [\text{C}_3\text{H}_8]^1 \cdot [\text{O}_2]^5 = 2 \cdot 1^1 \cdot 1^5 = 2$$

Moddalar konsentratsiyalarini 1 mol/litr dan qoldirish katta qulayliklar yaratadi.

Endi bosimni o'zgartiramiz. Bu konsentratsiyalar o'zgarishiga olib keladi.

Bosim 3 marta ortsa:

$$[C_3H_8] \text{ 1 mol/litr} \cdot 3 = 3 \text{ mol/litr}$$

$$[O_2] \text{ 1 mol/litr} \cdot 3 = 3 \text{ mol/litr}$$

Endilikda:

$$v_2 = k \cdot [C_3H_8]^1 \cdot [O_2]^5 = 2 \cdot 3^1 \cdot 3^5 = 2 \cdot 3 \cdot 243 = 1458$$

Reaksiyaning hozirdagi tezligi 1458

Javob: 1458

Mavzuga doir masalalar:

1. 40 °C da $2NH_{(g)} \leftrightarrow N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$ ushbu sistemada to'g'ri reaksiya tezligi 2,5 mol/l·min ga teng. Agar shu reaksiyaning harorat koefitsiyenti 3 ga teng bo'lsa, 60 °C dagi reaksiya tezligini (mol/litr·min) aniqlang.

2. 60 °C da $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \leftrightarrow 2CO_{2(g)}$ ushbu sistemaning to'g'ri reaksiya tezligi 3 mol/l·minga teng. Agar shu reaksiyaning harorat koefitsiyenti 3 ga teng bo'lsa, 90 °C dagi reaksiya tezligini (mol/litr·min) aniqlang.

3. Agar is gazining yonish reaksiyasining tezligi 33 °C da 0,5 mol/l·min ga teng bo'lsa, 53 °C haroratdagi reaksiya tezligini (mol/litr·min) aniqlang. Reaksiyaning temperatura koefitsiyenti 4 ga teng.

4. Agar metanning yonish reaksiyasining tezligi 40 °C da 5 mol/l·min ga teng bo'lsa, 20 °C haroratdagi reaksiya tezligini (mol/litr·min) aniqlang. Reaksiyaning temperatura koefitsiyenti 5 ga teng.

5. Xlorid kislotaning yonish reaksiyasida: $HCl_{(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)} + Cl_{2(g)}$ sistema bosimi 2 marta oshirilsa, to'g'ri reaksiya tezligi necha marta ortadi?

6. Metanning yonish reaksiyasida: $CH_4_{(g)} + O_{2(g)} \leftrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(g)}$ sistema bosimi 4 marta oshirilsa, to'g'ri reaksiya tezligi necha marta ortadi?

24-§. Tezlik mavzusi bo'yicha masalalar va ularning yechimlari

1-masala: Hajmi 6 litr bo'lgan idish 20 mol azot (II) oksid va 14 mol kislород bilan to'ldirildi. 15 sekunddan so'ng idishda 6,5 mol kislород qoldi. Reaksiyani o'rtacha tezligini (mol/litr·min) aniqlang.

Masalaning yechimi: Bu yerda biz avvalo dastlabki va oxirgi miqdorlari ma'lum bo'lgan gazni ajratib olamiz. Masala sharti bo'yicha kislород uchungina dastlabki (14 mol) va reaksiyadan keyingi (6,5 mol) miqdorlar ma'lumligi ko'rinish turibdi. Endi masalani ishlashni aynan kislород orqali davom ettiramiz. Kislородning miqdorlari orasidagi tafovut (farq) ni topamiz:

$$14 \text{ mol} - 6,5 \text{ mol} = 7,5 \text{ mol}$$

Vaqt o'lchov birligiga e'tiborimizni qaratamiz. Vaqt sekundlarda berilgan, "mol/l·min" dagi tezlikni aniqlash uchun vaqtini minut birligiga o'tkazib olamiz.

$$15 \text{ sekund} : 60 = 0,25 \text{ minut}$$

Endi asosiy formulani ishlatib reaksiyaning o'rtacha tezligini aniqlaymiz:

$$v = \frac{\Delta n}{V \cdot t} = \frac{7,5 \text{ mol}}{6 \text{ litr} \cdot 0,25 \text{ minut}} = \frac{7,5}{1,5} = 5 \text{ mol/litr} \cdot \text{minut}$$

Javob: 5 mol/litr·minut

2-masala: Ma'lum bir reaksiyada vodorodning sarflanish tezligi $2,5 \text{ mol/l} \cdot \text{min}$. 6 litrli idishda shu reaksiya olib borilganda, vodorodning massasi 100g dan 10g gacha kamaygan bo'lsa, reaksiyaning sekundlardagi davomiyligini aniqlang.

Masalaning yechimi: Masala shartida reaksiya tezligi "mol/l·min" da o'lchangan. Shuning uchun vodorodning massalarini bir-biridan ayirib, reaksiya davomida sarflangan vodorod massasini topamiz. Keyin bu masadan vodorodning miqdorini (**mol**) topamiz.

$$\Delta m = m_1 - m_2 \quad \Delta m = 100 \text{ g} - 10 \text{ g} = 90 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M} \quad n = \frac{90 \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 45 \text{ mol}$$

Reaksiyaga kirishgan vodorod miqdori topilgach, vaqtini quyidagi formula orqali topamiz:

$$t = \frac{\Delta n}{V \cdot v} = \frac{45 \text{ mol}}{6 \text{ litr} \cdot 2,5 \text{ mol/l} \cdot \text{min}} = \frac{45}{15} = 3 \text{ minut}$$

Biz hozir reaksiya davomiyligini aniqladik. E'tibor bering vaqt o'lchov birligi tezlikdagi vaqt bilan bir xil bo'ladi. Bizda tezlik "mol/l · min" da berilganligi uchun, formula orqali aynan "min"lardagi vaqtini aniqladik. Endi masala talabiga ko'ra uni sekundlarga o'tkazamiz.

$$t_{\text{sek}} = t_{\text{min}} \cdot 60 \quad t_{\text{sek}} = 3 \text{ min} \cdot 60 = 180 \text{ sekund}$$

Javob: 180 sekund.

3-masala: Ma'lum bir reaksiyada metanning sarflanish tezligi $2,2 \text{ mol/l} \cdot \text{min}$ bo'lsa, 30 sekund davomida metanning massasi 102,8 g dan 50 g gacha kamaydi. Reaksiya o'tkazilgan idish hajmini toping.

Masalaning yechimi: Sarflangan metan miqdorini topamiz:

$$102,8 \text{ g} - 50 \text{ g} = 52,8 \text{ g} \quad 52,8 \text{ g} : 16 = 3,3 \text{ mol}$$

Vaqtni minutlarga aylantiramiz:

$$30 \text{ sekund} : 60 = 0,5 \text{ minut}$$

Endi quyidagi formula yordamida reaktor hajmini aniqlaymiz:

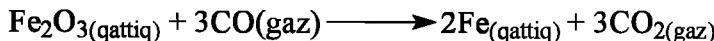
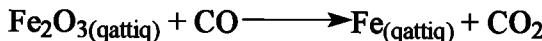
$$V = \frac{\Delta n}{v \cdot t} = \frac{3,3}{2,2 \cdot 0,5} = \frac{3,3}{1,1} = 3 \text{ litr}$$

Javob: Hajm 3 l

4-masala: Temir (III) oksidini uglerod (II) oksid bilan qaytarib temir olish reaksiyasining

$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{qattiq}) + \text{CO}_{(\text{gaz})} \rightarrow \text{Fe}_{(\text{qattiq})} + \text{CO}_{2(\text{gaz})}$ tezligi 8 ga teng. Shu sistema bosimi 4 marta kamaytirilsa, to‘g‘ri reaksiya tezligi nechaga teng bo‘ladi?

Masalaning yechimi: Birinchi navbatda reaksiyanı tenglab olamiz.



Moddalar konsentratsiyalari 1 mol/litr dan bo‘lganda reaksiya tezligi:

$$v_1 = k \cdot [\text{CO}]^1 = 8 \cdot 1^3 = 8$$

ni tashkil etardi, e’tibor bering temir oksidi uchun konsentratsiya hisobga olinmadi. Doimo qattiq moddalar uchun konsentratsiya hisobga olinmaydi. Chunki qattiq moddalarga bosim ta’sir o’tkazmaydi.

Endi bosim 4 marta kamaysa, gaz modda(lar)ning konsentratsiyasi ham 4 marta kamayadi.

$$[\text{CO}] = 1 \text{ mol/l} : 4 = \frac{1}{4} \text{ mol/l}$$

Bu konsentratsiyani kasr holida qoldiramiz

$$v_2 = k \cdot [\text{CO}]^3 = 8 \cdot [1/4]^3 = 8 \cdot (1/64) = 8 : 64 = 0,125$$

Reaksiyaning hozirdagi tezligi 0,125

Javob: 0,125

Mavzuga doir masalalar:

1. Hajmi 0,75 litr bo‘lgan idish 127,5 g ammiak va 310,25 g xlorid kislota bilan to‘ldirildi. 0,1 minutdan so‘ng idishdagi ammiakning massasi 51 g gacha kamaydi. Reaksiyaning o‘rtacha tezligini(mol/litr·min) aniqlang.

2. Ma’lum bir reaksiyada yodning sarflanish tezligi 0,8 mol/litr·min. 2,5 litrli idishda reaksiya o‘tkazilganda yodning massasi 1000 g dan 111 g gacha kamaygan bo‘lsa, reaksiya necha minut davom etganini aniqlang.

3. Ma’lum bir reaksiyada etanning (C_2H_6) sarflanish tezligi 1,6 mol/litr·min. 240 sekund davomida reaksiya borishi natijasida etanning massasi 584 g dan 200 g gacha kamaydi. Reaksiya o‘tkazilgan reaktor hajmini(litr) aniqlang

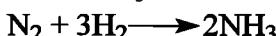
4. Ma’lum bir reaksiyada osh tuzining sarflanish tezligi 1,25 mol/litr·min. 120 sekundlik reaksiya davomiyligidan so‘ng osh tuzining massasi 1kg dan 268,75 g gacha kamaydi. Reaksiya o‘tkazilgan idish hajmini(litr) toping.

5. Metanning yonish reaksiyasi $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ tezligi 5 ga teng. Agar sistema bosimi 3 marta oshirilsa, reaksiya tezligi nechaga teng bo‘ladi?

6-BOB. KIMYOVITY MUVOZANAT

25-§. Qaytar va qaytmas reaksiyalar. Kimyoviy muvozanat

Idishga azot va vodorodni solamiz va idish qopqog‘ini berkitamiz. Ma’lum sharoit hosil qilinganda azot va vodorod molekulalari o‘zaro ta’sirlashib, ammiak molekulasini hosil qila boshlaydi.



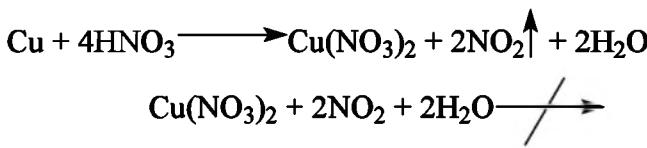
Natijada idishda azot va vodorodning miqdori kamayib, ammiakning miqdori ortib boradi. Shu bilan birgalikda azot va vodorod molekulalarini bir-biri bilan ta’sirlashish ehtimolligi kamayadi. Endi azot va vodoroddan ammiak hosil bo‘lishi o‘rniga, ammiak molekulasi parchalanib, azot va vodorod molekulalari hosil bo‘la boshlaydi. Ya’ni reaksiya teskari yo‘nalishda boradi.



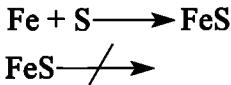
Kimyoviy reaksiyalarni 2 guruhga bo‘lishimiz mumkin:

1. Qaytar reaksiyalar;
2. Qaytmas reaksiyalar.

Faqat bir yo‘nalishda boradigan va reaksiyaga kirishayotgan boshlang‘ich moddalar oxirgi mahsulotlarga to‘liq aylanadigan reaksiyalar **qaytmas reaksiyalar** deyiladi. Qaytmas reaksiyalar shunday reaksiyalarki, reaksiya natijasida hosil bo‘lgan mahsulotlar parchalanib yoki o‘zaro reaksiyaga kirishib dastlabki moddalarni hosil qilmaydi. Mis metallining konsentrlangan nitrat kislota bilan reaksiyasida olingan mahsulotlardan, ya’ni azot (IV) oksid, mis (II) nitrat va suvni o‘zaro reaksiyaga kirishtirib metall holidagi misni olib bo‘lmaydi.



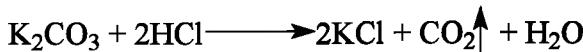
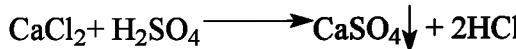
Shuningdek temir va oltingugurtni reaksiyaga kirishtirib olingan temir (II) sulfid shu haroratda yana temir metali va oltingugurtga parchalanmaydi.



Shuning uchun bu reaksiyalar qaytmas reaksiyalar hisoblanadi. Ular dastlabki moddalardan birontasi tugamaguncha, ya’ni oxirigacha davom etadi.

Quyidagi hollarda kimyoviy reaksiyalar qaytmas bo‘ladi:

1. Reaksiya mahsulotlari reaksiya doirasidan cho‘kma yoki gaz holda chiqib ketsa, masalan:



2. Kam ionlanadigan birikma, masalan, suv hosil bo‘lsa,



3. Reaksiya davomida katta miqdorda energiya ajralsa, masalan, magniy-ning yonishi:



Bir vaqtning o‘zida bir-biriga teskari ikki yo‘nalishda boradigan reaksiyalar qaytar reaksiyalar deyiladi.

Qaytar reaksiyalarda kimyoviy jarayon qarama-qarshi tomonda sodir bo‘ladi. Ya’ni, avval reaksiya mahsulotlari va ayni daqiqada reaksiya mahsulotlaridan dastlabki moddalar ham hosil bo‘ladi. Qaytar reaksiyalarning tenglamalarida chap va o‘ng qismlari orasida qarama-qarshi tomonlarga yo‘nalgan ikkita strelka qo‘yiladi. Oltingugurt (IV) oksidi suv bilan reaksiya ga kirishib, sulfid kislota hosil qiladi:

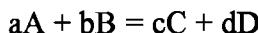


Bu reaksiyada hosil bo‘layotgan sulfit kislotaning eritmadiagi miqdori ortib borishi bilan teskari reaksiya ham sodir bo‘la boshlaydi.



Chapdan o‘ngga boradigan reaksiya **to‘g‘ri reaksiya**, o‘ngdan chapga boradigan reaksiya **teskari reaksiya** deb ataladi.

Reaksiya boshlanganidan so‘ng dastlabki moddalar sarflanib, ularning miqdori kamayadi va mahsulotlarning miqdori ortib boradi. Bunda to‘g‘ri reaksiya tezligi yuqori bo‘ladi. Mahsulotlarning miqdori ortib borishi bilan teskari reaksiya tezligi ham ortib borib, ma’lum vaqtdan keyin bu reaksiyalar tezligi tenglashganda kimyoviy muvozanat qaror topadi. To‘g‘ri reaksiya tezligi bilan teskari reaksiya tezligi tenglashgan holat **kimyoviy muvozanat** deb ataladi. Kimyoviy muvozanat qaytar reaksiylarda sodir bo‘ladi, qaytmas reaksiyalarda muvozanat haqida gapirish noo‘rindir.



$$v_{\text{to‘g‘ri}} = k_1 \cdot [\text{A}]^a \cdot [\text{B}]^b$$

$$v_{\text{teskari}} = k_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d$$

$$v_{\text{to'g'ri}} = v_{\text{teskari}}$$

$$k_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b = k_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d$$

$$K_M = \frac{k_2 \cdot [C]^c \cdot [D]^d}{k_1 \cdot [A]^a \cdot [B]^b}$$

K_M – muvozanat konstantasi;

v₁ – to‘g’ri reaksiya tezligi; v₂ – teskari reaksiya tezligi (v₁=v₂);

k₁ va k₂ lar to‘g’ri va teskari reaksiyalarning tezlik konstantalari.

[A], [B], [C] va [D] moddalarning konsentratsiyalari (mol/l) bo‘lib, a, b, c va d ularning koeffitsiyentlari.

Muvozanat konstantasi eksperimental yo‘l bilan aniqlanadi. Uning son qiymati berilgan haroratdagi muvozanat holatiga baho beradi. Muvozanat konstantasining qiymati qancha katta bo‘lsa, reaksiyada mahsulot miqdorlari ko‘p, agar uning qiymati kichik bo‘lsa, dastlabki modda(lar) ning miqdori ko‘pligini ko‘rsatadi. Muvozanat konstantasi moddalarning konsentratsiyalariga bog‘liq emas, dastlabki moddalarning miqdorlari kamaysa, tegishli mahsulot miqdori ortadi, ya’ni biror moddaning konsentrasiysi o‘zgarishi, boshqa moddalarning konsentratsiyalari o‘zgarishiga olib keladi. Muvozanat konstantasi haroratga bog‘liq.

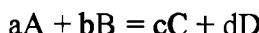
Demak, kimyoviy muvozanat holatida boshlang‘ich moddalar konsentratsiyalarining ko‘paytmasi reaksiyadan keyingi hosil bo‘lgan moddalar konsentratsiyalarining ko‘paytmasiga teng bo‘ladi.

Kimyoviy muvozanat vaqtida harakat to‘xtamaydi, vaqt birligi ichida qancha mahsulot parchalansa, xuddi o‘shancha mahsulot hosil bo‘ladi. Kimyoviy muvozanat dinamik (harakatchan) xususiyatga ega bo‘lgani uchun u tashqi omillar ta’sirida o‘zgaradi.

Mavzuga oid masalalar va ularning yechimi:

1-masala. A+2B=C+D reaksiya bo‘yicha muvozanat qaror topgandan so‘ng moddalarning muvozanat konsentratsiyalari quyidagicha: [A]=0,4 mol/l, [B]=0,5 mol/l, [C]=0,25 mol/l, [D]=0,8 mol/l bo‘lsa, muvozanat konstantasini aniqlang.

Masalaning yechimi: Muvozanat holatida turgan sistemada moddalarning molyar konsentratsiyalari berilgan. Shu qiymatlar asosida muvozanat konstantasini quyidagi formula orqali topishimiz mumkin.



$$K_M = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Reaksiya bo'yicha kichkina harflar bilan (a, b, c, d) moddalar koeffitsiyenti keltirilgan, va ular muvozanat konstantasini topish uchun darajaga ko'tariladi. (Izoh: Agar reaksiya bo'yicha moddalar oldida koeffitsiyent qo'yilmagan bo'lsa, bu yerda koeffitsiyent 1 teng deb hisoblanadi. Har qanday sonning birinchi darajasi o'sha sonning o'ziga teng hisoblanadi. Masalan, $2^1=2$; $3^1=3$)

Masala sharti bo'yicha berilgan reaksiya va moddalarning muvozanat konentratsiyalari asosida muvozanat konstantasini hisoblaymiz:

muvozanat konsentratsiyalar	0,4	0,5	0,25	0,8
	$A + 2B = C + D$			

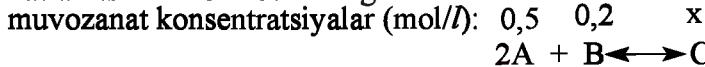
$$K_M = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = \frac{[0,25]^1 \cdot [0,8]^1}{[0,4]^1 \cdot [0,5]^2} = 2$$

Demak $A+2B=C+D$ reaksiya bo'yicha muvozanat konstantasi 2 ga teng ekan, ya'ni bu reaksiyada teskari reaksiya tezligi to'g'ri reaksiya tezligidan ikki marta katta bo'lgan ekan.

Javob: 2

2-masala. $2A + B \rightleftharpoons C$ reaksiya muvozanat holatida boshlang'ich moddalar konsentratsiyalari $[A]=0,5 \text{ mol/l}$; $[B]=0,2 \text{ mol/l}$ ga teng bo'lsa muvozanat holatidagi C moddaning konsentratsiyasini (mol/l) toping ($K_M=1$).

Masalaning yechimi: reaksiya bo'yicha A va B moddalarning muvozanat konsentratsiyalari hamda muvozanat konstantasi qiymatlari ma'lum, shu qiymatlardan asosida C moddaning muvozanat konsentratsiyasini topamiz:



$$K_M = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = \frac{x}{[0,5]^2 \cdot [0,2]^1} = 1 \quad 0,25 \quad 0,2 = x \quad x = 0,05$$

Demak, C moddaning muvozanat konsentratsiyasi $0,05 \text{ mol/l}$ ga teng bo'lgan.

Javob: 0,05mol/l

Mavzuga doir masalalar:

1. $A+B=C+D$ reaksiya bo'yicha muvozanat qaror topgandan so'ng moddalarning muvozanat konsentratsiyalari quyidagicha: $[A]=0,25 \text{ mol/l}$, $[B]=0,4 \text{ mol/l}$, $[C]=0,2 \text{ mol/l}$, $[D]=0,5 \text{ mol/l}$ bo'lsa, muvozanat konstantasini aniqlang.

2. $A+B=2C+D$ reaksiya bo'yicha muvozanat qaror topgandan so'ng moddalarning muvozanat konsentratsiyalari quyidagicha: $[A]=0,08 \text{ mol/l}$, $[B]=0,4 \text{ mol/l}$, $[C]=0,4 \text{ mol/l}$, $[D]=0,5 \text{ mol/l}$ bo'lsa, muvozanat konstantasini aniqlang.

3. $3A+B=C+2D$ reaksiya bo'yicha muvozanat qaror topgandan so'ng moddalarning muvozanat konsentratsiyalari quyidagicha: $[A]=0,1 \text{ mol/l}$, $[B]=0,5 \text{ mol/l}$, $[C]=0,03 \text{ mol/l}$, $[D]=0,4 \text{ mol/l}$ bo'lsa, muvozanat konstantasini aniqlang.

4. $A + B \leftrightarrow C$ reaksiya muvozanat holatida boshlang'ich moddalar konsentratsiyalari $[A]=0,4 \text{ mol/l}$; $[B]=0,25 \text{ mol/l}$ ga teng bo'lsa muvozanat holatidagi C moddaning konsentratsiyasini (mol/l) toping ($K_M=2$).

5. $A + 2B \leftrightarrow C$ reaksiya muvozanat holatida boshlang'ich moddalar konsentratsiyalari $[A]=0,5 \text{ mol/l}$; $[B]=2 \text{ mol/l}$ ga teng bo'lsa muvozanat holatidagi C moddaning konsentratsiyasini (mol/l) toping ($K_M=1$).

6. $2A + B \leftrightarrow C$ reaksiya muvozanat holatida boshlang'ich moddalar konsentratsiyalari $[A]=1,5 \text{ mol/l}$; $[B]=3 \text{ mol/l}$ ga teng bo'lsa muvozanat holatidagi C moddaning konsentratsiyasini (mol/l) toping ($K_M=0,1$).

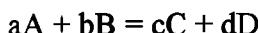
26-§. Kimyoviy muvozanat va unga ta'sir etuvchi omillar

Kimyoviy muvozanat holatiga reaksiyaga kirishayotgan moddalarning konsentratsiyasi, harorat, gazsimon moddalar uchun esa bosim ham ta'sir ko'rsatadi. Bu parametrlardan bittasi o'zgarganda muvozanat buziladi va reaksiyaga kirishayotgan barcha moddalarning konsentratsiyalari yangi muvozanat qaror topguniga qadar o'zgaraveradi, bu muvozanat konsentratsiyalarning boshqa qiymatlarda qaror topadi. Reaksiya sistemasining bir muvozanat holatidan boshqasiga o'tishi **kimyoviy muvozanatning siljishi** (yoki surilishi) deyiladi.

Muvozanatning siljishi 1884-yilda kashf etilgan Le-Shatelye prinsipi bo'y sunadi. Le-Shatelye prinsipi quyidagicha ta'riflanadi: **Kimyoviy muvozanat holatida turgan sistemada tashqi sharoitlardan biri (harorat, bosim yoki konsentratsiya) o'zgartirilsa, muvozanat tashqi ta'sirni kamaytiruvchi reaksiya tomoniga siljiydi.**

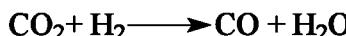
Harorat, moddalar konsentratsiyasi va bosim o'zgarishi kimyoviy muvozanatni siljitsishi mumkin.

Kimyoviy muvozanatga konsentratsiyaning ta'siri. Muvozanatda turgan sistemada biror moddaning miqdorini oshirsak, muvozanat o'sha moddaning miqdorini kamaytiruvchi tomoniga siljiydi, va aksincha, modda miqdorini kamaytirganimizda muvozanat o'sha moddaning miqdorini ko'paytiruvchi tomoniga siljiydi. Fikrimizni quyidagi muvozanatda turgan sistemada o'rganamiz:

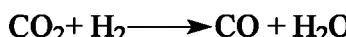


Ushbu muvozanatda turgan sistemaga A va B moddalarni qo'shsak ularning konsentratsiyasi ortadi, bu to'g'ri reaksiyaning tezligini ortishiga olib keladi va muvozanat o'ng tomonga siljiydi, chunki teskari reaksiya tezligi o'zgarmasdan qolgan bo'ladi, $v_{to'g'ri} > v_{teskari}$. Sistemadan A va B moddalar tashqariga chiqarilsa, ya'ni ularning konsentratsiyasi kamaytirilsa, to'g'ri reaksiyaning tezligi kamayadi, teskari reaksiya bo'lsa o'zining avvalgi tezligini saqlab qolgan holda muvozanatni chapga siljitadi, $v_{to'g'ri} < v_{teskari}$.

Endi biror bir amaldagi reaksiyaga shu ta'rifni qo'llab ko'ramiz: uglerod (IV) oksidi va vodoroddan, uglerod (II) oksid va suv hosil qilinish reaksiyasini ko'rib chiqamiz. Bu yerda ham kimyoviy muvozanat holatida turgan sistemadagi dastlabki moddalardan (tenglamaning chap tomonida turgan CO₂ va H₂) birining konsentratsiyasi ortsa to'g'ri reaktivsiyaning tezligi oshadi, ya'ni kimyoviy muvozanat shu moddani sarflanishini ta'minlovchi tomonga siljiydi. Natijada boshlang'ich (chap tomonagi) moddalar ko'proq sarflana boshlaydi va muvozanat o'ngga siljiydi. Demak, muvozanatdagi

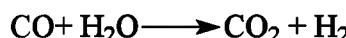


sistemaga qo'shimcha CO₂ berilsa, u holda Le-Shatelye prinsipiga muvofig, sistema CO₂ ning konsentratsiyasini kamaytirishga intiladi, ya'ni kimyoviy muvozanat o'ngga (to'g'ri reaksiya tomonga) siljiydi



Reaksiyaning o'ng tomonidagi biror moddaning (H₂O yoki CO) miqdori kamaytirilsa ham shu jarayon sodir bo'ladi ya'ni kimyoviy muvozanat to'g'-ri reaksiya tomonga (H₂O va CO hosil bo'lishi tomoniga) siljiydi.

Tenglamaning o'ng tomonidagi birorta moddaning konsentratsiyasi oshirilsa, teskari reaksiyaning tezligi oshadi. Muvozanat chapga siljiydi. Masalan, yuqorida reaksiyada CO ning konsentratsiyasi oshirilsa, sistema CO ning konsentratsiyasini kamaytirishga intiladi, ya'ni kimyoviy muvozanat chap tomonga siljiydi.

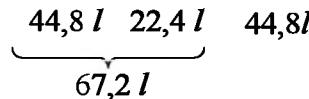
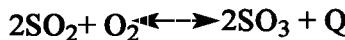


Demak, bitta modda konsentratsiyasining o'zgarishi bilan barcha moddalarning konsentratsiyasi o'zgaradi, natijada muvozanat biror tomoniga siljiydi. Lekin muvozanat konstantasi o'zgarmaydi.

Kimyoviy muvozanatga bosimning ta'siri

Kimyoviy reaksiyada gaz holatidagi moddalar ishtirok etsa, bosim ham ahamiyatga ega bo'ladi, chunki bosimning o'zgarishi gaz moddalar uchun konsentratsiyaning o'zgarishi demakdir. Qattiq moddalarga bosim ta'sir etmaydi. Muvozanatning siljishiga bosimning ta'sirini aniqlash uchun tenglamaning chap va o'ng qismlaridagi gaz holidagi moddalarning molekulalar sonini hisoblab chiqish kerak. Muvozanatda turgan sistemaning bosimi oshirilsa, kimyoviy muvozanat oz sondagi molekula hosil bo'ladigan

reaksiya tomonga, ya'ni hajm kamayishiga olib keladigan reaksiya tomonga siljitadi. Bosim pasayganda esa ko'p sondagi molekulalar hosil bo'ladigan reaksiya tomonga siljiydi. Masalan:



Reaksiya tenglamasi asosidagi hisoblashlardan ko'rinish turibdiki to'g'ri reaksiya sodir bo'lganda (moddalardan mos ravishda: 2 mol SO₂ va 1 mol O₂ olingan bo'lisa) hajm 67,2 litrdan 44,8 litrgacha kamayadi. Demak, bosim oshirilishi hajm kamayishiga olib keladi va to'g'ri reaksiyani tezlashtiradi.

Yana bir misolni ko'rib chiqamiz:



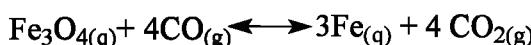
Bu reaksiyaning o'ng tomonida ikki molekula, chap tomonida esa to'rt molekula bor. Shu idishning bosimi oshirilsa, kimyoviy muvozanat molekula kam tomonga, ya'ni o'ng tomonga, ammiak hosil bo'lishi tomonga siljiydi. Bosim kamaytirilganda esa molekula ko'p tomonga, ya'ni ammiak parchalanishi tomonga siljiydi.

Agar qaytar reaksiya tenglamasida chap qismidagi molekulalar soni o'ng qismidagi molekulalar soniga teng bo'lisa, bunday muvozanatdagi sistemaga bosimni o'zgarishi ta'sir qilmaydi. Masalan,



reaksiyaning muvozanat holatiga bosimni o'zgarishi ta'sir ko'rsatmaydi, chunki reaksiyaning o'ng va chap tomonida ikkitadan (teng sondagi) molekula mavjud.

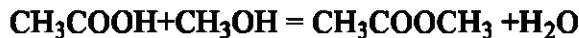
Temir aralash oksidning Fe₃O₄ is gazi CO bilan reaksiyasida temir va karbonat angidrid hosil bo'ladi. Birinchi qarashda reaksiyaning ikki tomonidagi molekulalar soni har xil, chap tomonda 1+4=5, va o'ng tomonda 3+4=7 ta. Lekin qattiq moddalarga (Fe₃O₄ va Fe) bosim ta'sir etmasligini hisobga olgan holda, faqat gaz moddalar (CO va CO₂) koeffitsiyentlari yig'indilarini solishtirsak (4 va 4) ularning ozaro teng ekanligiga, shu sababli reaksiya muvozanatiga bosim ta'sir etmasligiga amin bo'lamiz. Qattiq moddalarga bosim ta'sir etmasligini yodimizdan chiqarmasligimiz lozim!



$$v_{\text{to'g'ri}} = k_1 \cdot [\text{CO}]^4; v_{\text{teskari}} = k_2 \cdot [\text{CO}_2]^4$$

Muvozanatni istalgan yo'nalishda siljitim Le Shatelye prinsipiiga asoslangan bo'lib, muvozanatni siljitim kimyoda katta rol o'ynaydi. Ammiak sintez qilish va sanoatdagagi boshqa ko'pchilik jarayonlar, muvozanatni olinadigan mahsulot unumdorligi katta bo'ladigan tomonga siljitim

usullarini tatbiq etish tufayli amalga oshirilgan. Ko'pchilik jarayonlarda kimyo-viy muvozanatni reaksiya mahsulotlari hosil bo'lish tomoniga siljitim uchun hosil bo'ladigan moddalar reaksiya doirasidan chiqarib yuboriladi. Masalan, eterifikatsiya reaksiyasida muvozanatni metilatsetat hosil bo'lish tomoniga siljitim uchun sistemaga suvni yutadigan sulfat kislota kiritiladi.



Azot (IV) oksid qo'ng'ir rangli gaz. Uning dimeri (N_2O_4) rangsiz modda bo'lib, xona haroratida ikkalasi muvozanat holatida bo'ladi.



Bu sistemaning bosimini oshirsak muvozanat o'ng tomonga, ya'ni N_2O_4 hosil bo'lish tomonga siljiydi. Bu hodisani sistemaning rangsizlanishidan kuzatish mumkin. Aksincha, bosim kamaysa sistemaning rangi jigarrangga o'tib qoladi, bu muvozanatning chap tomonga siljiganini isbotlaydi.

Kimyo-viy muvozanatga haroratning ta'siri. Haroratning ortishi nafaqat muvozanatga, balki muvozanat konstantasiga ham ta'sir etadi. Muvozanatga haroratning ta'sirini ko'rishdan avval reaksiyaning ekzotermik yoki endotermik ekanligini hisobga olishimiz zarur, chunki haroratning o'zgarishi muvozanatni reaksiyaning issiqlik effektiga qarab yoki o'ng tomonga, yoki chap tomonga siljitudi. Muvozanatdagagi sistemaning temperaturasi kamaytirilsa, Le-Shatelye prinsipiiga ko'ra, issiqlik chiqishi bilan sodir bo'ladigan reaksiya kuchayadi, ya'ni kimyo-viy muvozanat ekzotermik reaksiya tomonga siljiydi. Agar muvozanatdagagi sistemaning harorati ko'tarilsa, Le-Shatelye prinsipiiga ko'ra, issiqlik yutilishi bilan sodir bo'ladigan reaksiya kuchayadi, ya'ni kimyo-viy muvozanat endotermik reaksiya tomonga siljiydi. Masalan:



Bu ikkala modda o'rtasidagi muvozanatga faqatgina bosim emas, balki temperatura ham ta'sir ko'rsatadi. Ularning ikkalasi $-9,3^{\circ}\text{C}$ bilan $+144^{\circ}\text{C}$ harorat orasida muvozanatda turadi. Agar temperatura $-9,3^{\circ}\text{C}$ gacha sovitilsa, u holda sistemada NO_2 yo'qolib, unda faqatgina N_2O_4 qoladi. Agar sistema $+144^{\circ}\text{C}$ gacha qizdirilsa, sistemada N_2O_4 yo'qolib, NO_2 sistemadagi yagona gazga aylanadi.

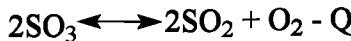
Haroratni ko'tarilishi issiqlik yutilishi bilan sodir bo'ladigan reaksiyani tezlashtiradi.

Masalan, oltingugurt (IV) oksidni oksidlاب, oltingugurt (VI) oksid olish ekzotermik reaksiya bo'lib, qaytar jarayon hisoblanadi:



Oltингугурт (VI) оксидини хосил бо'лиш унумини ошириш я'ни мувоzanatni o'ng tomonga siljitiш uchun temperaturani pasaytirish kerak bo'ladi:

Agar harorat oshirilsa muvozanat endotermik reaksiya tomoniga siljiydi ya'ni teskari reaksiyani tezlashtiradi:



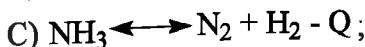
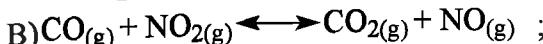
Kimyoviy muvozanatga katalizatorning ta'siri.

Katalizatorlar to'g'ri reaksiyaning ham, teskari reaksiyaning ham tezligini bir xilda oshiradi va shu sababli muvozanatning siljishiga ta'sir etmaydi, muvozanatning tezroq qaror topishiga yordam beradi, xolos.

Mavzuga oid test topshiriqlari:

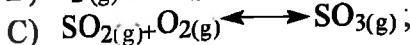
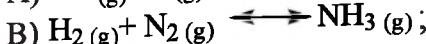
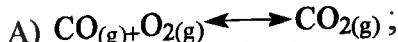
1. Quyidagi qaytar sistemada $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(g)}$ bosimning oshirilishi kimyoviy muvozanatga qanday ta'sir ko'rsatadi? 1) o'ngga siljitadi; 2) chapga siljitadi; 3) siljitmaydi; 4) dastlab muvozanat o'zgarmaydi, so'ngra chapga siljiydi A) 1; B) 2; C) 3; D) 4 .

2. Qaysi reaksiyaning muvozanati bosim oshirilganda o'zgarmay qolaveradi?



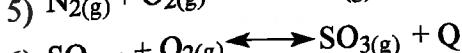
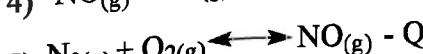
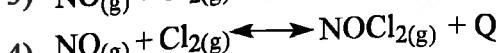
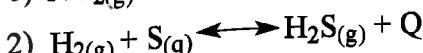
D) B; C.

3. Tenglamalari keltirilgan sistemalarni qaysi birida bosim kamayganda muvozanat chap tomonga siljiydi?



D) barchasi.

4. Muvozanat holatidagi quyidagi jarayonlarni qaysi birlariga bosim o'zgariishi ta'sir ko'rsatmaydi?



A) 2, 4, 5; B) 1, 2; C) 1, 3; D) 4, 5.

5. Bosimning ortishi muvozanatning o'ng tomonga siljishiga olib keladigan sistemalarni tanlang.

- 1) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{Q}$
- 2) $\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
- 3) $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$
- 4) $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g})$
- 5) $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SO}_3(\text{g})$
- 6) $\text{PCl}_5(\text{q}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

A) 3,4,6; B) 1,2,6; C) 1,5,6; D) 1,4,5.

6. Haroratni ortishi bilan muvozanat chapga siljiydigan reaksiyalarni ko'rsating.

- A) $\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -566 \text{ kJ}$;
- B) $\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 180 \text{ kJ}$;
- C) $\text{CaCO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{q}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = 179 \text{ kJ}$;
- D) A; C.

7. $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{q}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 3\text{Fe}(\text{q}) + 4\text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -43,7 \text{ kJ}$ quyidagi reaksiyada muvozanat qaysi omillar ta'sirida chap tomonga siljiydi?

1) haroratning pasayishi; 2) haroratning ko'tarilishi; 3) bosimning kamayishi; 4) bosimning ortishi 5) katalizator kiritilishi. A) 1, 3; B) 1, 4; C) 1; D) 2.

8. Reaksiya muvozanatini o'ngga siljitatigan omillarni toping.

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{q}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{Q}$ 1) bosimning ortishi; 2) bosimning pasayishi; 3) vodorod sulfid miqdorini kamayishi; 4) vodorod konsentratsiyasini orttirish. A) 1, 2; B) 1, 3; C) 3, 4; D) 2, 3.

9. Tenglamasi $\text{HBr}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) + \text{Q}$ bo'lgan reaksiyadagi muvozanatni o'ng tomonga siljitch uchun qaysi omillardan foydalanish mumkin?

1) vodorod bromid konsentratsiyasini oshirish; 2) temperaturani pasaytirish; 3) temperaturani oshirish; 4) vodorod bromid konsentratsiyasini kamaytirish; 5) bosimni orttirish; 6) bosimni kamaytirish.

A) 1, 3, 6; B) 1, 4, 5; C) 1, 2, 5; D) 2, 3, 5.

27-§. Kimyoviy muvozanat mavzusiga oid masalalar va ularning yechimi

Muvozanatga doir masalalarni yechishda, dastlabki moddalar miqdorini aniqlash uchun:

✓ Reaksiyani tenglashtirib, barcha moddalar oldidagi koefitsiyentlarni tanlash;

✓ Hosil bo'lgan moddalarning muvozanat konsentratsiyasidan foydalanib koefitsiyentlar orqali sarflangan moddalar miqdorini aniqlash;

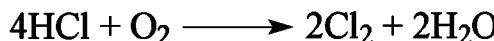
- ✓ Sarflangan va muvozanat konsentratsiyalarini qo'shish bilan dastlabki moddalar konsentratsiyasini aniqlash;
- ✓ Dastlabki moddalarning molyar konsentratsiyasidan foydalanib $n = C_M V$ tenglama yordamida ularning miqdorini aniqlash lozim.

Yuqorida aytilgan amallarga rioya qilgan holda kimyoviy muvozanatga doir masalalarni yechishga harakat qilamiz.

1-masala. $HCl + O_2 = Cl_2 + H_2O$ reaksiya hajmi 8 litr bo'lgan idishda olib borildi. Kimyoviy muvozanat qaror topganda moddalar konsentratsiyalari $[HCl]=0,7$, $[O_2]=0,6$ va $[H_2O]=0,4$ mol/l ni tashkil qildi. Boshlang'ich moddalar miqdorini (mol) aniqlang.

- A) 0,8; 0,2; B) 12; 6,4; C) 1,5; 0,8; D) 6,4; 1,6.

- ✓ Reaksiyani tenglashtiramiz, buning uchun xlorid kislota oldiga 4, xlor va suv molekulalarining oldiga 2 koefitsiyentlar qo'yiladi.



- ✓ Demak, reaksiya tenglamasi asosida 0,4 mol/litr suv hosil bo'lganda 0,8 mol/litr xlorid kislota va 0,2 mol/litr kislorod sarflanar ekan.

- ✓ Xlorid kislotaning dastlabki konsentratsiyasi:

$0,7 \text{ mol/litr (muvozanat)} + 0,8 \text{ mol/litr (sarflangan)} = 1,5 \text{ mol/litrni, kislorod-niki esa } 0,6 \text{ mol/litr (muvozanat)} + 0,2 \text{ mol/litr (sarflangan)} = 0,8 \text{ mol/litrni tashkil etadi.}$

- ✓ Moddalar miqdorini topishda molyar konsentratsiyani hajmga ko'paytiriladi, ya'ni $1,5 \times 8 = 12$ mol, $0,8 \times 8 = 6,4$ mol.

Demak, bu testda muqobil javoblardagi

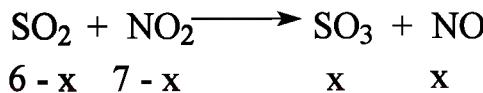
- A) 0,8; 0,2 – sarflangan moddalar konsentratsiyalari (mol/l),
 B) 12; 6,4 – dastlabki moddalar miqdorlari (mol),
 C) 1,5; 0,8 – dastlabki moddalarning konsentratsiyalari (mol/l),
 D) 6,4; 1,6 – sarflangan moddalarning miqdorlari (mol/l).

Javob: B

2-masala. $SO_2 + NO_2 = SO_3 + NO$ reaksiyada SO_2 va NO_2 ning dastlabki konsentratsiyasi 6 va 7 mol/litr bo'lsa, SO_2 ning muvozanat konsentratsiyasini (mol/litr) hisoblang ($K_m=1$).

- A) 8,73; B) 2,77; C) 3,27; D) 10,77.

Reaksiya tenglamasidagi koefitsiyentlar teng bo'lganligi uchun sarflangan modda miqdori hosil bo'lgan modda miqdoriga teng bo'ladi. Demak, SO_2 va NO_2 larning dastlabki konsentratsiyalari 6 va 7 mol/litr bo'lsa, muvozanat konsentratsiyasi tegishli tartibda 6-x va 7-x bo'ladi. Muvozanat konstantasi birga teng bo'lgani uchun tenglamaning ikkala tomonini tenglashtiramiz.

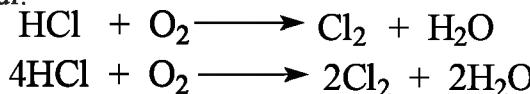


$$\begin{aligned} (6-x)(7-x) &= x^2 \\ 42 - 6x - 7x + x^2 &= x^2 \\ x &= 3.23 \end{aligned}$$

Demak, SO_2 ning muvozanat konsentratsiyasi $6-x=6-3,23=2,77$ ga teng bo'lsa, NO_2 ning muvozanat konsentratsiyasi $7-x=7-3,23=3,77$ ga teng bo'ladi. Ushbu testning javobi B.

3-masala. Xlorid kislotaning yonish reaksiyasida $\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$; ma'lum vaqtidan so'ng muvozanat qaror topdi. Muvozanat holatida ($K_M = 1$) moddalarning konsentratsiyalari $[\text{HCl}] = 1 \text{ mol/litr}$; $[\text{Cl}_2] = 3 \text{ mol/litr}$ va $[\text{H}_2\text{O}] = 3 \text{ mol/litr}$ bo'lsa, kislorodning muvozanat holatidagi konsentratsiyasini aniqlang.

Masalaning yechimi: Birinchi navbatda reaksiyani tenglashtirib olamiz. Chunki koeffitsiyentlar muvozanat konstantasi uchun tuziladigan tenglamada hisobga olinadi.



Endi, muvozanat konstantasi (K_M) 1 ga tengligiga asoslanib reaksiyaning o'ng va chap tomonidagi moddalarni muvozanat holatidagi konsentratsiyalarining ko'paytmasi (tabiiyki konsentratsiyalar ko'paytirilishdan avval koeffitsiyentga teng bo'lgan darajaga oshiriladi) teng deb hisoblaymiz. Va shu asosida konsentratsiyalari ma'lum moddalarning konsentratsiyalaridan, kislorod uchun esa "x" (chunki uning konsentratsiyasi noma'lum) dan foydalanib quyidagi tenglamani tuzib olamiz va uni yechamiz.

$$[\text{HCl}]^4 \cdot [\text{O}_2] = [\text{Cl}_2]^2 \cdot [\text{H}_2\text{O}]^2$$

$$1^4 \cdot x = 3^2 \cdot 3^2$$

$$1x = 9 \cdot 9$$

$$1x = 27$$

$$x = 27 : 1 = 27$$

Demak, kislorodning muvozanat holidagi konsentratsiyasi 27 mol/litr ga teng.

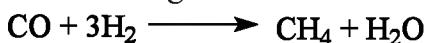
Javob: 27 mol/l

4-masala. Uglerod (II) oksid va vodoroddan metan sintez qilish reaksiyasida: $\text{CO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ Barcha moddalarnig muvozanat konsentratsiyalari mos ravishda: $[\text{CO}] = 0,9 \text{ mol/litr}$; $[\text{H}_2] = 0,7 \text{ mol/litr}$; $[\text{CH}_4] = 0,4 \text{ mol/litr}$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,4 \text{ mol/litr}$ ga teng bo'lsa, uglerod (II) oksidi va vodorodning reaksiyadan oldingi (dastlabki) konsentratsiyalarini (mol/litr) aniqlang.

Masalaning yechimi: Doimgidek, ishni reaksiyani tenglab olishdan boshlaymiz.



Reaksiyani tenglab olgach quyidagi ishlarni amalga oshiramiz.



Boshlang'ich	0	0
Sarflanish / Hosil bo'lish
Muvozanat	0,9	0,7	0,4	0,4

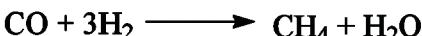
Shunday 3 ta qator hosil qilamiz, va har bir qatorga o'ziga mos (taalluqli) ma'lumotlarni kiritamiz. Ko'rib turganiningizdek masala shartida aytib o'tilgan "*Barcha moddalarning muvozanat konsentratsiyalari mos ravishda*:

$[\text{CO}] = 0,9 \text{ mol/l}$; $[\text{H}_2] = 0,7 \text{ mol/l}$; $[\text{CH}_4] = 0,4 \text{ mol/l}$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,4 \text{ mol/l}$ " ma'lumotlar aynan "**Muvozanat**" qatoriga kiritildi.

Shuningdek biz reaksiya mahsulotlari hisoblangan metan va suv uchun boshlang'ich konsentratsiyalarni "0 mol/litr" dan deb belgilab oldik. Chunki reaksiya boshida hech qanday mahsulot bo'lmaydi. Ular reaksiya borishi davomida asta-sekin hosil bo'ladi. Agar masala shartiga ko'ra reaksiyon sistemada mahsulotlar avvaldan mavjud bo'lmasa, bunday holda masala shartidagi konsentratsiyalar boshlang'ich konsentratsiyalar qatoriga to'g'ri dan-to'g'ri kiritiladi.

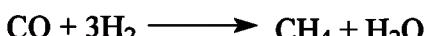
Endi keyingi bosqichlarga o'tamiz. Metan va suvning boshlang'ich konsentratsiyasi "0 mol/litr" dan edi, keyinchalik muvozanat konsentratsiyalari $0,4 \text{ mol/l}$ ga tenglashdi. Demak, reaksiya davomida ularning har biridan $0,4 \text{ mol/l}$ dan hosil bo'ldi.

Boshlang'ich				
Sarflanish / Hosil bo'lish	0	0
Muvozanat	+0,4	+0,4

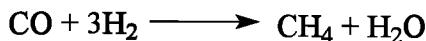


Keyin sarflanish va hosil bo'lish qatorlari orasidagi koeffitsiyentlarga bog'liq bo'lgan proporsionallikni ishga solamiz:

Boshlang'ich	0	0
Sarflanish / Hosil bo'lish	+0,4	+0,4
Muvozanat	0,9	0,7	0,4	0,4



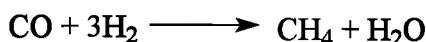
Ya'ni, ushbu to'g'ri to'rtburchak ichidagi koeffitsiyentlari teng bo'lgan moddalarda bir xil sonlar joylashadi. Ko'rib turganiningizdek uglerod (II) oksid, metan va suvning koeffitsiyentlari teng. Demak, ulardan sarflangan, hosil bo'lgan konsentratsiyalar ham teng bo'ladi. Ya'ni uglerod (II) oksididan $0,2 \text{ mol}$ modda sarflangan.



Boshlang'ich	0	0
Sarflanish / Hosil bo'lish	-0,4	...	+0,4	+0,4
Muvozanat	0,9	0,7	0,4	0,4

Endi vodorodning qanday konsentratsiyasi sarflanganini topamiz.

Ko'rib turganingizdek uning reaksiyon koeffitsiyenti 3 ga teng. Ya'ni uning koeffitsiyenti istalgan moddaning koeffitsiyentidan 3 barobar katta. Uning sarflangan konsentratsiyasi ham, qolgan moddalar sarflanish yoki hosil bo'lish konsentratsiyalaridan 3 marta katta bo'ladi. $0,4 \cdot 3 = 1,2$



Boshlang'ich	0	0
Sarflanish / Hosil bo'lish	-0,4	-1,2	+0,4	+0,4
Muvozanat	0,9	0,7	0,4	0,4

Moddalarning dastlabki konsentratsiyalarini aniqlash uchun sarflanib ketgan konsentratsiyalar muvozanat holatidagi konsentratsiyalarga qo'shiladi.

$$0,9 + 0,5 = 1,3 \text{ mol/l CO}$$

$$0,7 + 1,2 = 1,9 \text{ mol/l H}_2$$



Boshlang'ich	1,3	1,9	0	0
Sarflanish / Hosil bo'lish	-0,4	-1,2	+0,4	+0,4
Muvozanat	0,9	0,7	0,4	0,4

Mavzuga oid testlar:

1. $\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ reaksiyada kimyoviy muvozanat qaror topganda moddalar konsentratsiyalari $[\text{NH}_3] = 0,4$; $[\text{O}_2] = 0,65$; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,3$ mol/litr ni tashkil qiladi. Reaksiya hajmi $0,005 \text{ m}^3$ bo'lgan idishda olib borilgan bo'lsa, dastlabki moddalar miqdorini (mol) hisoblang.

- A) 0,6; 0,8; B) 1,0; 0,75; C) 3,0; 4,0; D) 0,2; 0,15.

2. $\text{NH}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)} = \text{N}_{2(g)} + \text{HCl}_{(g)}$ reaksiya hajmi $0,009 \text{ m}^3$ bo'lgan idishda olib borildi. Kimyoviy muvozanat qaror topganda moddalar konsentratsiyalari $[\text{NH}_3] = 0,4$; $[\text{Cl}_2] = 0,2$; $[\text{HCl}] = 0,6$ mol/litr bo'lsa, boshlang'ich moddalar miqdorini (mol) hisoblang.

- A) 0,2; 0,3; B) 0,6; 0,5; C) 5,4; 4,5; D) 1,8; 2,7.

3. $\text{CH}_{4(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} = \text{CO}_{(g)} + \text{H}_{2(g)}$ reaksiya hajmi 9 litr bo'lgan idishda olib borildi. Kimyoviy muvozanat qaror topganda moddalar konsentratsiyalari $[\text{CH}_4] = 0,5$;

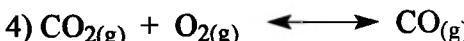
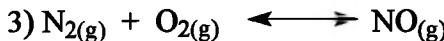
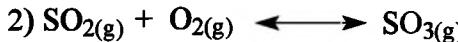
$[H_2O] = 0,3$; $[H_2] = 0,6 \text{ mol/l}$ bo'lsa, boshlang'ich moddalar miqdorini (mol) yig'indisini hisoblang.

- A) 1,2; B) 10,8; C) 0,8; D) 7,2.

4. $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$ reaksiyaning muvozanat konstantasi 850°C da 1 ga teng. CO va H_2O larning boshlang'ich konsentratsiyalari 6 va 8 mol/litr bo'lsa, ularning muvozanat holatidagi konsentratsiyalarini (mol/litr) aniqlang.

- A) 3,4; 3,4; B) 2,6; 4,6; C) 9,4; 11,4; D) 1,2; 3,4.

5. Quyidagi berilgan reaksiyalarning qaysilarida bosimning oshishi muvozanatga ta'sir qilmaydi?



- A) 3,4; B) 1, 3; C) 2,4; D) 3.

6. Oltingugurt (IV) oksid va azot (IV) oksid o'rtaida boruvchi $\text{SO}_2 + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{SO}_3 + \text{NO}$ reaksiyada; ma'lum vaqtdan so'ng muvozanat qaror topdi. Muvozanat holatida ($K_M=1$) moddalarning konsentratsiyalari $[\text{SO}_2] = 4 \text{ mol/l}$; $[\text{SO}_3] = 3 \text{ mol/l}$ va $[\text{NO}] = 3 \text{ mol/l}$ bo'lsa, azot (IV) oksidining muvozanat holatidagi konsentratsiyasini aniqlang.

7. Uglerod (IV) oksidi va vodorod o'rtaida boruvchi $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$ reaksiyada; ma'lum vaqtdan so'ng muvozanat qaror topdi. Muvozanat holatida ($K_M=1$) moddalarning konsentratsiyalari: $[\text{CO}_2] = 12 \text{ mol/l}$; $[\text{CO}] = 6 \text{ mol/l}$ va $[\text{H}_2\text{O}] = 6 \text{ mol/l}$ bo'lsa, vodorodning muvozanat holatidagi konsentratsiyasini aniqlang.

8. Vodorod va azotdan ammiak sintez qilish reaksiyasida: $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$

Barcha moddalarning muvozanat konsentratsiyalari mos ravishda: $[\text{N}_2] = 0,5 \text{ mol/l}$; $[\text{H}_2] = 0,1 \text{ mol/l}$; $[\text{NH}_3] = 0,8 \text{ mol/l}$; ga teng bo'lsa, azot va vodorodning reaksiyadan oldingi (dastlabki) konsentratsiyalarini (mol/litr) aniqlang.

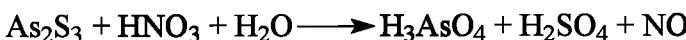
9. $\text{A}_{(g)} + \text{B}_{(g)} \rightleftharpoons \text{C}_{(g)} + \text{D}_{(g)}$ sistemada moddalarning muvozanat holatidagi konsentratsiyalari (mol/l) tenglamaga mos ravishda 8, 6, 4 va 12 ga teng. Sistemaga B moddadan 2 mol qo'shilgandan so'ng, B va D moddalarning yangi muvozanat konsentratsiyalarini (mol/l) hisoblang (reaksiya hajmi 1 l bo'lgan idishda olib borildi). A) 3,5; 4,5; B) 7,5; 12,5; C) 5,5; 12,5; D) 7,5; 11,5.

10. $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$ sistemada moddalarning muvozanat holatidagi konsentratsiyalari (mol/l) tenglamaga mos ravishda 6, 3, 2, 9 ga teng. Muvozanat holatidagi sistemadan 2 mol CO_2 chiqarib yuborildi. H_2O va H_2 larning yangi muvozanat konsentratsiyalarini (mol/l) hisoblang (reaksiya hajmi 1 l bo'lgan idishda olib borildi). A) 4; 11; B) 2; 10; C) 4,5; 7,5; D) 6; 11.

7-BOB. OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARI

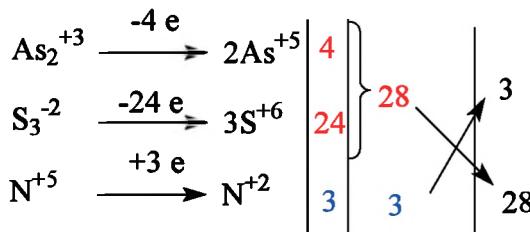
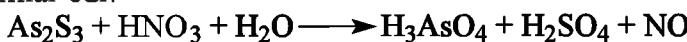
28-§ Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini yarim reaksiya usuli bilan tenglashtirish

8-sinf kimyo kitobida oddiy va murakkab moddalar tarkibidagi elementlarni oksidlanish darajasini aniqlash, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini va ularni turlari haqida batafsil ma'lumot berilgani uchun bu kitobimizda mavzuni davom ettirib, reaksiya tenglamalarini yarim reaksiya usulida tenglashtirish, oksidlovchi va qaytaruvchining ekvivalent og'irliklarini topish hamda eritma muhitini oksidlanish qaytarilish reaksiyasiga qanday ta'sir etishini ko'rib chiqamiz.



Ushbu reaksiya tenglamasini yarim reaksiya usuli bo'yicha tenglashtirishni ko'rib chiqamiz. Buning uchun ushu reaksiyadagi oksidlovchi va qaytaruvchini aniqlab olamiz. Bu tenglamada oksidlovchi nitrat kislota, qaytaruvchi esa mishyak sulfid hisoblanadi. Elektron balans usuli bilan tenglashtirishda oksidlovchi tarkibidagi N^{+5} ionni 3 ta elektron qabul qilib,

N^{+2} ionigacha qaytarildi deb qabul qilinad edi. As_2S_3 tarkibidagi As^{+3} ionni 2 ta elektron berib, As^{+5} holigacha, S^{-2} ionni esa 8 ta elektron berib, S^{+6} holatigacha oksidlandi deb olinar edi:



Ushbu elektronlarning sonlari asosida koefitsiyentlarni aniqlab olar edik. Hisoblab topilgan, ammo eritma tarkibida haqiqatan amalda mavjud bo'lmagan N^{+5} , As^{+3} , S^{-2} ionlarini qo'llar edik.

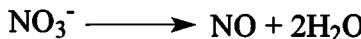
Yarim reaksiya usuli bo'yicha oksidlanish-qaytarilish jarayonida ishtirok etayotgan moddani eritmada haqiqatan ham bor bo'lgan ionlardan foydalanib tenglashtiriladi.

Masalan, HNO_3 moddasi eritmada H^+ va NO_3^- ionlarini hosil qiladi. As_2S_3 esa ionlarga dissotsiyalanmaydi. Biz balans tuzayotganimizda ayni haqiqiy, eritma tarkibida bor bo'lgan NO_3^- ionidan foydalanamiz. Ikkala tomondagi elektronlar sonini tenglashtirish uchun eritmada haqiqatan bor bo'lgan suv molekulasi va vodorod ionlaridan foydalanamiz.

Avval oksidlovchining ionini (NO_3^-) ko'rib chiqamiz.



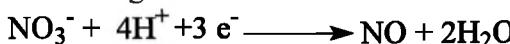
Tenglamaning chap tomonida 3 ta kislorod atomi bor. O'ng tomonida esa 1 ta kislorod atomi. Tenglamadagi kislorod atomlarini tenglashtirib olish uchun, kislotali muhitda kislorod kam tomonga kerakli miqdorda kislorodni o'zida saqlagan suv molekulasi qo'shiladi. Ya'ni o'ng tomoniga 2 ta suv molekulasini qo'shamiz.



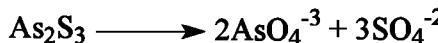
Endi vodorod atomlarini tenglashtiramiz. Tenglamaning chap tomonida vodorod atomlari yo'q. O'ng tomonida esa 4 ta vodorod atomi bor. Tenglamadagi vodorod atomlarini tenglashtirib olish uchun, kislotali muhitda vodorod kerakli miqdorda vodorodni o'zida saqlagan vodorod ionini qo'shiladi. Ya'ni chap tomonga 4 ta vodorod ionini qo'shamiz.



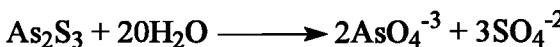
Chap tomondagi ionlar zaryadlarining arifmetik yig'indisi +3 ga, o'ng tomondagilarniki esa 0 ga teng. Chap tomonga 3 ta elektron qo'shsak, ikkala tomondagi zaryadlar teng bo'ladi.



Endi qaytaruvchilik xossasiga ega bo'lgan As_2S_3 ni o'zgarishini ko'rib chiqamiz.



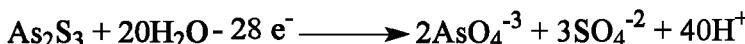
Bu yerda o'ng tomondagi kislorod atomlari soni 20 ta bo'lib, chap tomonda kislorod atomi yo'q. Shuning uchun 20 ta kislorod atomini o'zida saqlagan 20 ta suv molekulasini chap tomonga qo'shamiz.



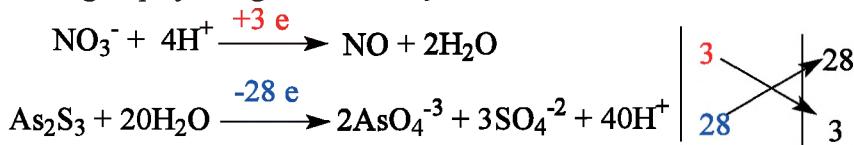
Reaksiyani chap tomonida 40 ta vodorod atomi bo'lib, o'ng tomonda vodorod atomi yo'q. Vodorod atomlarini ham tenglashtirish uchun o'ng tomoniga 40 ta vodorod ionini qo'shamiz.



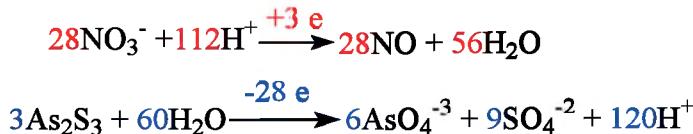
Chap tomondagi zarrachalarni zaryadlarini arifmetik yig'indisi 0 ga teng. O'ng tomondagi ionlarni zaryadlarini yig'indisi esa +28 ga teng. Ikkala tomondagi zaryadlarni tenglashtirish uchun chap tomondan 28 ta elektronni olib tashlasak, ikkala tomonda zaryadlar teng bo'ladi.



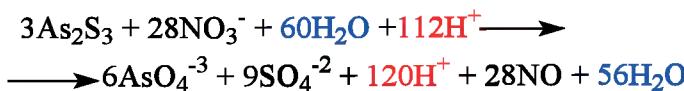
Endi oksidlovchi va qaytaruvchilarni ionli tenglamalarini birlashtirib, ularni olgan yoki bergen elektronlari sonini tenglashtirish yo'li bilan bu ionlarni oldiga qo'yiladigan koeffitsiyentlarni aniqlab olamiz:



Aniqlangan koeffitsiyentlarni tegishli tenglamalarga qo'yib chiqamiz:



Endi oksidlovchi va qaytaruvchining ionli tenglamalarini birlashtirib yozib olamiz.



Reaksiyani chap va o'ng tomonlaridagi suv molekulalari va vodorod ionlarini qisqartirib, qisqartirilgan ionli tenglamani hosil qilamiz.



Ion va molekulalarni oldidagi koeffitsiyentlarini, molekulalarni oldiga qo'yamiz va molekulyar tenglama tuzamiz:



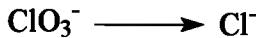
Natijada oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi tenglashganini ko'rishimiz mumkin.

Ishqoriy muhitda oksidlanish qaytarilish reaksiyasini yarim reaksiya usulida tenglashtirishni quyidagi misolda ko'rib chiqamiz:



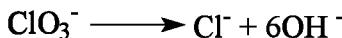
Bu tenglamada oksidlovchi kaliy xlorat (KClO_3), qaytaruvchi esa marganes qo'sh oksid (Mn_3O_4) hisoblanadi.

Yarim reaksiya usulida avval oksidlovchinig ionini (ClO_3^-) ko'rib chiqamiz.

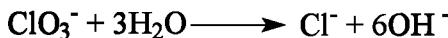


Bu reaksiyada ham kislород va vodorod atomlarini tenglashtirish uchun eritmada bor bo'lgan suv molekulalari va gidroksid (OH^-) ionlaridan foydalanamiz. Tenglamaning chap tomonida 3 ta kislород atomi bor. O'ng tomonida esa kislород atomi yo'q. Tenglamadagi kislород atomlarini tenglash-

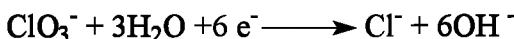
tirib olish uchun, ishqoriy muhitda kislorod kam tomonga gidroksid ioni qo'shiladi. Gidroksid ionini qo'shilganda kam tomonga 2 marta ko'proq kislorod saqlagan gidroksid ionini qo'shiladi. Ya'ni o'ng tomonga 6 ta gidroksid ioni qo'shamiz.



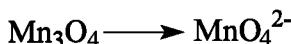
Ishqoriy sharoitda vodorod atomlarini tenglashtirib olish uchun, vodorod yo'q yoki kamroq bo'lgan tomonga nechta vodorod atomi qo'shish kerak bo'lsa, shuncha vodorodni o'zida saqlagan suv molekulalari qo'shiladi.



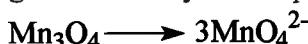
Chap tomondagi ionlar zaryadlarining arifmetik yig'indisi -1 ga, o'ng tomondagilarniki esa -7 ga teng. Chap tomonga 6 ta elektron qo'shsak, ikkala tomondagi zaryadlar teng bo'ladi.



Endi qaytaruvchilik xossasiga ega bo'lgan Mn_3O_4 ni o'zgarishini ko'rib chiqamiz.



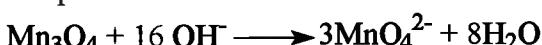
Avval marganes elementining atomlari sonini tenglashtirish uchun o'ng tomondagi MnO_4^{2-} ioni oldiga 3 koeffitsiyentini qo'yamiz:



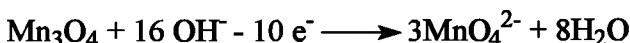
Endi o'ng tomonda 12 ta kislorod atomi bor, chap tomonda esa 4 ta kislorod atomi bor. Chap tomonda kislorod atomi 8 taga kam bo'lgani uchun, shu tomonga keragidan ikki marta ko'proq, ya'ni 16 ta kislorod atomi bor bo'lgan 16 ta OH^- ionini qo'shamiz:



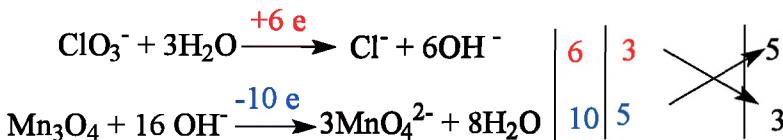
Endi tenglamada vodorod atomlar sonini tenglashtirish uchun o'ng tomonga 8 ta suv molekulasini qo'shamiz:



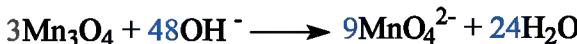
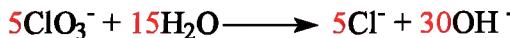
Chap tomondagi ionlar zaryadlarining arifmetik yig'indisi -16 ga teng. O'ng tomondagi zarrachalarni zaryadlarini yig'indisi esa -6 ga teng. Ikkala tomondagi zaryadlarni tenglashtirish uchun chap tomondan 10 ta elektronni olib tashlasak, ikkala tomonda zaryadlar teng bo'ladi.



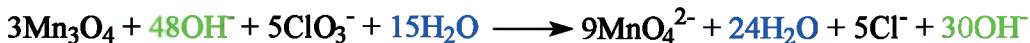
Endi oksidlovchi va qaytaruvchining ionli tenglamalarini birlashtirib, ularni olgan yoki bergen elektronlari sonini tenglashtirish yo'li bilan bu ionlarni oldiga qo'yiladigan koeffitsiyentlarni aniqlab olamiz:



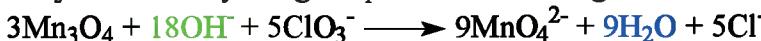
Aniqlangan koeffitsiyentlarni tegishli tenglamalarga qo'yib chiqamiz:



Endi oksidlovchi va qaytaruvchining ionli tenglamalarini birlashtirib yozib olamiz.



Reaksiyaning chap va o'ng tomonlaridagi suv va gidroksid ionlarini qisqartirib olamiz, ya'ni chap tomonda 15 ta, o'ng tomonda 24 ta suv molekulalari bor ekan. Ularni qisqartirsak, reaksiyaning o'ng tomonida 9 ta suv molekulasi ortib qoladi. Xuddi shunday gidroksid ionlarini ham qisqartirish natijasida reaksiyaning chap tomonida 18 ta gidroksid ionlari qoladi.



Bu tenglama oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining qisqa ionli tenglamasi bo'ldi. Endi dastlabki reaksiyadan foydalanib, reaksiya tenglamasini yoza-miz. Ion va molekulalarning oldidagi koeffitsiyentlarini esa molekulanling oldiga qo'yamiz.



Natijada oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi tenglashganini ko'rishimiz mumkin.

Savol va topshiriqlar:

1. Azot atomi oksidlanish darajasi faqat +5 ga oksidlanganlarni tanlang.

- 1) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{NO}$
- 3) $\text{NO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{J} = \text{NO} + \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{NO}_2 = \text{NO} + \text{O}_2$
- 6) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3$

A) 1, 2, 3, 6; B) 2, 6; C) 1, 6; D) 4, 5, 6.

2. Azot atomining oksidlanish darajasi faqat +2 ga qaytarilganlarini tanlang.

- 1) $\text{NO}_2 = \text{NO} + \text{O}_2$
- 2) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3$

- 3) $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{NO}$
 4) $\text{NO}_2 + \text{HJ} = \text{NO} + \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 5) $\text{NO}_2 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 6) $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$

A) 1, 4, 6; B) 2, 5; C) 3, 5, 6; D) 1, 3, 4, 6.

3. Quyidagi reaksiyada chap tomon koeffitsiyentlari yig'indisi nechaga teng?



A) 22; B) 9; C) 21; D) 13.

4. Quyidagi reaksiyaning o'ng tomonidagi moddalar koeffitsiyentlar yig'indisi nechaga teng? $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{SO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

A) 23; B) 35; C) 49; D) 58.

5. Quyidagi reaksiyada barcha koeffitsiyentlar yig'indisi nechaga teng?



A) 13; B) 15; C) 18; D) 31; E) 16.

6. $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \longrightarrow$ Ushbu reaksiya chap tomonidagi koefitsiyentlar yig'indisini hisoblang.

A) 5; B) 10; C) 7; D) 6.

29-§ Oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarini eritma muhitiga bog'liqligi

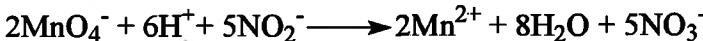
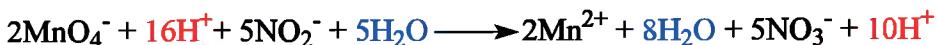
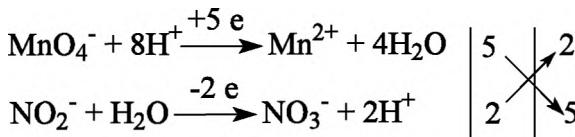
Pushti-siyohrangli kaliy permanganatni suvli eritmasini oksidlovchilik xossasiga eritmani muhitining ta'sirini o'rganish uchun uchta probirkaga olib, ularni hammasiga bir xil miqdorda oksidlovchilik xossasiga ega bo'lgan kaliy permanganat eritmasi va qayratuvchilik xossasiga ega bo'lgan natriy nitrit eritmasini solamiz. Birinchi probirkaga 1-2 tomchi sulfat kislota eritmasidan, ikkinchisiga 1-2 tomchi distillangan suv va uchinchi probirkaga 1-2 tomchi kaliy gidroksid eritmasidan qo'shamiz. Birinchi probirkada eritma rangsiz holatga keladi. Ikkinci probirkada qoramtil-qo'ng'ir cho'kma hosil bo'ladi. Uchinchi probirkada yashil rangli eritma hosil bo'ladi. Demak, bundan ko'rishimiz mumkinki, eritma muhitiga qarab oksidlanish qaytarilish reaksiyalarida har xil moddalar hosil bo'lishi mumkin ekan va bu moddalar eritmaga turli rang beradi.

Endi har bir probirkada nima jarayon yuz bergenini ko'rib chiqaylik. Dastlab uchta probirkada ham kaliy permanganat eritmasi bor edi. Permanganat ionni (MnO_4^-) eritmaga pushti-siyohrang beradi. Shuning uchun uchta probirkaga ham pushti-siyohrangda edi. Har bir probirkada qanday jarayon yuz bergenini bilish uchun reaksiya tenglamalarini yozib olamiz.

Birinchi probirkada:



Reaksiyani yarim reaksiya usuli bo'yicha tenglashtiramiz.

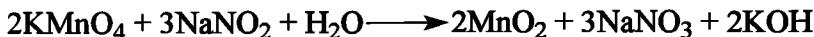
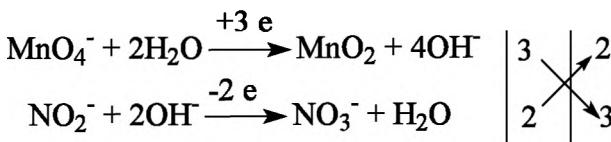


Reaksiyadan ko‘rishimiz mumkinki, probirkadagi eritmaga pushtisiyohrang berib turgan permanganat ioni (MnO_4^-) reaksiya tugagandan keyin Mn^{2+} ioniga aylanadi. Mn^{2+} ioni rangsiz bo‘lgani uchun, reaksiya amalga oshganda birinchi probirkada rangsiz eritma hosil bo‘ladi. Bu jarayon permanganat (MnO_4^-) ionini Mn^{2+} ioniga o‘tishi bilan bog‘liq bo‘lib, bunga eritma muhitni ta’sir ko‘rsatadi. Demak, kislotali muhitda permanganat ioni (MnO_4^-) Mn^{2+} ioniga aylanadi.

Ikkinchini probirkada:

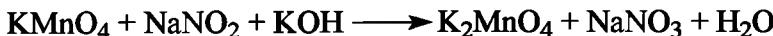


Kaliy permanganat va natriy nitrit eritmalarini orasidagi reaksiya neytral muhitda olib borilganda permanganat ioni (MnO_4^-) 3 ta elektron qabul qilib olib, marganes (IV) oksid (MnO_2) holigacha qaytariladi. Qaytaruvchi nitrit ioni esa, avvalgi reaksiya kabi nitrat ionigacha oksidlanadi.

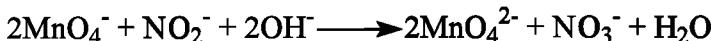
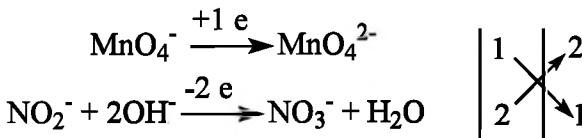


Reaksiyadan ko‘rishimiz mumkinki, probirkadagi eritmaga pushti-siyohrang berib turgan permanganat ioni (MnO_4^-) reaksiya tugagandan keyin marganes (IV) oksid (MnO_2)ga aylanadi. Marganes (IV) oksid qoramtil-qo‘ng‘ir rangli cho‘kma bo‘lgani uchun ikkinchi probirkada qoramtil-qo‘ng‘ir cho‘kma hosil bo‘ldi. Bu jarayonga eritma muhitni ta’sir ko‘rsatadi. Demak, neytral muhitda permanganat (MnO_4^-) ioni marganes (IV) oksid (MnO_2)ga aylanadi.

Uchinchi probirkada:

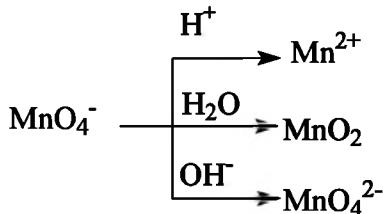


Kaliy permanganat va natriy nitrit eritmalari orasidagi reaksiya ishqoriy muhitda olib borilganda permanganat ioni (MnO_4^-) 1 ta elektron qabul qilib olib, manganat ionigacha (MnO_4^{2-}) qaytariladi. Qaytaruvchi nitrit ioni esa, avvalgi reaksiya kabi nitrat ionigacha oksidlanadi.



Reaksiyadan ko'rshimiz mumkinki, probirkadagi eritmaga pushtisiyohrang berib turgan permanganat (MnO_4^-) ioni reaksiya tugagandan keyin manganat (MnO_4^{2-}) ioniga aylandi. Manganat (MnO_4^{2-}) ioni eritmaga yashil rang bergani uchun uchinchi probirkadagi eritma yashil rangga kirdi. Bu jarayon permanganat (MnO_4^-) ionini manganat (MnO_4^{2-}) ioniga o'tishi bilan bog'liq bo'lib, bunga eritma muhitni ta'sir ko'rsatadi. Demak, ishqoriy muhitda permanganat (MnO_4^-) ioni manganat (MnO_4^{2-}) ioniga aylanadi.

Permanganat (MnO_4^-) ionini oksidlovchilik xossasi eritmani muhitiga bog'liq bo'lib, kislotalik muhitda oksidlovchilik xossasi kuchliroq namoyon bo'ladi va 5 ta elektron olib, $+2$ ionigacha qaytariladi. Neytral muhitda o'rtacha oksidlovchilik xossasi namoyon bo'ladi va 3 ta elektron olib, MnO_2 gacha qaytariladi. Ishqoriy muhitda esa oksidlovchilik xossasi kuchsizroq namoyon bo'ladi va 1 ta elektron olib, MnO_4^{2-} ionigacha qaytariladi.



Savol va topshiriqlar:

- Kaliy permanganatning sulfat kislota ishtirokidagi natriy peroksid bilan reaksiyasida 5,6 l (n.sh.) gaz ajraldi. Reaksiyada qatnashgan kaliy permanganat massasini (g) hisoblang. A) 24,2; B) 15,8; C) 62,4; D) 50,6.

2. Xrom (III) sulfat kalyi hidroksid ishtirokida vodorod peroksid bilan ta'sirlashganda 19,4 g kalyi xromat hosil bo'ldi. Reaksiyada qatnashgan oksidlovchining massasini (g) hisoblang. A) 5,1; B) 13,6; C) 10,2; D) 6,8.

3. 5% li 204 g vodorod peroksid eritmasining ishqoriy sharoitda oltin(III) xlorid bilan reaksiyasida hosil bo'lgan oltinning massasini (g) hisoblang. A) 35,6; B) 32; C) 39,4; D) 21.

4. Quyidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida 1 mol oksidlovchi bilan necha mol qaytaruvchi reaksiyaga kirishadi? $K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow$
A) 2; B) 6; C) 3; D) 12.

5. 200 g 36,5% li xlorid kislota eritmasi kalyi permanganat bilan oksidlandi. Reaksiyada qatnashgan oksidlovchi va hosil bo'lgan gazning miqdorini (mol) hisoblang. A) 0,2; 0,5; B) 2, 5; C) 0, 25; 0, 625; D) 39, 5; 44, 38.

6. $P_4S_7 + HNO_3 \longrightarrow H_3PO_4 + H_2SO_4 + NO_2 + H_2O$ ushbu oksidlanish qaytarilish reaksiyasida barcha moddalar koeffitsiyentlari yig'indisini aniqlang.
A) 153; B) 91; C) 63; D) 154.

30-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida moddalarning ekvivalent og'irliklarini aniqlash

Oksidlovchini ekvivalent og'irligini aniqlash uchun oksidlovchini molyar massasini, shu oksidlovchining bir molini qabul qilib olgan elektronlari soniga bo'linadi.

Qaytaruvchini ekvivalent og'irligini aniqlash uchun esa qaytaruvchining molyar massasini, uni bir molini bergen elektronlari soniga bo'linadi.

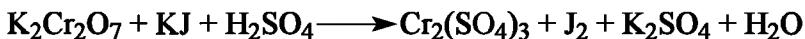
$$E = \frac{M}{n e^-}$$

E - oksidlovchi yoki qaytaruvchining ekvivalenti

M - oksidlovchi yoki qaytaruvchining molyar massasi

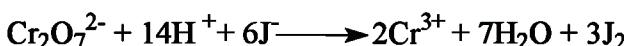
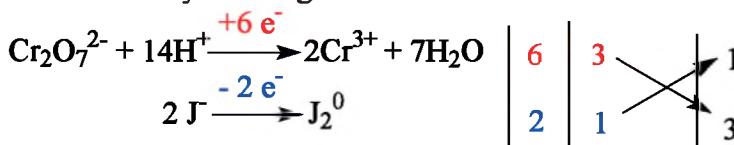
n e⁻ - oksidlovchi yoki qaytaruvchining olgan yoki bergen elektronlari soni

Masalan:



Ushbu reaksiyadagi oksidlovchi va qaytaruvchi moddalarni ekvivalent og'irliklarini aniqlashni ko'rib chiqamiz.

Dastlab ushbu reaksiyani tenglashtirib olamiz.



Yuqoridagi reaksiyada $K_2Cr_2O_7$ oksidlovchi bo'lib, KJ esa qaytaruvchidir.

Bir mol oksidlovchi ($K_2Cr_2O_7$) 6 ta elektron qabul qilib oldi. Uni ekvivalent og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (294)ni 6 ga bo'lamiz.

$$E(K_2Cr_2O_7) = \frac{M(K_2Cr_2O_7)}{n e^-} = \frac{294}{6} = 49$$

2 mol qaytaruvchi (KJ) 2 ta elektron bergan. Ekvivalent og'irligini aniqlash uchun 1 mol qaytaruvchini bergan elektronlarini hisoblab olishimiz kerak bo'ladi:

2 mol qaytaruvchi ————— 2 ta elektron

$$x = \frac{1 \cdot 2}{2} = 1 \text{ ta elektron}$$

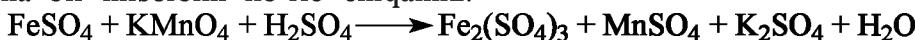
1 mol qaytaruvchi ————— x

Qaytaruvchini ekvivalent og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (166) ni birga bo'lamiz.

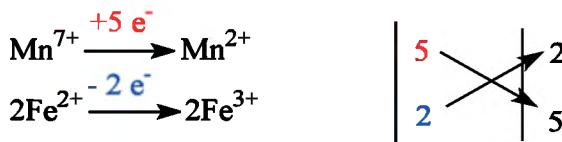
$$E(KJ) = \frac{M(KJ)}{n e^-} = \frac{166}{1} = 166$$

Javob: Oksidlovchining ekvivalenti og'irligi 49, qaytaruvchining ekvivalent og'irligi 166 ekan.

Yana bir misololni ko'rib chiqamiz:



Ushbu reaksiyadagi oksidlovchi va qaytaruvchi moddalarining ekvivalent og'irliliklarini reaksiyani tenglashtirmsandan ham aniqlash mumkin. Buning uchun oksidlovchi qabul qilgan va qaytaruvchining olgan elektronlarini aniqlab olamiz.



Oksidlovchi tarkibidagi 1 mol Mn^{7+} ioni 5 ta elektron qabul qilib olib, Mn^{2+} holatiga o'tdi. Demak, bir mol oksidlovchi ($KMnO_4$) 5 ta elektron qabul qilib oldi. Uni ekvivalent og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (158)ni 5 ga bo'lamiz.

$$E(KMnO_4) = \frac{M(KMnO_4)}{n e^-} = \frac{158}{5} = 31,6$$

Qaytaruvchi tarkibidagi 2 mol Fe^{2+} ioni 2 ta elektron berib, Fe^{3+} holatiga o'tdi. Demak, 2 mol qaytaruvchi ($FeSO_4$) 2 ta elektron bergan. Ekvivalent og'irligini aniqlash uchun 1 mol qaytaruvchini bergan elektronlarini hisoblab olishimiz kerak bo'ladi:

2 mol qaytaruvchi ————— 2 ta elektron

$$x = \frac{1 \cdot 2}{2} = 1 \text{ ta elektron}$$

1 mol qaytaruvchi ————— x

Qaytaruvchini ekvivalent og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (152) ni birga bo'lamiz.

$$E(FeSO_4) = \frac{M(FeSO_4)}{n e^-} = \frac{152}{1} = 152$$

Javob: Oksidlovchining ekvivalenti og'irligi 31,6, qaytaruvchining ekvivalenti og'irligi 152 ekan.

Oksidlovchi va qaytaruvchi moddalarning ekvivalenti og'irliklarini yaxshi tushunib, bilib olish bizlarga reaksiya tenglamalarini yozmasdan turib, reaksiyada ishtirok etayotgan oksidlovchi yoki qaytaruvchi moddalarning massalarini avvaldan aytib berish imkonini beradi.

Masalan, yuqoridagi



reaksiyada 30,4 g $FeSO_4$ qatnashgan bo'lsa, reaksiyada hosil bo'lgan $MnSO_4$ massasini aniqlang.

Bu masalani ishslash uchun dastlab $FeSO_4$ va $MnSO_4$ larning ekvivalenti og'irliklarini aniqlab olish kerak bo'ladi. Yuqorida $FeSO_4$ ning ekvivalenti og'irligini 152 ga teng ekanligini aniqlagan edik.

Endi $MnSO_4$ ning ekvivalenti og'irligini aniqlab olamiz. Bir mol oksidlovchi ($KMnO_4$) 5 ta elektron qabul qilib olib $MnSO_4$ ni hosil qildi. Uni ekvivalenti og'irligini aniqlash uchun molyar massasi (151)ni 5 ga bo'lamiz.

$$E(MnSO_4) = \frac{M(MnSO_4)}{n e^-} = \frac{151}{5} = 30,2$$

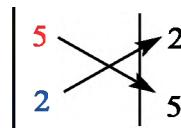
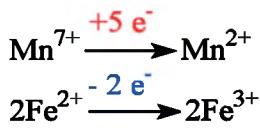
$MnSO_4$ ning ekvivalenti og'irligi 30,2 ekan.

Ekvivalentlik qonunidan foydalanib, $MnSO_4$ ning massasini oson aniqlab olishimiz mumkin:

$$\frac{m(FeSO_4)}{m(MnSO_4)} = \frac{E(FeSO_4)}{E(MnSO_4)} \longrightarrow \frac{30,4}{x} = \frac{152}{30,2} \quad x = \frac{30,4 \cdot 30,2}{152} = 6,04 \text{ g}$$

Javob: 6,04 g $MnSO_4$ hosil bo'lgan.

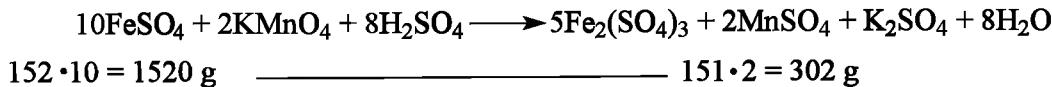
Topilgan javob to'g'riligini isbotlash maqsadida, yuqoridagi reaksiyani tenglashtirib ko'rsak:





Reaksiyani tenglashtirib oldik, endi reaksiya asosida 30,4 g FeSO_4 dan hosil bo'lgan MnSO_4 ning massasini proporsiya orqali topamiz:

$$30,4 \text{ g} \xrightarrow{\hspace{10cm}} \text{x}$$

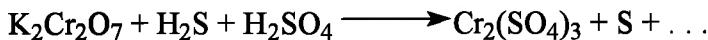
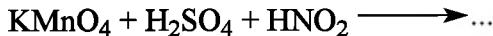


$$x = \frac{30,4 \cdot 302}{1520} = 6,04 \text{ g MnSO}_4$$

Demak ushbu masalani ishslash uchun ekvivalent massadan foydalanish to'g'ri va oson usul ekanligini bilib oldik.

Savol va topshiriqlar:

1. Quyidagi reaksiya tenglamalarini tenglashtiring va undagi oksidlovchi va qaytaruvchilarni ekvivalent massalarini aniqlang.



2. Quyidagi reaksiya tenglamalaridagi oksidlovchi va qaytaruvchilarni ekvivalent massalarini aniqlang.



3. Kaliy bixromat sulfat kislota ishtirokida metanol bilan reaksiyaga kirishganda 27,6 g chumoli kislota hosil bo'ldi. Reaksiyada qatnashgan oksidlovchining massasini (g) hisoblang.

4. Tarkibida 27,65 g kaliy permanganat bo'lgan eritma orqali sulfat kislota ishtirokida 27,2 g vodorod sulfid o'tkazilganda hosil bo'lgan oltingugurt massasini (g) toping.

5. Kaliy yodid sulfat kislota ishtirokida natriy peroksid bilan reaksiyaga kirishganda 7,62 g kristall modda ajraldi. Reaksiyada qatnashgan oksidlovchining massasini (g) hisoblang.

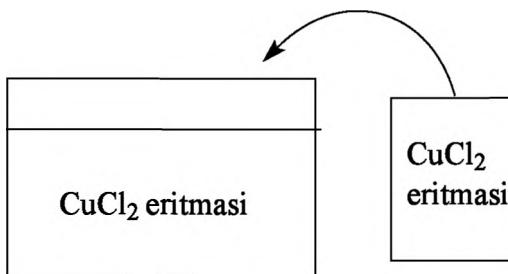
6. Kaliy permanganat sulfat kislota ishtirokida natriy oksalat bilan reaksiyaga kirishganda 22 g karbonat angidrid hosil bo'ldi. Reaksiyada qatnashgan oksidlovchining massasini (g) hisoblang.

8-BOB. ELEKTROLIZ

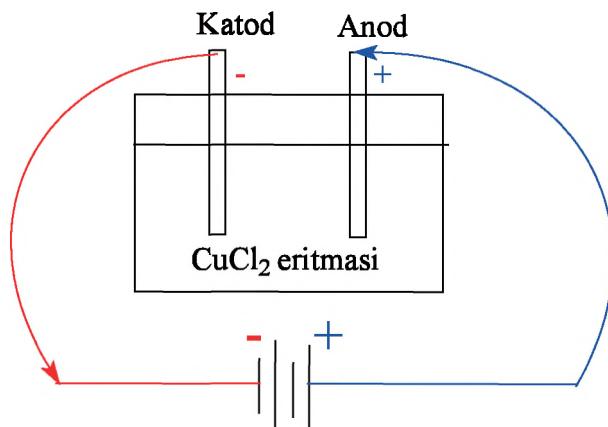
31-§. Elektroliz tushunchasi. Eritma va suyuqlanma elektrolizi

Elektroliz jarayoni qanday jarayon ekanligini bilib olish uchun quyidagi tajribani ko'rib chiqamiz.

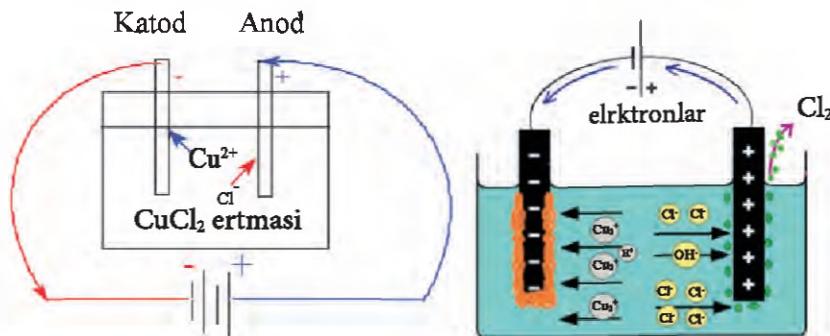
Elektroliz jarayonini o'tkazish uchun mo'ljallangan maxsus idish (*elektrolizyor* yoki *elektrolitik vanna*) olamiz. Uni ichiga mis (II) xlorid eritmasidan solamiz.



Shu idishga elektrodlarni tushiramiz. Birinchi elektrodga elektr tokining manfiy qutbi, ikkinchisiga musbat qutbi ulanadi. Manfiy qutb ulangan elektrod katod va musbat qutb ulangan elektrod esa anod deb ataladi.



Katod va anodni o'zgarmas tok manbayiga ulasak, reaksiya sodir bo'ladi. Ya'ni mis (II) xlorid tarkibidagi musbat zaryadlangan Cu²⁺ kationlari manfiy zaryadlangan katod tomon harakatlanadi. Manfiy zaryadlangan Cl⁻ anionlari esa musbat zaryadlangan anod tomon harakatlanadi.



Eritmadagi musbat ionlar (Cu^{2+}) katodga borib elektronlar qabul qiladi va neytral atomlarga (Cu) aylanadi, manfiy ionlar (Cl^-) anodga borib zaryadsizlanib (Cl_2) elektronlarini beradi. Natijada katodda qaytarilish, anoda oksidlanish jarayoni yuz berdi. Ya'ni **elektroliz jarayoni** sodir bo'ldi.

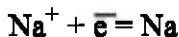
Eritmada yoki suyuqlanmada elektr toki ta'sirida boradigan oksidlanish-qaytarilish jarayoniga **elektroliz deb** ataladi.

Elektroliz so'zi elektr toki ta'sirida parchalanish ma'nosini anglatadi. Elektroliz jarayonida elektr energiyasi hisobiga kimyoviy reaksiya amalga oshadi.

Elektroliz jarayoni nafaqat eritmada, balki, suyuqlanmada ham amalga oshishi mumkin. Ya'ni qattiq moddalarni yuqori harorat ta'sirida suyuq agregat holatga o'tkazib elektroliz jarayonini amalga oshirish mumkin. Bunday elektroliz suyuqlanma elektrolizi deyiladi.

Suyuqlanma elektrolizida odatda oksid, ishqor va tuzlarning suyuqlanmalarini orqali elektr toki o'tkaziladi.

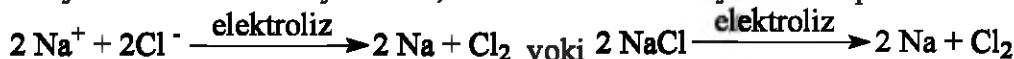
Masalan, natriy xloridning suyuqlanmasiga (NaCl 801°C da suyuqlanadi) inert (ko'mir) elektrodlar botirlisa va o'zgarmas elektr toki o'tkazilsa, u holda ionlar elektrodlarga: Na^+ kationlari – katodga, Cl^- anionlari – anodga tomon harakatlanadi. Na^+ ionlari katodga yetgandan keyin undan elektronlar oladi va qaytariladi:



Xlorid ionlari Cl^- esa elektronlarni anodga berib oksidlanadi:



Natijada katodda natriy metali, anodda esa xlor ajralib chiqadi.



Ko'pincha elektrolitlar suyuqlantirilgan holda elektroliz qilinadi. NaCl singari elektrolitlar suyuqlantirilganda ionli kristall panjaralari buziladi. Hosil bo'lgan suyuqlamma tartibsiz harakat qiluvchi ionlardan iborat bo'ladi.

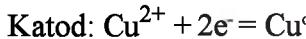
Eritma elektrolizini o'tkazish uchun dastlab eritma tayyorlab olinadi so'ng elektroliz jarayoni amalga oshiriladi.

Eritma elektrolizida ishqor, kislota va tuzlarning suvdagi eritmasi orqali elektr toki o'tkaziladi.

Kimyoda suvli eritmalarni ya'ni erituvchi sifatida suv olingan eritmalarni elektrolizi katta ahamiyatga ega.

Suvli eritmalar elektrolizi. Biz suvli eritmalar elektrolizida elektrodlarda sodir bo'ladigan jarayonlar haqida so'z yuritamiz. Suvli eritmalar elektrolizida elektrolitning ionlaridan tashqari reaksiyalarda vodorod ionlari yoki gidroksidlar ham ishtirok etishi mumkin. Bu ionlar suvning dissotsiyalanishi natijasida hosil bo'ladi. Hosil bo'layotgan ionlar tegishli elektrod-larga tomon harakatlanadi. Katodga elektrolitning kationlari bilan vodorod-(H⁺), anodga elektrolitning anionlari bilan gidroksid ionlari (OH⁻) tortilaveradi.

Yuqorida mis (II)-xloridning suvdagi eritmasi elektrolizi suvli eritma elektroliziga misol bo'ladi. Eritmadagi Cu²⁺ va Cl⁻ ionlari tegishli elektrod-larga tomon yo'naladi va ularda quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi:



Eritma elektrolizida katodda har doim ham metall atomi ajralmaydi. Metall atomi o'rниga H₂ gaz holatda ajralishi ham mumkin. Katodda metall yoki vodorod ajralishini aniqlash uchun rus olimi N.N. Beketov tomonidan taklif etilgan metallarning aktivlik qatoridan foydalanamiz.

Li, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Bu qatorda vodorodni ham ko'rishimiz mumkin. Bu qatorda metallarning aktivligi vodorodga nisbatan olingan. Vodoroddan o'ng tomonda joylashgan metallar passiv metallar hisoblanadi. Vodoroddan chap tomonda joylashgan metallar vodoroddan aktiv hisoblanib, reaksiyada vodorodni o'rmini egallashi mumkin. Vodoroddan chap tomonda turgan metallar ham o'z navbatida 2 guruhga bo'linadi: aktiv va o'rtacha aktiv metallar.

Li, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H₂, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Aktiv metallar

O'rtacha aktiv metallar

Passiv metallar

Shunday qilib, bu qatordagi metallarni aktivligiga ko'ra 3 guruhga bo'lishimiz mumkin:

1. Aktiv metallar (Li dan Al gacha);
2. O'rtacha aktiv metallar (Al dan H₂ gacha);
3. Passiv metallar (H₂ dan o'ngda joylashgan metallar).

Metallarning aktivlik qatoridagi metallarni 3 guruhga bo'lish elektroliz jarayonida muhim ahamiyatga ega. Qaysi metall tuzining yoki asosining eritmasi elektroliz jarayonida ishtirok etayotganiga qarab elektroliz jarayonida katodda qanday modda hosil bo'lishini aniqlash mumkin.

1. Aktiv metallning tuzlari eritmalarini elektroliz qilinsa, katodda vodorod ajraladi.

2. O'rtacha aktiv metallar elektroliz jarayonida qatnashsa, katodda metall va vodorod ajraladi.

3. Passiv metallar elektroliz jarayonida qatnashsa, katodda metall ajraladi.

Elektroliz reaksiyalarida anodda qandda modda hosil bo'lishini ham oldindan aniqlash mumkin. Buning uchun reaksiyada ishtirok etayotdan anionga qaraladi. Anion sifatida ko'pincha kislota qoldig'i olinadi. Kislotalar mavzusidan bizga ma'lumki, kislotalarni tarkibida kislorod atomi bor yoki yo'qligiga ko'ra 2 guruhga ajratish mumkin.

1. Kislorodli kislotalar: H_2SO_4 , H_3PO_4 , HNO_2 , $HClO$ va h.k.

2. Kislorodsiz kislotalar: HCl , HBr , HI , H_2S , HF va h.k.

Tarkibida kislorodli kislota qoldig'i yoki ftorid (F^-) anioni saqlagan tuz eritmasi elektroliz qilinganda, anodda suv molekulalari oksidlanib kislorod moddasi ajralib chiqadi.

Agar elektroliz reaksiyasida kislorodsiz kislota qoldig'ini (ftorid anionidan (F^-) tashqari) saqlagan modda ishtirok etayotgan bo'lsa, bu elektroliz reaksiyasida anodda kislota qoldig'i tarkibidagi metallmas molekulasi ajraladi. Masalan, xlorid ionidan (Cl^-) xlor molekulasi (Cl_2); bromid ionidan (Br^-) brom molekulasi (Br_2); yodid ionidan (I^-) yod molekulasi (I_2); sulfid ionidan (S^{2-}) oltingugurt molekulasi (S).

Yuqoridagi ma'lumotlarni bilgan holda eritma elektrolizi reaksiyalarini 6 guruhga bo'lishimiz mumkin.

1. Aktiv metall va kislorodli kislota qoldig'idan tashkil topgan tuzlar eritmasi elektroliz qilinganda, katodda **vodorod**, anodda **kislorod ajralib chiqadi**. Ya'ni faqat suv elektrolizga uchraydi. Natijada tuzning konsentratsiyasi ortadi (svuning miqdori kamayganligi hisobiga):



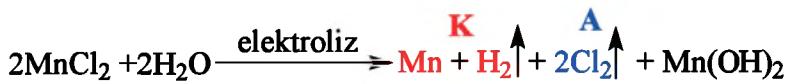
2. Aktiv metall va kislorodsiz kislota qoldig'idan tashkil topgan tuzlar eritmasi elektroliz qilinganda, katodda **vodorod**, anodda **metallmas ajralib chiqadi** va eritmada ishqor hosil bo'ladi:



3. O'rtacha aktiv metall va kislorodli kislota qoldig'idan tashkil topgan tuzlar eritmasi elektroliz qilinganda, katodda **metall va vodorod**, anodda esa **kislorod ajralib chiqadi** hamda kislota hosil bo'ladi:



4. O'rtacha aktiv metall va kislorodsiz kislota qoldig'idan tashkil topgan tuzlar eritmasi elektroliz qilinganda, katodda **metall va vodorod**, anodda esa **metallmas ajralib chiqadi** hamda asos hosil bo'ladi:



5. Passiv metall va kislородли кислота qoldиг‘идан ташкил топган тузлар еритмаси elektroliz qilinganda, katodda metall, anodda esa kislород ajralib chiqadi hamda kislota hosil bo‘ladi:



6. Passiv metall va kislородсиз kislota qoldиг‘идан ташкил топган тузлар еритмаси elektroliz qilinganda faqat tuz elektrolizga uchraydi, suv esa o‘zgarish-siz qoladi. **Katodda metall, anodda metallmas ajralib chiqadi.**



		Li, Cs, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be	Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb	Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au
Eritma	Kislородли	$\text{MeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{MeSO}_4 + 2\text{H}_2 + \text{O}_2$	$\text{MeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Me} +$ $\text{H}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{MeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{Me} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
Suyuqlanma	Kislородсиз	$\text{MeCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{MeOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$	$\text{MeCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{MeOH} + \text{Me} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$	$\text{MeCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ $\text{Me} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
	Kislородли	$\text{MeSO}_4 \rightarrow \text{Me} + \text{O}_2 + \text{SO}_3$	$\text{MeSO}_4 \rightarrow \text{Me} +$ $\text{O}_2 + \text{SO}_3$	$\text{MeSO}_4 \rightarrow \text{Me} + \text{O}_2 + \text{SO}_3$
	Kislородсиз	$\text{MeCl} \rightarrow \text{Me} + \text{Cl}_2$	$\text{MeCl} \rightarrow \text{Me} + \text{Cl}_2$	$\text{MeCl} \rightarrow \text{Me} + \text{Cl}_2$

Elektroliz kimyo sanoatida va rangli metallurgiyada muhim ahamiyatga ega. Alyuminiy, rux, magniy va yana bir qancha metalllar elektroliz usuli bilan olinadi. Bundan tashqari elektroliz usuli bilan vodorod, xlor, kislород va boshqa metallmaslarni ham olish mumkin.

Bir metallni boshqa metall qavati bilan qoplashda ham elektroliz usulidan foydalaniladi. Masalan, buyumlarni nikellashda anod nikeldan tayyorlanadi, nikellanuvchi buyum esa katod bo'ladi. Har ikkala elektrod nikel tuzi eritmasiga tushiriladi. Elektroliz natijasida katod nikel metali bilan qoplandi. Nikel, xrom, oltin qoplama buyumlarga nafaqat chiroyli ko'rinish beradi, balki ularni kimyoviy yemirilishdan (korroziyadan) ham saqlaydi; bundan tashqari, bu usul bilan istalgan shakldagi buyumni qoplash mumkin.

Savol va topshiriqlar:

1. KCl eritmasi va suyuqlanmasini elektrolizi reaksiya tenglamasini yozing va tenglashtiring.
2. Quyidagi moddalarni eritmalarini elektroliz reaksiya tenglamalarini yozing va tenglashtiring. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_3PO_4 , NiF_2 , KOH , HCl , HClO_3 , $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$.
3. Quyidagi moddalarni suyuqlanmalarini elektroliz reaksiya tenglamalarini yozing va tenglashtiring. Li_2CO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, AlBr_3 , HI , BaO , CuSO_4 .
4. BaI_2 eritmasi elektrolizidan hosil bo'lgan eritma CuSO_4 eritmasi elektrolizidan hosil bo'lgan eritma bilan aralashtirildi. Ushbu jarayondagi baracha reaksiya tenglamalarini yozing.

32-§. Elektroliz qonunlari

Elektroliz qonunlarini ingliz olimi M.Faradey kashf etgan.

* Faradeyning 1-qonuni: Elektroliz davomida elektrodlarda ajralib chiqadigan moddaning massasi elektrolit eritmasi orqali o'tgan elektr tokining miqdoriga to'g'ri proporsional bo'ladi.

* Faradeyning 2-qonuni: Agar turli xil elektrolitlar eritmalarini orqali bir xil miqdorda elektr toki o'tkazilsa, elektrodlarda ajralib chiqadigan moddalarning massasi, shu moddaning ekvivalent og'irliliklariga to'g'ri proporsional bo'ladi.

Faradeyning qonunlariga muvofiq, bir necha elektrolit eritmasi yoki suyuqlanmasi orqali 1 F elektr toki o'tkazilsa, elektrodlarda oksidlangan yoki qaytarilgan moddalarning miqdorlari ularning ekvivalent miqdorlariga teng bo'ladi. Masalan, bir idishga AgNO_3 , ikkinchi idishga CuSO_4 , uchinchi idishga FeCl_3 eritmasi solinib, har bir idishga 1 F (farad) yoki 96500 kulon elektr toki ta'sir ettirilsa, har bir idishda katod va anodda 1 g/ekv modda hosil bo'ladi. 1 g/ekv modda necha gramm bo'lishini aniqlash uchun esa, ularning ekvivalent miqdorlarini (n_{ekv}) tegishli moddaning ekvivalent og'irliliklariga (E) ko'paytirishimiz kerak bo'ladi. Ya'ni birinchi idishda 108 g ($1 \cdot 108 = 108$) kumush va 8 ($1 \cdot 8 = 8$) g kislород, ikkinchi idishda 32 ($1 \cdot 32 = 32$) g mis va 8 g ($1 \cdot 8 = 8$) kislород, uchinchi idishda 18,66 g ($1 \cdot 18,66 = 18,66$) temir va 35,5 ($1 \cdot 35,5 = 35,5$) g xlor ajralib chiqadi. 96500 kulon faradey soni deb ataladi va F harfi bilan belgilanadi.

Faradeyning birinchi va ikkinchi qonunlari uchun quyidagi formula kelib chiqadi:

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{96500}$$

m – ajralib chiqqan moddaning massai (g);
 E – moddaning ekvivalent og‘irligi;
 t – elektroliz davom etgan vaqt (sekund);
 I – tok kuchi (Amper).

Yuqoridagi formulani quyidagicha ifodalash ham mumkin:

$$\frac{m}{96500} = \frac{E \cdot I \cdot t}{\text{_____}} \quad \Rightarrow \quad \frac{m}{E} = \frac{I \cdot t}{96500}$$

Moddaning massasini (m) uning ekvivalentiga (E) nisbati shu moddani ekvivalent miqdorini (n_{ekv}) ifodalaydi.

$$n_{ekv} = \frac{m}{E}$$

n_{ekv} – erigan moddaning ekvivalent miqdori (g/ekv);
 m – erigan moddaning massasi (g);
 E – erigan moddaning ekvivalent massasi (ekv).

Shu formulaga asosan, massani ekvivalentga nisbatini ekvivalent miqdor bilan almashtirsak, quyidagi formula hosil bo‘ladi:

$$n_{ekv} = \frac{I \cdot t}{96500}$$

1-masala. 500 g 32% li CuSO₄ eritmasidan misni to‘liq ajratib olish uchun 5 A to‘k kuchini necha sekund davomida o‘tkazish kerak?

Masalaning yechimi: CuSO₄ eritmasi elektraliz qilinganda katodda mis, anodda kislorod ajraladi:



Dastlab 500g eritmadiagi CuSO₄ ning massasini topib olamiz:

$$\frac{500\text{g}}{x} = \frac{100\% \text{ eritma}}{32\% \text{ CuSO}_4} \quad x = \frac{500 \cdot 32}{100} = 160 \text{ g CuSO}_4$$

Demak 160 g CuSO₄ to‘liq elektraliz reaksiyasiga kirishgan ekan. Endi shu massasidan foydalanim, 5 A tok kuchini qancha vaqt davomida (sekund) eritmadan o‘tkazilganini aniqlaymiz:

$$E(\text{CuSO}_4) = \frac{M_{tuz}}{n \cdot V} = \frac{160}{1 \cdot 2} = 80$$

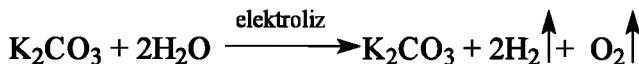
$$t = \frac{m \cdot F}{E \cdot I} = \frac{160 \cdot 96500}{80 \cdot 5} = 38600 \text{ sekund}$$

Demak, 500 g 32% li eritmadan misni to‘liq ajratib olish uchun 5 A tok kuchi 38600 sekund davomida CuSO₄ eritmasidan o‘tgan ekan.

Javob: 38600

2-masala. 500 g 23 % li K_2CO_3 eritmasidan necha amper tok kuchini 4825 minut davomida o'tkazilganda K_2CO_3 ning massa ulushi 50% ga teng bo'ladi?

Masalaning yechimi: K_2CO_3 tarkibidagi metall ya'ni kaliy aktiv metall bo'lib uning kislorodli kislota qoldig'i bilan hosil qilgan tuzlari eritmasi elektroliz qilinganda faqat suv elektrolizga uchraydi, tuz esa o'zgarishsiz qoladi:



Dastlab 500 g eritmadi K_2CO_3 ning massasini topib olamiz:

$$\begin{array}{c} 500g \\ x \end{array} \begin{array}{c} 100\% \text{ eritma} \\ 23\% K_2CO_3 \end{array} \quad x = \frac{500 \cdot 23}{100} = 115 \text{ g } K_2CO_3$$

Elektroliz jarayonida faqat suv elektrolizga uchragan, 115 g K_2CO_3 ning massasi esa o'zgarishsiz qoladi. Natijada eritmada suvning massasi kamayib, K_2CO_3 ning konsentratsiyasi oshadi. Elektrolizdan so'ng eritmada 50% tuz borligi ma'lum bo'lsa, elektrolizdan keyin hosil bo'lgan eritmaning massasini topib olamiz:

$$\begin{array}{c} x \\ 115 \text{ g } K_2CO_3 \end{array} \begin{array}{c} 100\% \text{ eritma} \\ 50\% \end{array} \quad x = \frac{115 \cdot 100}{50} = 230 \text{ g eritma}$$

Dastlabki eritma massasidan elektrolizdan so'ng hosil bo'lgan eritma massasini ayirib elektrolizga uchragan suv massasini topib olamiz:

$$500 - 230 = 270 \text{ g suv elektrolizga uchragan.}$$

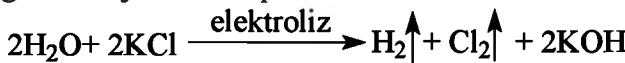
Demak, 270 g H_2O elektrolizlangan ekan. Endi shu massasidan foydalanib, 4825 minut necha amper tok eritmadan o'tkazilganini aniqlaymiz:

$$I = \frac{m \cdot F}{E \cdot t} = \frac{270 \cdot 1608,33}{9 \cdot 4825} = 10 \text{ A}$$

Javob: 10

3-masala. 250 g 8,94% li KCl eritmasidan 3 A tok kuchi 9650 sekund davomida o'tkazilganda hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini (%) toping.

Masalaning yechimi: KCl eritmasi elektroliz qilinganda katodda vodorod, anodda esa xlor gazlari ajralib chiqadi:



Dastlab 250 g eritmadi KCl ning massasini topib olamiz:

$$\begin{array}{c} 250g \\ x \end{array} \begin{array}{c} 100\% \text{ eritma} \\ 8,96\% KCl \end{array} \quad x = \frac{250 \cdot 8,96}{100} = 22,35 \text{ g } KCl$$

Endi KCl ning ekvivalent miqdorini topib olamiz:

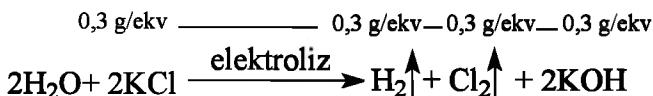
$$E(KCl) = \frac{M_{KCl}}{n \cdot V} = \frac{74,5}{1 \cdot 1} = 74,5 \quad n_{ekv} = \frac{m}{E} = \frac{22,35}{74,5} = 0,3 \text{ g/ekv}$$

Demak, dastlabki eritmada 0,3 g/ekv KCl bor bo'lgan ekan. Endi shu eritmadan o'tgan ekvivalent tok miqdorini aniqlaymiz:

$$n_{ekv} = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{9650 \cdot 3}{96500} = 0,3$$

Topilgan qiymatlardan xulosa qilib aytishimiz mumkin-ki, eritmada 0,3 g/ekv KCl bo'lgan va eritmadan 0,3 ekvivalent miqdorda tok o'tgan. Demak, KCl ning eritmasidan o'tkazilgan tok KCl ni to'liq elektrolizga uchratish uchun yetarli miqdorda bo'lgan ekan. Elektrolizdan so'ng eritmada erigan modda bo'lib KOH hisoblanadi va foiz konsentratsiya shu modda massasiga nisbatan hisoblanadi.

Elektroliz reaksiyasida 0,3 g/ekv KCl sarflangan bo'lsa, 0,3 g/ekv vodorod, 0,3 g/ekv xlor va 0,3 g/ekv KOH hosil bo'ladi (*Izoh: ekvivalent miqdor, reaksiyaga kirishgan va hosil bo'lgan moddalar uchun umumiy bo'ladi*):



Endi KOH ning massasini topib olamiz:

$$E(KOH) = \frac{M_{KOH}}{n(OH)} = \frac{56}{1} = 56$$

$$n_{ekv} = \frac{m}{E} \implies m = n_{ekv} \cdot E$$

$$m = 0,3 \cdot 56 = 16,8 \text{ g KOH}$$

Endi elektrolizdan so'ng hosil bo'lgan eritma massasini aniqlaymiz.

Buning uchun eritmadan gaz holatida chiqib ketgan vodorod va xlor massalarini topib olamiz:

$$E(H_2) = \frac{A}{V} = \frac{1}{1} = 1$$

$$m = n_{ekv} \cdot E$$

$$E(Cl_2) = \frac{A}{V} = \frac{35,5}{1} = 35,5$$

$$m = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ g } H_2$$

$$m = 0,3 \cdot 35,5 = 10,65 \text{ g } Cl_2$$

$$\left. \begin{array}{l} m = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ g } H_2 \\ m = 0,3 \cdot 35,5 = 10,65 \text{ g } Cl_2 \end{array} \right\} 10,95 \text{ g gazlar} \uparrow$$

Endi dastlabki eritma massasidan gazlar massasini ayirib elektrolizdan keyin hosil bo'lgan eritma massasini aniqlaymiz:

$$250 - 10,95 = 239,05 \text{ g eritma}$$

Eriqan modda va eritma massalari qiymatlaridan foydalanib eritmaning foiz konsentratsiyasini aniqlaymiz:

$$\boxed{C\% = \frac{m_1}{m_2} \cdot 100\%} = \frac{16,8}{239,05} \cdot 100\% = 7\%$$

Demak, elektrolizdan hosil bo'lgan eritmaning foiz konsentratsiyasi 7% bo'lgan ekan.

Javob: 7

4-masala. 31,25 g $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ tarkibli kristallogidrat 300g suvda eritildi. Hosil bo'lgan eritmada misni to'liq ajratib olish uchun 5 A tok kuchi 4825 sekund davomida o'tkazilgan bo'lsa, kristallogidrat tarkibidagi suvning miqdorini (n) toping.

Masalaning yechimi: Mis (II) sulfat elektroliz reaksiyasini yozib olamiz:



Dastlab mis sulfatni elektroliz qilish uchun sarflangan tokning ekvivalent miqdorini topib olamiz:

$$n_{ekv} = \frac{I \cdot t}{F} = \frac{4825 \cdot 5}{96500} = 0,25$$

Ushbu 0,25 ekvivalent miqdor tok faqat misni ajratib olish uchun sarflangan, ya'ni shu tok faqat mis sulfat uchun sarflangan.

Endi topilgan ekvivalent miqdordan foydalanib uning massasini aniqlab olamiz:

$$E(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4)}{n \cdot V} = \frac{160}{1 \cdot 2} = 80$$

$$m = n_{ekv} \cdot E$$

$$m = 0,25 \cdot 80 = 20 \text{ g CuSO}_4$$

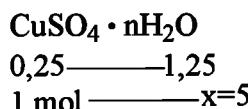
Endi kristallgidrat massasidan mis (II) sulfat massasini ayirib kristallgidrat tarkibidagi suvning massasini topib olamiz:

$$31,25 - 20 = 11,25 \text{ g H}_2\text{O kristallogidrat tarkibida bor bo'lgan.}$$

Endi suvning ekvivalent miqdorini topib olamiz:

$$n_{\text{ekv}} = \frac{m}{E} = \frac{11,25}{9} = 1,25 \text{ g/ekv}$$

Demak, kristallogidrat tarkibida 0,25 g/ekv CuSO_4 ga 1,25 g/ekv suv to‘g‘ri kelgan bo‘lsa, 1 mol CuSO_4 ga necha mol suv to‘g‘ri kelishini aniqlaymiz:



Demak, kristallogidrat tarkibidagi suvning miqdori (n) 5 mol ga teng bo‘lgan ekan.

Javob: 5

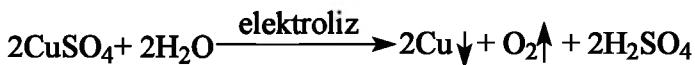
Savol va topshiriqlar:

1. 607 g 10 % li AuCl_3 eritmasidan oltinni to‘liq ajratib olish uchun 4 A tok kuchini necha sekund davomida o‘tkazish kerak?
2. 500 g 17 % li AgNO_3 eritmasidan kumushni to‘liq ajratib olish uchun 2 A to‘k kuchini necha sekund davomida o‘tkazish kerak?
3. 600 g 30 % li Na_2CO_3 eritmasidan necha amper tok kuchini 96500 sekund davomida o‘tkazilganda Na_2CO_3 ning massa ulushi 35,3 % ga teng bo‘ladi?
4. 580 g 10 % li K_2SO_4 eritmasidan necha amper tok kuchini 53,61 soat davomida o‘tkazilganda K_2SO_4 ning massa ulushi 14,5 % ga teng bo‘ladi?
5. 250 g 5,85 % li NaCl eritmasidan 5 A tok kuchi 4825 sekund davomida o‘tkazilganda hosil bo‘lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.
6. 200 g 33,2 % li KJ eritmasidan 4 A tok kuchi 9650 sekund davomida o‘tkazilganda hosil bo‘lgan eritmaning foiz konsentratsiyasini toping.
7. 22,3 g $\text{MnSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ tarkibli kristallogidrat 500 g suvda eritildi. Hosil bo‘lgan eritmadan marganesni to‘liq ajratib olish uchun 2 A tok kuchi 9650 sekund davomida o‘tkazilgan bo‘lsa, kristallogidrat tarkibidagi suvning miqdorini (n) toping.
8. 70,4 g $\text{CdSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ tarkibli kristallogidrat 350g suvda eritildi. Hosil bo‘lgan eritmadan kadmiyni to‘liq ajratib olish uchun 8 A tok kuchi 4825 sekund davomida o‘tkazilgan bo‘lsa, kristallogidrat tarkibidagi suvning miqdorini (n) toping.

33-§. Elektroliz mavzusiga doir masalalar va ularning yechimi

1-masala. Birinchi elektrolizyorda 1 mol, ikkinchi elektrolizyorda 2 mol mis (II) sulfat bo‘lgan eritmalar orqali 4 faradey tok o‘tganda katodlarda hosil bo‘lgan moddalar massalarini (g) da aniqlang.

Masalaning yechimi: 1) Dastlab elektroliz tenglamasi yoziladi:



Masalani yechishda Faradeyning (II) – qonunidan foydalaniladi.

2) 1 – elektrolizyor uchun 1 mol tuz borligi uchun unga 2 Faradey tok sarflandi, qolgan 2 Faradey tok esa shu eritmadi suv elektrolizi uchun sarf bo‘ladi. Shunga asoslanib, 1-elektrolizyor katodidagi H_2 va Cu massalari topiladi.

$$\begin{aligned} 2 \cdot 1 &= 2 \text{ g H}_2 & 2 \cdot 32 &= 64 \text{ g Cu} \\ 64 + 2 &= 66 \text{ g modda ajralgan} \end{aligned}$$

3) 2 – elektrolizorda 2 mol tuz bo‘lganligi uchun unga 4 Faradey tok to‘liq sarf bo‘lib ketadi. Demak, suv elektrolizi uchun tok yetishmaydi, bunda tok faqat Cu ajralishi uchun sarflanadi.

$$2 - \text{elektrolizorda: } 4 \cdot 32 = 128 \text{ g Cu ajraldi}$$

Javob: 1-elektrolizorda 66 g; 2 – elektrolizorda 128 g.

2 – masala. 458,7 g suvda 73,3 g Na_2SO_4 va CdSO_4 aralashmasi eritildi. Kadmiyni batamom ajratib olish uchun eritmagan 2 A kuchga ega bo‘lgan tok 24125 sekund davomida o‘tkazilgan bo‘lsa, aralashmadagi tuzlarning massalarini toping.

Masalaning yechimi: 1) Elektroliz tenglamasi yoziladi:



2) Elektrokimiyoviy ekvivalent mol topiladi:

$$N = \frac{Q}{F} = \frac{24125 \cdot 2}{96500} = 0,5 \quad Q = It$$

3) Bundan Cd ning massasi topiladi: $m = E \cdot N = 56 \text{ ekv} \cdot 0,5 = 28$

4) Cd massasidan CdSO_4 topiladi

$$\begin{array}{rcl} 208 \text{ g CdSO}_4 & \xrightarrow{x} & 112 \text{ g Cd} \\ & \xrightarrow{x} & 28 \text{ g Cd} \end{array} \quad x = \frac{28 \cdot 208}{112} = 52 \text{ g CdSO}_4$$

5) Umumiy massa 73,3 g bo‘lganligi uchun Na_2SO_4 massasi: $m = 73,3 - 52 = 21,3 \text{ g ekanligi kelib chiqadi.}$

Javob: 52 g CdSO_4 ; 21,3 g Na_2SO_4

3 – masala. 200 ml 0,1 M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ va 300 ml 0,1 M AgNO_3 eritmalarining aralashmasi 4 A tok kuchi bilan 965 sekund davomida elektroliz qilindi. Elektroliz tugagandan keyin eritmadi suvning massasini (g) toping.

Masalaning yechimi: 1) Reaksiya tenglamalari yoziladi:



2) Dastlab molyar konsentratsiyani topish formulasidan tuzlarning massalari aniqlanadi.

$$m = \frac{C_M \cdot M \cdot V}{1000} = \frac{0,1 \cdot 188 \cdot 200}{1000} = 3,76 \text{ g Cu}(\text{NO}_3)_2$$

$$m = \frac{C_M \cdot M \cdot V}{1000} = \frac{0,1 \cdot 170 \cdot 300}{1000} = 5,1 \text{ g AgNO}_3$$

3) Beketov qatorida Ag, Cu dan keyin turganligi uchun dastlab kumushga ketgan tok kuchi aniqlanadi:

$$I = \frac{m \cdot F}{E \cdot t} = \frac{5,1 \cdot 96500}{170 \cdot 965} = 3 \text{ A}$$

Demak, Ag ajralib chiqishi uchun 2 A tok ketgan bo'lsa, Cu chiqishi uchun: $4A - 3A = 1A$ tok kuchi qoladi.

$$m = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{94 \cdot 1 \cdot 195}{96500} = 0,94 \text{ g Cu}$$

Dastlabki Cu (NO_3)₂ dan elektrolizga uchragan tuz massasi ayirilsa, qolgan tuzning massasi kelib chiqadi:

$$3,76 - 0,94 = 2,82 \text{ g Cu}(\text{NO}_3)_2$$

Javob: 2,82g Cu (NO_3)₂

4 – masala. Cu(NO_3)₂ 600g 12 % li eritmasi elektroliz qilinganda anoda 29,55 litr (0°C, 101,3 kPa) gaz ajraldi. Elektrolizdan so'ng eritmadiagi modda massa ulushini (%) da aniqlang.

Masalaning yechimi: 1) Tuzlarning massalari topiladi:

$$m (\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 600 \cdot 0,12 = 72 \text{ g}$$

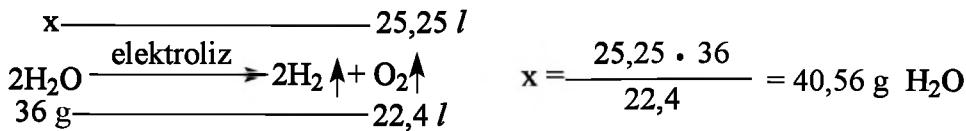
2) 72g tuzdan qancha hajm O₂ ajralganligi topiladi:



$$x = \frac{72 \cdot 22,4}{376} = 4,3 \text{ l O}_2$$

Anodda 29,55 litr gaz ajralganligiga asoslanib, 29,55 litr - 4,3 litr = 25,25 litr suvdan ajralgan O₂ deb qabul qilinadi.

3) Bundan elektrolizga uchragan suv massasini topamiz:



4) Qolgan eritmaning og'irligi aniqlanadi. Buning uchun, reaksiya tenglamasidan katod va anodda ajralgan modda massalari topiladi.



$$x_1 = \frac{72 \cdot 128}{376} = 24,5 \text{ g Cu}$$

$$x_2 = \frac{72 \cdot 32}{376} = 6,13 \text{ g O}_2$$

$$x_3 = \frac{72 \cdot 252}{376} = 48,25 \text{ g HNO}_3$$

5) Endi eritmaning massasini topamiz:

$$m(\text{eritma}) = 600 - (24,5 + 6,13 + 40,58) = 528,79 \text{ g}$$

6) Topilgan kislota konsentratsiyasini (%) da aniqlaymiz:

$$C\% = \frac{48,25}{528,79} \cdot 100\% = 9,12\%$$

Javob: 9,12%

5 – masala. Tarkibida Cu (NO₃)₂ va AgNO₃ bo‘lgan 100 ml eritmani 4825 sek. davomida 0,8 A tok kuchi bilan elektroliz qilinganda har ikki metall dan hammasi bo‘lib, 2,04 g ajralib chiqdi. Boshlang‘ich aralashmadagi tuzlarning konsentratsiyasini (mol/l) da aniqlang.

Masalaning yechimi: 1) Dastlab metallarning massalarini Faradeyning qonuniga binoan formuladan topiladi:

$$m(Cu(NO_3)_2) = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{32 \cdot 0,8 \cdot 4825}{96500} = 1,28 \text{ g Cu}$$

$$m(AgNO_3) = \frac{E \cdot I \cdot t}{F} = \frac{108 \cdot 0,8 \cdot 4825}{96500} = 4,32 \text{ g Ag}$$

2) Aniqlangan massalardan foydalaniб, bizga berilgan aralashmadagi metallar massalarini “diagonal” usuli bilan topiladi:

Ag 4,32 g	0,76 g	1	x=25%
	2,04 g	+	
Cu 1,28 g	2,28 g	3	x=75%
		4	100

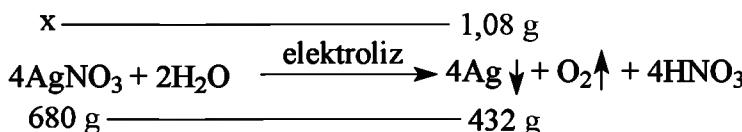
$$m = 1,28 \cdot 0,75 = 0,96 \text{ g Cu}$$

$$m = 4,32 \cdot 0,25 = 1,08 \text{ g Ag}$$

3) Aralashmadagi aniqlangan metallarning massalaridan foydalaniб, tuzlarning massalarini aniqlaymiz:



$$x = \frac{376 \cdot 0,96}{128} = 2,82 \text{ g}$$



$$x = \frac{680 \cdot 1,08}{432} = 1,7\text{g}$$

4) Tuz eritmalarining molyarligi topiladi

$$C_M = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V} = \frac{1,7 \cdot 1000}{170 \cdot 100} = 0,1 \text{ M AgNO}_3$$

$$C_M = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V} = \frac{2,82 \cdot 1000}{188 \cdot 100} = 0,15 \text{ M Cu(NO}_3)_2$$

Javob: 0,1 M AgNO₃; 0,15 M Cu(NO₃)₂

Savol va topshiriqlar:

1. Birinchi elektrolizyorda 2 mol, ikkinchi elektrolizyorda 3 mol mis(II) sulfat bo'lgan eritmalar orqali 6 faradey tok o'tganda katidlarda hosil bo'lgan moddalar massalarini (g) (mos ravishda) aniqlang.

2. Birinchi elektrolizyorda 2 mol, ikkinchi elektrolizyorda 4 mol kumush nitrat bo'lgan eritmalar orqali 4 faradey tok o'tganda katidlarda hosil bo'lgan moddalar massalarini (g) (mos ravishda) aniqlang.

3. 393 g suvda 107 g K₂SO₄ va CuSO₄ aralashmasi eritildi. Misni batamom ajratib olish uchun eritmadan 5 A kuchga ega bo'lgan tok 4825 sekund davomida o'tkazilgan bo'lsa, aralashmadagi tuzlarning massalarini (mos ravishda) toping.

4. 531,25 g suvda 68,75 g Na₂SO₄ va AgNO₃ aralashmasi eritildi. Kumushni batamom ajratib olish uchun eritmadan 3 A kuchga ega bo'lgan tok 9650 sekund davomida o'tkazilgan bo'lsa, aralashmadagi tuzlarning massalarini (mos ravishda) toping.

5. 500 ml 0,1 M Cd(NO₃)₂ va 200 ml 0,5 M AgNO₃ eritmalarining aralashmasi 5 A tok kuchi bilan 2895 sekund davomida elektroliz qilindi. Elektroliz tugagandan keyin eritmadagi tuzning massasini (g) toping.

6. Cu (NO₃)₂ 800g 10 % li eritmasi elektroliz qilinganda anodda 33,6 litr (0°C, 101,3 kPa) gaz ajraldi. Elektrolizdan so'ng eritmadagi modda massa ulushini (%) da aniqlang.

7. AgNO₃ 500g 17 % li eritmasi elektroliz qilinganda anodda 25,2 litr (0°C, 101,3 kPa) gaz ajraldi. Elektrolizdan so'ng eritmadagi modda massa ulushini (%) da aniqlang.

8. Tarkibida CdSO₄ va AgNO₃ bo'lgan 500 ml eritmani 15440 sek. davomida 5 A tok kuchi bilan elektroliz qilinganda har ikki metalldan hammasi bo'lib, 70,8 g ajralib chiqdi. Boshlang'ich aralashmadagi tuzlarning (mos ravishda) konsentratsiyasini (mol/l) da aniqlang.

Mavzuga doir masalalarining javoblari

1- § Atom tuzilishi: 1) A; 2) A; 3) C; 4) A; 5) A; 6) D; 7) D;

2-§. Davriy qonun. D.I. Mendeleyevning davriy sistemasi: 1) D; 2) A;

3) A; 4) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8$; 1,5 5) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$; 1,5 6) C; 7) A.

3- §. Atom tarkibi. Yadro reaksiyalari: 1) D; 2) B; 3) C; 4) D;

5) D; 6) A; 7) B; 8) A.

4-§. Kimyoviy bog'lanish turlari. Kristall panjaralar: 1) B; 2) B;

3) C; 4) B; 5) D; 6) B; 7) C; 8) B.

5-§. Modda miqdori: 1) 140 g; 2) 284 g; 3) 2 mol; 4) 10 mol;

5) 0,1 mol; 6) 0,2 mol; 7) $10,63 \cdot 10^{-23}$; 8) $3,82 \cdot 10^{-23}$.

6-§. Avogadro qonuni. Gazlar aralashmasi: 1) 5,6; 2) 10; 3) 3,5;

4) $3,01 \cdot 10^{23}$; 5) $15,05 \cdot 10^{22}$; 6) $24,08 \cdot 10^{23}$; 7) $45,15 \cdot 10^{22}$; 8) 8; 9) 10;

10) 9; 11) 8; 12) 14,2; 13) 133,5.

7-§ Ekvivalent: 1) 80; 127; 13,07; 47; 17; 41; 60; 122,5; 59,75; 51,67;

2) 7; 4,67; 3,5; 3) 28; 4) 32,67; 5) HNO₃; 6) 34,33; 7) 32; 8) 12.

8-§ Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi: 1) $24,08 \cdot 10^{23}$; 2) $4,515 \cdot 10^{23}$;

3) $48,16 \cdot 10^{23}$; 4) $72,24 \cdot 10^{23}$; 5) 11,2; 6) 5; 7) 100,7; 8) 123,9; 9) 34,3;

10) 284,5; 11) 16; 12) 20; 13) 342,7.

9 § Kuchli va kuchsiz elektrolitlar haqida tushuncha: 1) 15ta; 3) D;

4) D; 5) A; 6) A; 7) D.

10-§. Dissotsiatsiyalanish darajasi. Qisqa va to'liq ionli tenglamalar:

1) $24,08 \cdot 10^{20}$; 2) 240; 3) 30; 4) $9,03 \cdot 10^{19}$; 5) $6,02 \cdot 10^{21}$.

11-§ Tuzlarning gidrolizi va undagi eritma muhiti: 1) C; 2) A; 3) A; 4) D;

5) B; 6) D; 7) C; 8) C; 9) A; 10) B.

12-§. Eritma haqida tushuncha: 1) A; 2) B; 3) A; 4) B; 5) C; 6) A.

13-§. Eruvchanlik: 1) A; 2) B; 3) B; 4) A; 5) C; 6) C;

7) C; 8) B; 9) A.

14-§. Eruvchanlik mavzusiga doir masalalar va ularning yechimi:

1) 88; 2) 37; 3) 204; 4) 57,6; 5) 300; 6) 240; 7) 42,5; 8) 64;

9) 110; 10) 76.

15-§. Eritma konsentratsiyasi va uni ifodalash usullari. Foiz konsentratsiya: 1) 20; 2) 10; 3) 108; 4) 320; 5) 50; 6) 120; 7) 25; 225;

8) 22,5; 127,5; 9) 17,75; 10) 20.

16-§. Foiz konsentratsiya mavzusiga doir masalalar va ularning yechimi: 1) 18,67; 2) 24,6; 3) 40,9; 4) 2,28; 5) 55,5; 6) 53,62; 7) 16;

8) 33,75; 9) 2,5; 10) 7,75.

17-§. Foiz konsentratsiya, eritma massasi, hajmi va zichligi orasidagi bog'lanish: 1) 23,8%; 2) 38,28%; 3) 62,5%; 4) 40,5%.

18-§. Molyar konsentratsiya: 1) 2,5 M; 2) 1 M; 3) 70,2 g; 4) 42,6 g;
5) 3,75; 6) 6,67; 7) 0,4; 8) 0,8.

19-§. Normal konsentratsiya: 1) 0,209; 2) 0,8; 3) 0,1; 4) 0,5 N; 5) 2 N; 6) 2; 7) 8; 8) 0,8; 9) 0,4.

20-§. Foiz va molyar konsentratsiya o'rtasidagi bog'lanish: 1) 5; 2) 5; 3) 20; 4) 5; 5) 1,25; 6) 1,2; 7) H_2SO_4 ; H_3PO_4 ; 8) NaOH.

21-§. Foiz va normal konsentratsiya o'rtasidagi bog'lanish: 1) 15; 2) 20; 3) 3,9; 4) 6,76; 5) 15 N; 6) 10 N; 7) 1; 8) 1,5.

22-§. Reaksiya tezligi haqida tushuncha: 1) 2 mol/litr·min; 2) 0,2 mol/litr·min; 3) 2 mol/litr·sek; 4) 0,3 mol/litr·sek; 5) 12 mol/litr·min; 6) 1,25 mol/litr·min; 7) 3 mol/litr·min; 8) 0,8 mol/litr·min.

23-§. Reaksiya tezligiga bosim, hajm va temperaturaning ta'siri.

Katalizator haqida tushuncha: 1) 22,5 mol/litr·min; 2) 81 mol/litr·min; 3) 8 mol/litr·min; 4) 0,2 mol/litr·min; 5) 32 marta; 6) 64 marta.

24-§. Tezlik mavzusi bo'yicha masalalar va ularning yechimlari: 1) 6 mol/litr·min; 2) 3,5 minut; 3) 2 litr; 4) 5 litr; 5) 135.

25-§. Qaytar va qaytmas reaksiyalar. Kimyoviy muvozanat: 1) 1; 2) 2,5; 3) 9,6; 4) 0,2; 5) 2; 6) 0,675.

26-§. Kimyoviy muvozanat va unga ta'sir etuvchi omillar: 1) A; 2) B; 3) D; 4) A; 5) D; 6) D; 7) D; 8) C; 9) C.

27-§. Kimyoviy muvozanat mavzusiga oid masalalar va ularning yechimi: 1) C; 2) C; 3) B; 4) B; 5) B; 6) 2,25 mol/litr; 7) 3 mol/litr; 8) 0,9 mol/litr N_2 va 1,3 mol/litr H_2 .

28-§ Oksidlanish qaytarilish reaksiyalarini yarim reaksiya usuli bilan tenglashtirish: 1) C; 2) A; 3) D; 4) B; 5) D; 6) A.

29-§ Oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarini eritma muhitiga bog'liqligi: 1) B; 2) A; 3) C; 4) B; 5) C; 6) D.

30-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida moddalarning ekvivalent og'irliklarini aniqlash: 1) 31, 6; 23, 5; 49; 17; 2) 63; 8; 65, 3; 17; 3) 117,6; 4) 14; 5) 2,34; 6) 15,8;

32-§. Elektroliz qonunlari: 1) 14475; 2) 24125; 3) 10; 4) 10; 5) 4, 15; 6) 15; 7) 4; 8) 8.

33-§. Elektroliz mavzusiga doir masalalar va ularning yechimi: 1) 130; 192; 2) 218; 432; 3) 87; 20; 4) 17,75; 51; 5) 5,9; 6) 6,9; 7) 7,75; 8) 0,3; 1.

Mundarija

1-BOB. Atom va molekulalarning tuzilishi haqida tushunchalar. Davriy qonun

1- § Atom tuzilishi	4
2-§. Davriy qonun. D.I. Mendeleyevning davriy sistemasi	11
3- §. Atom tarkibi. Yadro reaksiyalari	16
4-§. Kimyoviy bog‘lanish turlari. Kristall panjaralar	23

2-BOB. Modda miqdori

5-§. Modda miqdori	31
6-§. Avogadro qonuni. Gazlar aralashmasi	34
7-§ Ekvivalent	39
8-§ Mendeleyev-Klapeyron tenglamasi	45

3-BOB. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar. Dissotsiyalanish. Gidroliz

9 - §. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar haqida tushuncha	51
10-§. Dissotsiatsiyalanish darajasi. Qisqa va to‘liq ionli tenglamalar	54
11-§. Tuzlarning gidrolizi va undagi eritma muhitni	58

4-BOB. Eritma.

12-§. Eritma haqida tushuncha	62
13-§. Eruvchanlik	65
14-§. Eruvchanlik mavzusiga doir masalalar va ularning yechimi	70
15-§. Eritma konsentratsiyasi va uni ifodalash usullari. Foiz konsentratsiya	73
16-§. Foiz konsentratsiya mavzusiga doir masalalar va ularning yechimi	77
17-§. Foiz konsentratsiya, eritma massasi, hajmi va zichligi orasidagi bog‘lanish	84
18-§. Molyar konsentratsiya	85
19-§. Normal konsentratsiya	88
20-§. Foiz va molyar konsentratsiya o‘rtasidagi bog‘lanish	92
21-§. Foiz va normal konsentratsiya o‘rtasidagi bog‘lanish	94

5-BOB. Reaksiya tezligi

22-§. Reaksiya tezligi haqida tushuncha	98
23-§. Reaksiya tezligiga bosim, hajm va haroratning ta’siri. Katalizator haqida tushuncha	104
24-§. Tezlik mavzusi bo‘yicha masalalar va ularning yechimlari	109

6-BOB. Kimyoviy muvozanat

25-§. Qaytar va qaytmas reaksiyalar. Kimyoviy muvozanat	112
26-§. Kimyoviy muvozanat va unga ta'sir etuvchi omillar.....	116
27-§. Kimyoviy muvozanat mavzusiga oid masalalar va ularning yechimi	121

7-BOB. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyaları

28-§. Oksidlanish qaytarilish reaksiyalarini yarim reaksiya usuli bilan tenglashdirish.....	127
29-§. Oksidlanish va qaytarilish reaksiyalarini eritma muhitiga bog'liqligi	132
30-§. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida moddalarning ekvivalent og'irliklarini aniqlash.....	135

8-BOB. Elektroliz

31-§. Elektroliz tushunchasi. Eritma va suyuqlanma elektrolizi	139
32-§. Elektroliz qonunlari	144
33-§. Elektroliz mavzusiga doir masalalar va ularning yechimi.....	149

**MASHARIPOV SOBIRJON, MUTALIBOV ABDUG‘AFFOR.
MURODOV ESHONQUL. ISLOMOVA HALIMA.**

UMUMIY KIMYO

11-sinf uchun darslik

1-nashri

*Muharrir G. Shoisayeva
Badiiy muharrir Sh. Mirsayozov
Texnik muharrir X. Hasanova
Musahhih D. To'ychiyeva
Kompyuterda sahifalovchi U. Valijonova*

Nashriyot litsenziya raqami AI.№ 290. 04.11.2016.
2018-yil 25-mayda bosishga ruxsat etildi.
Bichimi 70x100¹/₁₆. Timesn New Roman garnitura.
Ofset bosma. 13 shartli bosma toboq. 12,6 nashr tobog‘i.
Adadi 432771 nusxa. 277-raqamli buyurtma.

O‘zbekiston Matbuot va axborot agentligining
G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyida chop etildi
Toshkent, 100129. Labzak ko‘chasi, 86.

Ijaraga beriladigan darslik holatini ko'rsatuvchi jadval

T/r.	O'quvchining ismi va familiyasi	O'quv yili	Darslikning olingan-dagi holati	Sinf rahbarining imzosi	Darslikning topshiril-gandagi holati	Sinf rahbarining imzosi
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Darslik ijara berilib, o'quv yili yakunida qaytarib olinganda yuqoridagi jadval sinf rahbari tomonidan quyidagi baholash mezonlariga asosan to'ldiriladi:

Yangi	Darslikning birinchi marotaba foydalanishga berilgandagi holati.
Yaxshi	Muqova butun, darslikning asosiy qismidan ajralmagan. Barcha varaqlari mavjud, yirtilmagan, ko'chmagan, betlarida yozuv va chiziqlar yo'q.
Qoniqarli	Muqova ezilgan, birmuncha chizilib, chetlari yedirilgan, darslikning asosiy qismidan ajralish holati bor, foydalanuvchi tomonidan qoniqarli ta'mirlangan. Ko'chgan varaqlari qayta ta'mirlangan, ayrim betlariga chizilgan.
Qoniqarsiz	Muqova chizilgan, yirtilgan, asosiy qismidan ajralgan yoki butunlay yo'q, qoniqarsiz ta'mirlangan. Betlari yirtilgan, varaqlari yetishmaydi, chizib, bo'yab tashlangan. Darslikni tiklab bo'lmaydi.