

Ә. Шолақтегі



ЖАЛПЫ ХИМИЯДАН ЕСЕПТЕР ШЫҒАРУ ҮЛГІЛЕРІ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕР ЖИНАҒЫ



Ә. Шолақтегі

54
151-78

е
п
й
е
ң
у
ң
е
ң
м
у
л,
ы
ін
қа
ға
ің
ін
і.

**ЖАЛПЫ ХИМИЯДАН ЕСЕПТЕР
ШЫҒАРУ ҮЛГІЛЕРІ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕР
ЖИНАҒЫ**



ЗВЕРО

Алматы 2016

УДК 54(06;543 8)

ББК 24.1 я 7

Ш-78

Рецензенттер:

Маймақов Т.П – «ҰНАТ-ВУЗ» - дың профессоры, х.ғ.д.

Амреев Р.А. – М.Х. Дулати атындағы ТарМУ «Химия»
кафедрасының меңгерушісі, х.ғ.д., профессор

Ш- 78 Ә. Шолақтегі. Жалпы химиядан есептер шығару үлгілері және
есептер жинағы. Алматы: «Эверо», 2016. -116 б.

ISBN 9965-668-62-0

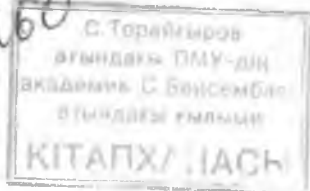
Оқу құралында жалпы химиядан есептер шығару үлгілері және
есептер жинағы берілген.

Оқу құралы жоғары оқу орнында оқитын білімгерлерге
арналған. Колледжде оқитын білімгерлер және оқуға түсетін
талапкерлерге де пайдалы.

УДК 54.06; 543

ББК 24.1 я 7

408260



ISBN 9965-668-62-0

© Ә. Шолақтегі, 2016

© Эверо, 2016

АЛҒЫ СӨЗ

Химия заттардың құрылысын, құрамын, қасиеттерін және бір-біріне нұсқа заңдылықтарын қарастыратын ілім. Оның ішінде "Жалпы химия" басқа химиялық пәндердің барлығының негізі болып табылады. "Жалпы химия" пәнін жете түсіну басқа пәндерді оңай игеруге себепті тигізеді.

Білімгерлердің талдай білу, ойлау деңгейін арттыруда және теориялық материалдарды жете түсінуде химиялық есептерді шығарудың маңызы өте зор. Сондықтан білімгерлердің есеп-шығару тәсілдерін өздігінен үйреніп машықтануға арналған оқу құралының қажеттілігі сөзсіз.

Оқу құралында келтірілген есеп шығару үлгілерінде қысқартылған жүйенің физикалық көрсеткіштері және олардың өлшемдері (С.и) пайдаланылған.

Оқу құралының басында химияның негізгі заңдары, атом құрылысы, химиялық байланыс, химиялық процестердің жүру шарттары, ерітінділер, тотығу-тотықсыздану реакциялары, электрохимиялық процестер және кешенді қосылыстар тақырыптары қамтылған.

Әр тақырыптың алдында тақырыпты қайталап еске түсіру үшін қысқаша теориялық кіріспе, есеп шығару үлгісі және өзіндік жұмысқа арналған есептер келтірілген. Есеп шығаруға қажетті кейбір анықтама материалдар қосымшада берілген.

Ұсынылып отырған оқу құралы жоғарғы оқу орындарының білімгерлеріне арналған. Сонымен қатар колледжде оқитын білімгерлерге және оқуға түсетін талапкерлерге де пайдасын тигізеді.

**ФИЗИКАЛЫҚ ШАМАЛАРДЫҢ АТАУЫ ЖӘНЕ
ӨЛШЕМІ.
НЕГІЗГІ ШАРТТЫ БЕЛГІСІ**

№	Аталуы	Белгісі	Өлшемі
1	Уақыт	τ	С
2	Түзілген заттың шығымы	y	(өлшемсіз шама)
3	Қысым	p	Па, аты
4	Зат мөлшері	n	Моль
5	Зат мөлшерінің эквиваленті	$n_э$	Моль
6	Жылу мөлшері	Q	Дж, кал.
7	Масса	m	Кг, г
8	Массалық үлес	W	өлшемсіз шама
9	Мольдік үлес	N	өлшемсіз шама
10	Молярлық масса	M	г/моль
11	Молярлық массаның эквиваленті	$M_э$	г/моль
12	Газдың молярлық көлемі	V_m	л/моль
13	Көлем	V	д, м ³
14	Көлемдік үлес	φ	өлшемсіз шама
15	Салыстырмалы атомдық масса	A_r	өлшемсіз шама
16	Салыстырмалы молекулалық масса	M_r	өлшемсіз шама
17	Тығыздық	ρ	кг/г, г/мл
18	Абсолюттік температура	T	⁰ К
19	Цельсия шкаласымен берілген температура	t	⁰ С
20	Универсаль газ тұрақтысы	R	Дж, моль.К
21	Авогадо саны	N_A	моль ⁻¹
22	Энергия мөлшері	E	Дж, кал.

ХИМИЯНЫҢ НЕГІЗГІ ЗАҢДАРЫ ЖӘНЕ ЕСЕП ШЫҒАРУ ҮЛГІЛЕРІ

1. ЗАТ МАССАСЫНЫҢ САҚТАЛУ ЗАҢЫ

Реакцияға қатысқан заттардың массаларының жинағы (энергиялар жинағы) реакция нәтижесінде түзілген заттардың массаларының жинағына (энергиялар жинағына) тең болады. Яғни массалар жинағы $\sum m$ және энергиялар жинағы $\sum E$ оқшауланған жүйеде тұрақты шама: $\sum m = const$ және $\sum E = const$

Қазіргі ғылымда масса мен энергия арасындағы байланыс Альберт Эйнштейннің (1879) теңдеуімен анықталады.

$$E = m \cdot c^2$$

мұнда E - энергия, m - зат массасы, c - вакуумдағы жарық жылдамдығы ($2,997925 \cdot 10^8$ м/с) немесе шамамен 800 000 км/с.

Бұл теңдеудің маңызы массаның белгілі бір мөлшеріне энергиядан белгілі бір мөлшері сәйкес екендігінде. Алайда c^2 өте үлкен шама болғандықтан реакция нәтижесінде бөлінген немесе сіңірілген энергия массасы өте аз мөлшерге өзгертеді. Энергия өте көп бөлінетін реакцияларда (ядролық реакциялар) массасының біраз шамаға өзгеретіндігі байқалады.

Бұл маселесінің сақталу заңын оқып үйрену дұрыс химиялық теңдеулер құруға, олар арқылы әр түрлі есептеулер жүргізуге мүмкіндік жасайды. Есте болагын жайт химиялық процестерде реакция аяғына дейін жүрмеуі мүмкін, соның себебінен түзілген заттардың массасы, зат массасының сақталу заңына сәйкес түзілуі кезет-кезесінмен көбіне кем болып шығады. Мұндай жағдайда заттың шығатынын массалық үлесін y_m төмендегі өрнек арқылы есептейді.

$$y_m = \frac{m_p \cdot 100}{m}$$

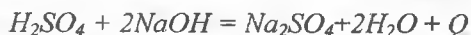
мұнда, m_p - заттың іс жүзінде шыққан массасы, m - заттың теориялық есептеу арқылы (зат массасының заңына сәйкес) шыққан массасы.

Егерде берілген есепте заттың іс жүзінде шыққан массасы берілмесе $y_m = 100$ деп алады.

1 мысал: $H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$.

Берілген реакцияға массаның сақталу заңын қолданып көріңіз. Бұл теңдеуден реакцияға сутектің, күкірттің, натрийдің және оттектің қанша атомдары қатысса реакциядан кейін де түзілген заттарда олардың сонша атомдары бар екендігіне, басқаша айтқанда реакцияға дейінгі қосылыстардың массаларының қосындысы, реакция нәтижесінде түзілген қосылыстардың массаларының қосындысына тең екендігіне көз жеткізуге болады.

Бірақ барлық химиялық реакциялар жылу бөле (экзотермиялық) немесе жылу сіңіре (эндотермиялық) жүреді. Қышқылдар мен негіздер арасында жүретін бейтараптану реакциясы әрдайым жылу бөле жүреді, яғни экзотермиялық реакцияға жатады. Сондықтан берілген теңдеудің дұрыс жазылуы мынадай болады:



мұнда Q - бөлінген энергия (жылу) мөлшері. берілген реакция үшін 113,7 кДж.

Енді бөлінген энергиясы көрсетіліп жазылған теңдеу зат массасының сақталу заңындағы қайшылықты көрсетеді. Шынында Эйнштейннің салыстырмалы теориясы бойынша реакция нәтижесінде түзілген заттардың массаларының қосындысы реакцияға қатысқан заттардың массаларының, бөлінген энергия мөлшеріне эквивалент шамаға кем болу керек.

Біз бұл шаманы білу үшін (1 моль H_2SO_4 пен 2 моль $NaOH$ әрекеттескенде 113,7 кДж энергия бөлінетіні теңдеуден белгілі), $1 \text{ кДж } 10^{10} \text{ г} \cdot \text{см}^2 / \text{с}^2$. $E = m \cdot c^2$ теңдеуін қолданамыз:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{113,7 \cdot 10^{10}}{(3 \cdot 10^{10})^2} = 1,26 \cdot 10^{-9} \text{ г}.$$

Көрін тұрмыз, бұл өте аз шама, таразымен (қандай түрі болмасын) өлшеуге іс жүзінде келмейді. Массаның мұндай аздаған өзгерісін ескермесе де болады. Яғни зат массасының сақталу заңы сақталынады.

2 мысал. 1г (235u) уран изотопын нейтрондармен атқылап ыдыратқанда термоядролық реакция жүріп $7,5 \cdot 10^{17}$ кДж энергия

бөлінеді. Түзілген заттардың массаларының қосындысы, бастапқы заттың массасынан қандай шамаға кем болады?

Шешуі: Эйнштейн теңдеуі арқылы:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{7,5 \cdot 10^{17}}{3(10^{10})^2} = 2,5 \cdot 10^{-3}$$

Түзілген заттардың массаларының қосындысы 0,0025г кем бұл парада өшпеуге болатын шама. Яғни термоядролық реакцияда зат массасының сақталу заңы сақталынбайды.

1 мысал. Массасы 37,4г. күміс нитраты бар ерітіндіге артық мөлшерде магний хлоридінің ерітіндісі құйылды. Түзілген тұнбаның массасын есептеп шығарыңыз.

Шешуі

Ең алдымен күміс нитратының ерітіндідегі молдік мөлшерін есептейміз:

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{37,4}{170} = 0,22 \text{ моль}$$

Күміс нитраты мен магний хлоридінің арасында жүретін реакция теңдеуін жазамыз:



Теңдеуден тұнбаға күміс хлориді түскенін анықтап, күміс хлоридінің молдік қатынасын табамыз.

$$\frac{n(\text{AgCl})}{n(\text{AgNO}_3)} = \frac{2 \text{ моль}}{2 \text{ моль}} = 1 \text{ моль}$$

яғни

$$n(\text{AgCl}) = n(\text{AgNO}_3) : n(\text{AgCl}) = 0,22 \text{ моль}$$

Тұнбаның массасын есептейміз:

$$\begin{aligned} m(\text{AgCl}_2) &= n(\text{AgCl}) \cdot M(\text{AgCl}) \\ m(\text{AgCl}) &= 0,22 \cdot 143,5 = 31,57 \text{ г.} \end{aligned}$$

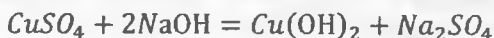
4 мысал. Массасы 5,60г. мыс (II) сульфаты бар ерітіндіге артық мөлшерде натрий гидроксидін қостық. Реакция нәтижесінде массасы 3,06 г тұнба түзіледі. Мыс (II) гидроксидінің шығымының массалық үлесін табыңыз.

Шешуі:

Бастапқы ерітіндіге мыс II сульфатының мольдік мөлшерін есептейміз:

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{5,60}{160} = 0,035 \text{ моль}$$

Мыс II сульфаты мен натрий гидроксидінің әрекеттесу реакциясын жазамыз.



Бұл реакция теңдеуінен:

$$n(\text{Cu(OH)}_2) = n(\text{CuSO}_4); \quad n(\text{Cu(OH)}_2) = 0,035 \text{ моль}$$

Енді, мыс II гидроксидінің теориялық, яғни реакция теңдеуі арқылы шығатын массасының мөлшерін есептейміз:

$$m(\text{Cu(OH)}_2) = n(\text{Cu(OH)}_2) \cdot M(\text{Cu(OH)}_2)$$

$$m(\text{Cu(OH)}_2) = 0,035 \cdot 98 = 3,43\text{г.}$$

Мыс II гидроксидінің шығымының массалық үлесін жоғарыда берілген теңдеу арқылы есептейміз.

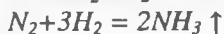
$$y_m = \frac{3,06 \cdot 100\%}{3,43} = 89,2\%$$

2. ҚОСЫЛЫСТАР ҚҰРАМЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҚ ЗАҢЫ

Қосылыстардың құрамы тұрақтылық заңы қазіргі заманда мынадай түрде тұжырымдалады: "Алыну жолына қарамастан әр таза заттың құрамы тұрақты болады".

1 мысал. Аммиакты мынадай химиялық реакциялар арқылы алуға болады:





Түзілген аммиак (NH_3) әр түрлі тәсілмен алынғанына қарамастан 1 моль азот атомынан және 3 моль сутек атомынан тұратыны көрініп тұр. Енді осы зағтың құрамындағы азот және сутек атомдарының массалық үлесін табалық.

Шешуі:

Ол үшін ең алдымен аммиактың 1 молінің молярлық массасын табамыз:

$$M(NH_3) = \frac{m(NH_3)}{n(NH_3)} = \frac{17}{1} = 17 \text{ г/моль.}$$

Мұнда:

$$m(NH_3) = n(NH_3) \cdot M(NH_3) \approx 1 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 17 \text{ г/моль}$$

Одан соң азоттың аммиактағы мольдік мөлшерін табамыз:

$$n(N) = \frac{m(N_2)}{M(NH_3)} = \frac{14}{17} = 0,826 \text{ моль}$$

Мұнан соң азоттың аммиактағы массалық үлесін есептеп шығару қындық тудырмайды.

$$W(N) = n(N) \cdot 100 = 0,826 \cdot 100 = 82,6\%$$

Сутектің мольдік мөлшері:

$$n(H) = 1 - n(N) = 1 - 0,826 = 0,174 \text{ Моль.}$$

Яғни сутектің аммиактағы массалық үлесі:

$$W(H) = n(H) \cdot 100 = 0,174 \cdot 100 = 17,4\%$$

$$W(N) + W(H) = 82,6 + 17,4 = 100\%.$$

Сонымен аммиактың құрамы тұрақты.

Химияға эквивалент түсінігінен кейін эквивалент заңы енді.

Анықтамасы:

"Элементтер және қосылыстар бірімен-бірі химиялық эквиваленттеріне пропорционал салмақ мөлшерінде реакцияланады". Эквивалент заңының математикалық өрнегін қорытып шығару үшін, заттың эквивалент мөлшері деген ұғымға тоқталайық. Эквивалент зат мөлшері дегеніміз берілген заттың, мәселен В затының, массасының (m) оның эквиваленттік молярлы массасына (M_3) қатынасы:

$$n = (B) = \frac{m(B)}{M_3(B)}$$

Эквивалент заңы бойынша $A+B=C+D$ реакциясында мынадай арақатынас орындалады:

$$n_3(A) = n_3(B) = n_3(C) = n_3(D)$$

яғни заттың әрекеттесуі және түзілуі сан жағынан заттардың эквивалентті мөлшеріне тең. Олай болса әрекеттесуші Д және В заттары үшін:

$$n_3(A) = n_3(B)$$

Жоғарыдағы $n_3 = \frac{m}{M_3}$ өрнекті қолданып эквивалент заңының математикалық өрнегін ала аламыз.

$$\frac{m(A)}{M_3(A)} = \frac{m(B)}{M_3(B)}$$

Элементтердің эквиваленттік массалары теория жүзінде мына формула бойынша анықталады: $M_3 = \frac{A}{B}$ мұндағы M_3 - элементтердің эквиваленттік массасы, г/моль, A - элемент атомдарының мольдік массасы, B - қосылыстағы элементтің валенттілігі. Бұл формуладан валенттілігі ауыспалы элементтердің эквиваленттік массаларының әр түрлі болатынын көреміз.

Күрделі заттың эквиваленті дегеніміз басқа заттың эквивалентімен қалдықсыз реакцияласатын салмақ мөлшері.

Күрделі заттардың теория жүзіндегі эквиваленттік массасын есептеу үшін мынадай формулалар қолданамыз:

$$M_3(\text{қышқыл}) = \frac{M_{\text{қышқыл}}}{n(H^+)}; \quad M_3(\text{сілті}) = \frac{M_{\text{сілті}}}{n(OH^-)}$$

$$M_3(m \pm z) = \frac{M m \pm z}{n(Me^{+n}) \cdot B(Me)}; \quad M_3(\text{оксид}) = \frac{M_{\text{оксид}}}{n(\text{Э}) \cdot B(\text{Э})}$$

Мұнда, $n(H)$ қышқылдың негіздігінің саны, $n(OH)$ негіздің қышқылдық саны, $n(Me^{+n})$ қосылыстағы металл ионының $B(Me^{+n})$ саны металдың валенттілігі, $n(\text{Э})$ оксидтегі элемент атомының саны, $B(\text{Э})$ элементінің валенттілігі.

Валенттігі ауыспалы элементтер сияқты күрделі заттардың эквиваленттері де қатысатын реакциялардың өту жағдайына байланысты ауыспалы болып келеді. Мысалы:



$$\text{Э}(AlCl_3) = \frac{133,36}{2} = 66,68 \text{ г/моль}$$

Тотығу - тотықсыздану реакцияларындағы тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыштың эквиваленттері мынадай жолмен есептеледі. Тотықтырғыштың эквиваленттік массасы оның мольдік массасын тотығу-тотықсыздану реакциясы кезінде тотықтырғыштың 1 молекуласы қосып алған электрон санына бөлгенге тең.

Осы қарастырылған заңдардың маңызы мынада. Олар элементтердің қосылуының ретін ғана көрсетіп қоймай, сонымен бірге заттардың атомдардан тұратын, жай заттар одан әрі бөлінбейтін, біріне-бірі ұқсас, бірдей атомдардан, ал күрделі заттар (қосылыстар) әр түрлі атомдардан тұратынына дәлел болды. Сөйтіп бұл заңдар Дальтонды күрделі заттың салмақ массасы оны құраушы жай атомдардың салмағының (массасының) қосындысына тең, атомдық салмақ (масса) оларды сипаттаушы қасиеттің бірі деген даналық оқиға әкелді.

1 мысал. Әлсіз күкірт қышқылының 98,08 г. мырышпен әрекеттесті. Мырыштың эквиваленттік массасы 32,69 г/моль. Күкірт қышқылының эквиваленттік молярлы массасы неге тең?

Шешуі:

Мұндай есепті шығару үшін эквиваленттер заңының математикалық өрнегін қолданамыз:

$$\frac{m(\text{Zn})}{M_{\text{э}}(\text{Zn})} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

Берілген шамаларды орнына қоямыз.

$$\frac{65,38}{32,69} = \frac{98,08}{M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

Мұнан күкірт қышқылының эквиваленттік молярлы массасын есептеп шығарамыз:

$$M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{32,69 \cdot 98,08}{65,38} = 49 \text{ г/моль.}$$

2 мысал. Қалыпты жағдайда ($T = 273^0 \text{ K}$, $P = 101,325 \text{ кПа}$) оттегінің 310 см^3 мөлшерімен, эквиваленттік массасы $12,16 \text{ г/моль}$ металдың неше грамы әрекеттеседі?

Шешуі:

Эквиваленттер заңының формуласын қолдану үшін оттектің эквиваленттік көлемін табуымыз қажет. Оны табу үшін жоғарыдағы өрнекті пайдаланамыз:

$$V_3(\text{O}_2) \frac{22,4}{4} = 5,6 \text{ л.}$$

Енді эквиваленттер заңы бойынша:

$$\frac{m(\text{Me})}{M_{\text{э}}(\text{Me})} = \frac{V(\text{O}_2)}{V_3(\text{O}_2)}$$

Бұл өрнектен берілгендерін орнына қойып, металдың әрекеттесетін массасын табамыз:

$$m(\text{Me}) = \frac{M_{\text{э}}(\text{Me}) \cdot V(\text{O}_2)}{V_3(\text{O}_2)} = \frac{12,16 \cdot 310}{5600} = 0,673 \text{ г.}$$

3 мысал. Күкірт қышқылының $4,9$ грамы, $2,8$ грамм калий гидроксидімен әрекеттеседі. Күкірт қышқылының эквиваленттік молярлық массасын табыңыз және реакция теңдеуін жазыңыз.

Шешуі:

Калий гидроксиді үшін $n(\text{OH}) = 1$, яғни

$$f_{\text{экв}}(\text{KOH}) = \frac{1}{n(\text{OH}^-)} = \frac{1}{1} = 1$$

Калий гидроксидінің эквиваленттік массасы

$$M_{\text{э}}(\text{KOH}) = f_{\text{экв}}(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH})$$

$$M_{\text{э}}(\text{KOH}) = 1 \cdot 56 = 56 \text{ г/моль.}$$

Енді эквиваленттер заңының теңдеуін қолданып күкірт қышқылының эквиваленттік молярлық массасын табамыз:

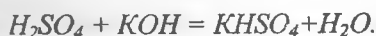
$$M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{KOH})} \cdot M_{\text{э}}(\text{KOH})$$

$$M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{4,9 \cdot 5,6}{2,8} = 98 \text{ г/моль.}$$

Реакция теңдеуін жазу үшін күкірт қышқылының эквиваленттік факторын табамыз:

$$f_{\text{экв}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{98}{98} = 1$$

Бұл реакция нәтижесінде күкірт қышқылының құрамындағы екі сутек атомының біреуі ғана металмен алмасқанын көрсетеді. Реакция теңдеуі мынадай болады:



4 мысал. Үш валентті металдың фосфатының молярлық массасы 1421/моль. Егер сол тұздың эквиваленттік молярлық массасы 371/моль болса оның химиялық формуласы қандай болады?

Шешуі:

Белгісіз фосфаттың теңдеуін мынадай деп алалық, мұнда $x-n$ таңбалы металл катионы, ал y - мүмкін деген фосфат ионының бірі:



Тұздың эквиваленттік молярлық массасын табу үшін

$$M_{\text{э}}(M \pm z) = \frac{M(Me^{-n}) \cdot B(Me^{+n})}{z}$$

КІТАПХАНАСЫ

708 260

$$\frac{m(\text{Zn})}{M_3(\text{Zn})} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M_3(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

Берілген шамаларды орнына қоямыз.

$$\frac{65,38}{32,69} = \frac{98,08}{M_3(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

Мұнан күкірт қышқылының эквиваленттік молярлы массасын есептеп шығарамыз:

$$M_3(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{32,69 \cdot 98,08}{65,38} = 49 \text{ г/моль.}$$

2 мысал. Қалыпты жағдайда ($T = 273^0 \text{ K}$, $P = 101,325 \text{ кПа}$) оттегінің 310 см^3 мөлшерімен, эквиваленттік массасы $12,16 \text{ г/моль}$ металдың неше грамы әрекеттеседі?

Шешуі:

Эквиваленттер заңының формуласын қолдану үшін оттектің эквиваленттік көлемін табуымыз қажет. Оны табу үшін жоғарыдағы өрнекті пайдаланамыз:

$$V_3(\text{O}_2) \frac{22,4}{4} = 5,6 \text{ л.}$$

Енді эквиваленттер заңы бойынша:

$$\frac{m(\text{Me})}{M_3(\text{Me})} = \frac{V(\text{O}_2)}{V_3(\text{O}_2)}$$

Бұл өрнектен берілгендерін орныша қойып, металдың әрекеттесетін массасын табамыз:

$$m(\text{Me}) = \frac{M_3(\text{Me}) \cdot V(\text{O}_2)}{V_3(\text{O}_2)} = \frac{12,16 \cdot 310}{5600} = 0,673 \text{ г.}$$

3 мысал. Күкірт қышқылының $4,9$ грамы, $2,8$ грамм калий гидроксидімен әрекеттеседі. Күкірт қышқылының эквиваленттік молярлық массасын табыңыз және реакция теңдеуін жазыңыз.

Шешуі:

Калий гидроксиді үшін $n(\text{OH}) = 1$, яғни

$$f_{\text{эkv}}(\text{KOH}) = \frac{1}{n(\text{OH}^-)} = \frac{1}{1} = 1$$

Калий гидроксидінің эквиваленттік массасы

$$M_{\text{э}}(\text{KOH}) = f_{\text{эkv}}(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH})$$

$$M_{\text{э}}(\text{KOH}) = 1 \cdot 56 = 56 \text{ г/моль.}$$

Енді эквиваленттер заңының теңдеуін қолданып күкірт қышқылының эквиваленттік молярлық массасын табамыз:

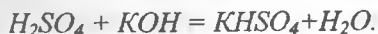
$$M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{KOH})} \cdot M_{\text{э}}(\text{KOH})$$

$$M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{4,9 \cdot 5,6}{2,8} = 98 \text{ г/моль.}$$

Реакция теңдеуін жазу үшін күкірт қышқылының эквиваленттік факторын табамыз:

$$f_{\text{эkv}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{98}{98} = 1$$

Бұл реакция нәтижесінде күкірт қышқылының құрамындағы екі сутек атомының біреуі ғана металмен алмасқанын көрсетеді. Реакция теңдеуі мынадай болады:



4 мысал. Үш валентті металдың фосфатының молярлық массасы 342г/моль. Егер сол тұздың эквиваленттік молярлық массасы 57г/моль болса оның химиялық формуласы қандай болады?

Шешуі:

Белгісіз фосфаттың теңдеуін мынадай деп алалық, мұнда x -н таңбалы металл катионы, ал y - мүмкін деген фосфат ионының бірі:



Тұздың эквиваленттік молярлық массасын табу үшін

$$f_{\text{эkv}}(m \pm z) = \frac{1}{M(\text{Me}^{-n}) \cdot B(\text{Me}^{+n})}$$

атындағы ғылыми

КІТАПХАНАСЫ

708 260

өрнегін пайдаланамыз.

$$Mэ = \frac{M(m \pm z)}{n(M^{+n}) \cdot B(Me^{+n})}$$

Бұл теңдеуден бізге белгісіз тұздағы металл атомының саны мен валенттілігінің көбейтіндісі екені көрініп тұр. Соны есептеп шығарамыз:

$$n(Me^{+n}) \cdot B(Me^{+n}) = \frac{M(m \pm z)}{Mэ(m \pm z)} = \frac{342}{57} = 6.$$

Есептің шарты бойынша $B(Me^{+n}) = 3$ яғни $n(Me^{+n}) = 2$. Бұдан тұз металл гидрофосфаты екенін білеміз. $-X_2(HPO_4)_3$. Бұл тұздың молярлық массасын, оның компоненттерінің молярлық массасы арқылы көрсетсек:

$$Mx_2(HPO_4)_3 = 2Mx + 3 \cdot 96 = 342$$

бұдан

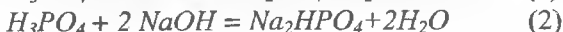
$$2Mx = 342 - 288; \quad Mx = \frac{342 - 288}{2} = 27 \text{ г/моль.}$$

Яғни бұл алюминий гидрофосфаты екен, химиялық формуласы $-Al_2(HPO_4)_3$.

5 мысал. Қышқылдың эквиваленттік молярлық массасы оның молярлық массасы мен молекуласындағы сутек атомдарының санының қатынасына тең деген анықтама барлық жағдайда дұрыс бола ала ма?

Шешуі:

Егер қышқыл дербес күйде болса (реакцияға түспесе) қышқылдың эквиваленттік молярлық массасы $Mэ(қыш)$ шыныменде оның молярлық массасы (M) мен молекуласындағы сутек атомдарының санының (n) қатынасы арқылы анықталады. $Mэ = \frac{M}{n}$. Егер қышқыл тотығу-тотықсыздану реакциясына түссе немесе иондық алмасу реакциясында қышқыл молекуласындағы сутек атомы толық алмаспаса, оның эквиваленттік молярлық массасын жоғарыдағы қатынас арқылы шығаруға болмайды. Мысалы көп негізгі фосфор қышқылы мен натрий гидроксидінің арасында жүретін бейтараптану реакциясы сатылап жүреді делік.





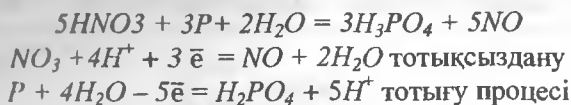
Мұнда бірінші реакцияда фосфор қышқылының эквиваленттік молярлы массасы $M_{э}(1) = \frac{M}{n} = M$

Екінші реакцияда $M_{э}(2) = \frac{M}{n} = \frac{M}{2}$, үшінші реакцияда

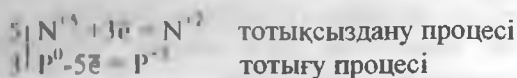
$M_{э}(3) = \frac{M}{n} = \frac{M}{3}$ болады.

Ітер қышқыл тотығу-тотықсыздану реакциясына түссе, онда онан эквиваленттік молярлы массасы қышқылдың молярлық массасы мен қышқыл молекуласына қосылған немесе одан бөлінген электрондар санының (e) қатынасына тең болады:

$$M_{э} = \frac{M}{n}$$



немесе



Азот қышқылының эквиваленттік молярлық массасы:

$$M_{э}(HNO_3) = \frac{M}{e} = \frac{M}{3} = \frac{62}{3} = 27 \text{ г/моль}$$

Кейбір қышқылдардың құрамындағы барлық сутек атомдары бейтараптану реакциясына түсіп, алмаса алмайды. Мысалы фосфорлылау қышқыл H_2PO_2 бір негізді қышқыл. Яғни мұндай қышқылдарға да жоғарыда айтылған қағида сәйкес келмейді екен.

5. ГАЗДАРДЫҢ КӨЛЕМ ҚАТЫНАС ЗАҢЫ АВОГАДРО ЗАҢЫ

Авогадро гипотезасы: Бірдей жағдайда (температура, қысым) алынған әр түрлі газдардың тең көлемдеріндегі молекулалардың саны да тең болады. Бұл заңнан екі салдар шығады:

1. Газ күйіндегі қандай заттың болса да 1 моль, бірдей жағдайда (Т, Р) бірдей көлем алады. Мұндай көлемді – газдың молярлық көлемі деп атайды. Газдың молярлық көлемі берілген жағдайдағы газ көлемі мен осы газдың зат мөлшерінің қатынасына тең.

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

Қалыпты жағдайда, яғни температура 273,15К (немесе 0⁰С), ал қысымы 101325ПА (немесе 760 мм сын. бағ.) тең болғанда кез келген газдың бір мольі 22,4л. көлем алады.

Қалыпты жағдайда кез келген газдың 1 мольінде немесе 22,4 литрінде молекула саны 6,02,10²³ тең болады. Бұл санды Авогадро саны деп атайды.

2. Бір газдың, екінші бір газбен салыстырмалы тығыздығы олардың молярлық массаларының қатынасына тең болады:

$$D_a(x) = \frac{M(x)}{M(D)}$$

мұнда $D_a(x)$ — x газының А газы арқылы алынған салыстырмалы тығыздығы, $M(x)$ және $M(D)$ — газдардың молярлық массасы.

Есептеулерде көбіне газдардың сутек немесе ауа арқылы берілген салыстырмалы тығыздығын қолданады:

$$D_{H_2}(x) = \frac{M}{2} \quad D_{(ауа)}(x) = \frac{M}{29}$$

мұнда 2 - сутектің молярлық массасы; г/моль.

29-ауаның орташа молярлық массасы; г/моль.

Авогадро заңына сүйеніп газдардың көлемін, массасын, тығыздығын, газ тәрізді заттардың молярлық массасын, сондай-ақ газдардың салыстырмалы тығыздығын есептеуге болады. Сонымен қатар Авогадро санын пайдаланып кез келген элемент атомының абсолют салмағын (грамм арқылы көрсетілген атом салмағын) және ол атомның мөлшерін, көлемін, диаметрін, радиусын есептеп шығару да қиын емес.

1 мысал. Қалыпты жағдайда 1 л оттектің массасы 1,429г, оның 1 мольнің көлемін табу керек.

Шешуі: Оттектің зат мөлшерін табамыз:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)}; \quad n(\text{O}_2) = \frac{1,429}{32} = 0,0416 \text{ моль}$$

Авогадро заңына сүйеніп:

$$V_m = \frac{V}{n}; \quad V_m = \frac{1}{0,0416} = 22,4 \text{ л.}$$

2 мысал. Массасы 4г сутегіндегі, массасы 9г судағы, массасы 34г аммиактағы сутек атомының санын есептеп шығару қажет.

Шешуі:

Кез келген 1 моль элементте $6,02 \cdot 10^{23}$ атом болатыны белгілі, Сондықтан есептің шешімін табу үшін сутектің берілген заттардағы мол санын (зат мөлшерін) табуымыз қажет. Оны мынадай формула арқылы табамыз.

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

мұнда M - молярлық масса, m - масса, n - зат мөлшері. Осы өрнекпен зат мөлшерін есептегенде шыққан шаманы Авогадро санына көбейтеміз: $n(\text{H}) = \frac{4}{1} = 4$ моль.

Сутек атомының саны: $4 \times 6,02 \cdot 10^{23} = 24,08 \cdot 10^{23}$.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{9}{18} = 0,5 \text{ моль,}$$

Сутек атомының саны $0,5 \times 2 \times 6,02 \cdot 10^{23} = 6,02 \cdot 10^{23}$.

$$n(\text{NH}_3) = \frac{34}{17} = 2 \text{ моль,}$$

Сутек атомының саны $2 \times 3 \times 6,02 \cdot 10^{23} = 36,12 \cdot 10^{23}$.

3 мысал. Қалыпты жағдайда массасы 300 кг азоттың көлемін табу керек.

Шешуі:

Авогадро заңының негізінде мынадай пропорция құрамыз:

$$28 \text{ кг } \text{N}_2 \text{ алатын } V = 22,4 \text{ м}^3$$

$$300 \text{ кг } \text{N}_2 \text{ алатын } V = X \text{ м}^3$$

$$X = \frac{300 \cdot 22,4}{28} = 240 \text{ м}^3$$

Есепті пропорциясыз Авогадро заңының математикалық теңдеуі негізінде шығаруға да болады:

$$V_m = \frac{V}{n} \text{ ал } n = \frac{m}{M}, \text{ бұдан } V = \frac{Vm \cdot n}{M}$$

сонда

$$V = \frac{22,4 \cdot 300}{28} = 240 \text{ м}^3.$$

4 мысал. 54г суда болатын молекула санын және сол судың 1 молекуласының массасын есептеу қажет.

Шешуі:

Судың молярлық массасы: $M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18 \text{ г/моль}$.

Судың 54г зат мөлшері $n = \frac{m}{M} = \frac{54}{18} = 3 \text{ моль}$.

1 моль суды $6,02 \cdot 10^{23}$ молекула болады, ал 3 моль судағы молекула саны:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = n \cdot N_A = 3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 18,16 \cdot 10^{23}.$$

Судың 1 молекуласының массасы:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{N} = \frac{18}{6,02 \cdot 10^{23}} = 2,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}.$$

5 мысал. Қалыпты жағдайда 1 л көміртек (IV) оксидінің массасы, нешеге тең?

Шешуі:

1 моль CO_2 -нің массасы:

$$m(\text{CO}_2) = n \cdot M(\text{CO}_2) = 1 \cdot 44 = 44 \text{ г}.$$

Авогадро заңына сүйеніп:

$$m = \frac{M(\text{CO}_2) \cdot V}{V_n} = \frac{44 \cdot 1}{22,4} = 1,96 \text{ г}$$

немесе 22,4л CO_2 -нің массасы 44г.

1л CO_2 -нің массасы X

$$X = \frac{44,1}{22,4} = 1,96 \text{ г. (II)}$$

6 мысал. Қалыпты жағдайда сутектен, метаннан және көміртек оксидінен тұратын газдардың қоспасының тығыздығы $0,857 \text{ г/дм}^3$. Осы қоспаның бір көлемін толық жағуға $4,52$ көлем ауа қажет. Жанатын қоспаның көлемдік пайыз түрінде құрамын табу керек.

Шешуі:

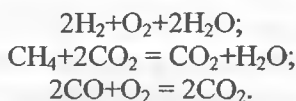
Сутектің көлемдік үлесін - x , метандікін - y және көміртек (II) оксидінің көлемдік үлесін - z деп белгілесек мынадай теңдеу аламыз:

$$x+y+z = 1 \quad (1)$$

Әр газдың көлемдік үлесін пайдалана отырып берілген тығыздыққа мынадай өрнекті жазуға болады:

$$D = \frac{2x+16y+28z}{22,4} = 0,857 \quad (2)$$

Енді әр компоненттің жану реакциясын қарастырамыз:



Бұл теңдеуден $x_{\text{л}}$ сутек - $0,5 x_{\text{л}}$ оттектен, $y_{\text{л}}$ - метан - $2 y_{\text{л}}$ оттектен, ал көміртек (II) оксиді - $0,5\text{л}$ оттектен әрекеттесетінін көреміз. Оттектің ауадағы көлемдік үлесі 21% , яғни газдың 1 л жанғанда $4,52 : 0,21 = 0,95\text{л}$ оттектен жұмсалады. Осы мәліметтерден мынадай теңдеу аламыз:

$$0,5x + 2y + 0,5z = 0,95 \quad (3)$$

Осы үш белгісіз бар теңдеулер системасын шешсек: $x=0,2$ (сутектің көлемдік үлесі); $y = 0,3$ (метанның көлемдік үлесі); $z=0,5$ (көміртек (II) оксидінің көлемдік үлесі) әрекеттеседі.

Бұдан газ қоспасының көлемдік пайыздық құрамы:

$$\text{H}_2 = 20\%; \quad \text{CH}_4 = 30\%; \quad \text{CO} = 50\%.$$

7 мысал. Газдың ауа арқылы берілген салыстырмалы тығыздығы $1,517$. Газдың 11 г. массасындағы зат мөлшерін табу керек.

Шешуі:

Газдың молярлық массасын табамыз:

$$M(x) = 29; \quad M(x) = 29 \cdot 1,57 = 44 \text{ г/моль.}$$

X газының зат мөлшерін есептейміз:

$$n(x) = \frac{m(x)}{M(x)} = \frac{11}{44} = 0,25 \text{ моль.}$$

6. АТОМДЫҚ МАССА ЖӘНЕ ОНЫ ТАБУ ЖОЛДАРЫ

Атомдардың массасы салыстырмалы бірлікпен өрнектеледі. Атомдық массаның бірлігіне (м.а.б.) 1961 жылы көміртек $^{12}/\text{C}$ изотобы массасының $1/12$ бөлігі алынған.

$$1 \text{ м. а. б.} = \frac{1}{1 \text{ моль (C)}} = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ г.}$$

Химиялық элементтің салыстырмалы атомдық массасын A_r арқылы белгілейді. (Мұндағы r индексі relative сөзінен алынған, ол "салыстырмалы" деген мағынаны білдіреді).

$$A_r = \frac{m_{\text{атом}}}{m_{\text{м.а.б.}}}$$

мұнда $m_{\text{атом}}$ - атомының абсолюттік массасы, $m_{\text{м.а.б.}}$ - массаның атом бірлігі. Сонымен салыстырмалы атомдық масса дегеніміз - ол элемент атомының орташа массасы көміртегі атомы массасының $\frac{1}{12}$ бөлігінен неше есе көп екенін көрсететін сан.

Атомдық массаны (бұдан әрі салыстырмалы деген сөзді есте ұстаңыз) табудың бірнеше жолдары бар:

1. Жай газдардың (сутек, оттегі, азот, фтор, хлор) молекулалары екі атомнан тұратындықтан, олардың атомдық массасын мына формула арқылы табады.

$$A_r = \frac{M_z}{2}$$

2. Ұшқыш қосылыс түзбейтін элементтердің мысалы кейбір металдардың атомдық массасын табу үшін француз ғалымдары Пьер Луи Дюлонг (1785-1835) пен Алекс Терез Птидің (1791-1820) 1819

өзінше шығарылған заңын пайдаланады. Дюлонг және Пти заңының шарты:

Жаңа заттың қатты күйдегі меншікті жылу сыйымдылығының атомдық массаға көбейтіндісі 26 Дж (моль к) жуық тұрақты шама. Бұл атомдық жылу сыйымдылық деп аталады.

$$Ar \cdot c = 26 \quad Ar = \frac{26}{c}$$

мұнда c - меншікті жылу сыйымдылық.

Осы табылған жуық атомдық массаны элементтің эквивалентімен салыстырып жөндеуге болады, ал элементтің эквивалентін оның түрліше қосылыстарының анализдерінен есептеп шығаруға болады. Элементтің атомдық, оның эквиваленттік массасы (A) және валенттілігі (B) арасында мынадай байланыс бар:

$$Ar = M_3 \cdot B$$

Дәл емес атомдық массаны жөндеу үшін оны эквивалентке бөледі, шыққан сан валенттілікті көрсетеді, валенттік әр уақыт бүтін сан, сондықтан шыққан сан бүтін санға дейін дөңгелектенеді. Эквивалентті қайтадан дәл валенттікке көбейтін, дәл атомдық массаны табады.

1 мысал. Калий атомының абсолюттік массасын табу керек.

Шешуі:

Салыстырмалы атомдық масса деген ұғымын:

$$Ar = \frac{m(\text{атом})}{m(\text{м. а. б.})};$$

$$m(k) = Ar \cdot m(\text{м. а. б.}) = Ar \cdot \frac{1}{Na};$$

$$m(\bar{k}) = \frac{39 \cdot 1,02}{6,023 \cdot 10^{23}} = 6,49 \cdot 10^{23} \text{ г.}$$

2 мысал. Мыстың тығыздығы $8,93 \text{ г/см}^3$, оның 1 атомының және 1 молінің көлемін табыңыз. Әр атомды куб ішіне енгізілген шар деп қарап атомның диаметрін (d) және радиусын шығару қажет.

Шешуі:

Кез келген элементтің бір атомының көлемін табу үшін сол заттың қатты күйдегі бір моль атомының Авогадро санына бөлу қажет. Ал бір атомның көлемін табу үшін атомдық массасын тығыздығына бөлеміз. Яғни, мыс атомының 1 молінің көлемі:

$$V = \frac{A}{\rho}; \quad V(\text{Cu}) = \frac{65,54}{8,93} = 7,10 \text{ см}^3$$

мыстың 1 атомының көлемі

$$V_1 = \frac{V}{N_A} \quad V(\text{Cu}) = \frac{7,10}{6,023 \cdot 10^{23}} = 1,18 \cdot 10^{-23} \text{ см}^3.$$

Мыс атомының диаметрін табу үшін, көлемінің куб түбірін есептеп шығару керек:

$$d(\text{Cu}) = \sqrt[3]{1,18 \cdot 10^{-23}} = 2,28 \cdot 10^{-8} \text{ см.}$$

Мыс атомының радиусы:

$$r = \frac{d}{2}; \quad r(\text{Cu}) = \frac{2,28 \cdot 10^{-8}}{2} = 1,14 \cdot 10^{-8} \text{ см.}$$

3 мысал. Егер көміртек - 12 атомының массасы, $1,998 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ болса, фтор атомының орташа массасы (кг) қанша болады?

Шешуі:

Берілген көміртек - 12-нің массасын атомдық массалық бірлікке ауыстырамыз:

$$m(\text{м. а. б.}) = \frac{1}{12} \cdot m(\text{с});$$

$$m(\text{м. а. б.}) = \frac{1}{12} \cdot 1,993 \cdot 10^{-26} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Енді белгілі формула арқылы фтор атомының массасын есептейміз:

$$m(F) = Ar(F) \cdot m(\text{м.а.б.}) = 19 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 3,15 \cdot 10^{-26} \text{ кг.}$$

4 мысал Вольфрамның (W) меншікті жылу сыйымдылығы (C) 0,1465 Дж/г.к.

Оның эквиваленттік массасы 30,642 г/моль. Вольфрамның атомдық массасын табыңыз.

Шешуі:

Дюланг және Пти заңы бойынша Вольфрамның жуық атомдық массасы.

$$Ar(W) = \frac{26}{C} = \frac{26}{0,1465} = 177,47 \text{ г/моль.}$$

Енді осы жуық шаманы эквиваленттік массаға бөліп вольфрамның валенттілігін табамыз.

$$B(W) = \frac{Ar}{\varepsilon} = \frac{177,47}{30,642} = -5,78 = 6$$

Сонымен вольфрам атомдарының молярлық массасы:

$A(W) = \varepsilon \cdot B = 30,642 \cdot 6 = 183,852 \text{ г/моль}$, ал оның салыстырмалы атомдық массасы 183,852 м.а.б.

5 мысал. Температурасы - 23°C және қысымы 2,58 кПа газдың 1 мл-де қанша молекула болды?

Шешуі:

Қалыпты жағдайда газ қандай көлем алатынын есептейміз:

$$V_0 = \frac{V_1 \cdot T_0 \cdot P_1}{T_1 P_0} = \frac{1 \cdot 273 \cdot 2,53}{(273 + 23) \cdot 101,3} = 0,0273 \text{ мл.}$$

Енді Авогадро санын пайдаланып осы көлемдегі молекула санын табамыз:

$$N = \frac{V_0 \cdot N_A}{V_m} = \frac{0,0273 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{224000} = 7,3 \cdot 10^{17}.$$

7. МОЛЯРЛЫҚ МАССА ЖӘНЕ ОНЫ ТАБУ ЖОЛДАРЫ.

Заттың салыстырмалы молекулалық массасы дегеніміз – ол зат молекуласы массасының көміртектіз изотобы массасының $1/12$ бөлігінен неше есе көп екенін көрсететін сан.

Заттың салыстырмалы молекулалық массасы (M_r) химиялық формуласы бойынша есептеп шығарылады. Мәселен:

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \cdot 2 + 32 + 16 \cdot 4 = 98.$$

Заттың молярлық массасы (M) зат массасының тиісті мөлшері қатынасына тең шама болып табылады. Молярлық масса граммен алынған моль ретінде г/моль көрсетіледі.

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

мұнда m - граммен алынған масса; n - мольмен алынған зат мөлшері. Мысалы,

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{98}{1 \text{ моль}} = 98 \text{ г/моль}.$$

Моль дегеніміз - ол 12 г көміртегінде қанша атом болса берілген заттың сонша құрылымы бөлшектері болатын зат мөлшері. 12 г көміртегінде, $6,0240^{23}$ атом болатыны жоғарыда анықталғанын білеміз. Демек, мысалы, 1 моль су дегеніміз – бұл судың $6,10^{23}$ молекуласы.

Молярлық немесе молекулалық массаны табу жолдары:

1. Авогадро заңына сүйене отырып, газды басқа газбен салыстырғандағытығ ыздығынан молярлық массаны есептеп шығаруға болады.

Іс жүзінде газдардың тығыздығы я сутекпен, я ауамен салыстырып табатынын және сутектің ықшамдап алынған молекулалық массасы 2; ал ауаныкі 29 екенін жоғарыда айттық. Молекулалық немесе молярлық массаны есептеп шығарудың формулалары:

$$M = 2 \cdot D \text{ (сутек арқылы)}$$

$$M = 29 \cdot D \text{ (ауа арқылы)}.$$

2. Клапейрон – Менделеев теңдеуін пайдаланып, молярлық массаны тікелей есептеп шығаруға болады.

$$M = \frac{n \cdot R \cdot T}{PV};$$

3. Газ күйіндегі заттың молярлық массасын табу үшін берілген газдың мольдік көлемінің яғни 22,4 л массасын табу керек.

1 мысал. Хлор қышқылының $HClO_4$ салыстырмалы молекулалық массасын есептеу керек.

Шешуі.

Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесінен хлор қышқылының құрамына кіретін элементтердің салыстырмалы атомдық массасын табамыз.

$$Ar(H) = 1; Ar(Cl) = 35,5; Ar(O) = 16.$$

Осы атомдық массалардың қосындысы салыстырмалы молекулалық массаны береді.

$$M_r(HClO_4) = Ar(H) + Ar(Cl) + 4Ar(O)$$

$$M_r(HClO_4) = 1 + 35,5 + 4 \cdot 16 = 100,5$$

2 мысал. Азоттың ауа арқылы табылған тығыздығы 0,97 оның молекулалық массасы нешеге тең?

Шешуі:

Авогадро заңынан

$$M = 29D \quad M_r(N_2) = 29:0,97 = 28,013$$

3 мысал. 400 мл ацетиленнің қалыпты жағдайдағы массасы 0,462 г. Молекулалық массаны есептеу қажет.

Авогадро заңынан:

$$\frac{400}{0,462} = \frac{22,400}{M_r}; \quad M = \frac{0,462 \cdot 22,400}{400} = 26 \text{ г/моль.}$$

ЕСЕПТЕР

1. Металдың сульфидінде 29,48% күкірт бар. Егер күкірттің эквиваленті 16-ға тең болса металл сульфидіндегі металдың эквиваленті қанша болады?

Жауабы: 38,27

2. Металдың бромидінде 89,88% бром бар. Металл эквиваленті нешеге тең болады?

Жауабы: 9.

3. Қалыпты жағдайда 0,3г металл тұз қышқылынан 0,23л сутек бөліп шығарады. Осы металдың 0,5г, күмістің тұздарының ерітіндісінен 4,5г күміс бөліп шығарады. Күмістің эквивалентін есептеп шығарыңыз.

4. Қалыпты жағдайда 2,043 г металл қышқылдан 0,7л сутек бөліп шығарады. Металдың осындай мөлшері қорғасын тұздарының ерітіндісінен 6,475г қорғасын бөліп шығарады, қорғасынның эквивалентін табыңыз.

Жауабы: 105,6 .

5. Магний және магний оксидінің 1г қоспасын күкірт қышқылымен әрекеттестіргенде 22,4л сутек бөлінеді, қоспадағы магний оксидінің пайыздық мөлшерін табыңыз.

6. Атомдық массасы 204,4, ал хлоридінде 14,84 хлор бар металдың валенттілігін есептеп шығарыңыз.

Жауабы: 1

7. Үш валентті металдың оксидінде 17,29% оттегі бар. Элементтің атомдық массасын есептеп шығарыңыз.

Жауабы: 114,8

8. Атомдық массасы 40, ал бромидінде 80% бром бар металдың валенттігін есептеп шығарыңыз.

Жауабы: 2

9. Қалыпты жағдайда 33,6л көлемде газдың қанша мольі болады? Қалыпты жағдайда осындай көлем алатын көміртек (IV) оксидінің массасы нешеге тең?

Жауабы: 1,5 моль, 66г.

10. құрамында 40% күкірт бар, 1т темір кол+еданынан қанша күкірт (IV) оксидін алуға болады?

Жауабы: 280м³

11. Қалыпты жағдайда 500мл газдың салмағы 1,806г ауа арқылы газдың тығыздығын және молекулалық массасын табыңыз.

Жауабы; $D=2,79$; $M=80,91$.

12. Сыйымдылығы 50л баллонда, 206 атм. қысымда, $20^{\circ}C$ температурада сақталынып тұрған азоттық массасын есептеп шығарыңыз.

Жауабы: 11,67кг.

13. Температура $103^{\circ}C$ қысым 760мм. см бағ. болған жағдайда бір су буы қандай көлем алады?

Жауабы: 5,2л.

14. Температура $27^{\circ}C$, қысым 6 атм. болған жағдайда 1л көміртек (IV) оксидінің массасы қаншаға тең болады?

Жауабы: 10,72г.

15. Қышқылдың 7г бейтараптандыру үшін 8г калий гидроксиды жұмсалады. Қышқылдың эквиваленттік массасын табыңыз.

Жауабы: 49.

16. Қалыпты жағдайда газдың $9,4 \cdot 10^{21}$ молекуласы қандай көлем алады?

Жауабы: 0,35л.

17. Қалыпты жағдайда газдың 1 мл-де қанша молекула болады?

Жауабы: $2,7 \cdot 10^{19}$

18. Газдың ауа арқылы табылған тығыздығы $1,93\text{г}/\text{см}^3$. Оның сутек арқылы тығыздығын табыңыз.

Жауабы: 28.

19. Егер фосфордың 175мл буының қалыпты жағдайда массасы 0,97г болса, фосфордың молекуласы қанша атомнам тұрады?

Жауабы: 4 атом.

20. Күкіртсутектің молекуласының массасын есептеп шығарыңыз.

Жауабы: $5,67 \cdot 10^{23}$ г

21. Катализатор арқылы 256кг күкірт (IV) оксиді мен 192г. оттектің қоспасын өткізгенде 256г. күкірт (IV) оксиді түзілді. Күкірт (IV) оксидінің және оттектің қанша моль реакцияға түспеді?

Жауабы: 0,8 моль және 4,4 моль O_2 .

22. Мыналардың қайсысының массасы көп: а) көміртек атомының немесе су молекуласының ба? б) су молекуласының немесе магний атомының ба? в) иод атомының немесе оттек молекуласының ба?

23. 1819ж. Швед ғалымы Иоган Вков Берцелиус мыс (II) оксидінің сутегінің ағынында қатты қыздырғанда, ол массасының 27,13г. жоғалтып, соның өзінде 30,52г. су түзілгенін дәлелдеді. Ол осы деректердің негізінде оттегінің атомдық массасы 1-ге тең деп алып, Берцелиус анықтаған шаманы табындар.

24. Азоттың және хлордың атомдық массаларын анықтау үшін ұшқыш қосылыстың нитрозил хлоридінің NOCl -буы ішінде күміс, мыс және кальций металдары бар қыздырылған (алдын ала өлшенген) түтіктер арқылы біртіндеп өткізілді. Осы кезде нитрозил хлориді айрылып, хлор-күміспен, оттег-мыспен, азот-кальциймен қосылды. Түтіктер массалары артып, ретіне қарай 7,1 г; 3,2г және 2,8г-ға тең болады. Осы деректердің оттегінің атомдық массасын 16-ға тең деп алып, хлордың және азоттың атомдық массасын есептендер.

25. Молекулалық массасы екі қосылыстың молекулалық массасынан құралатын өздеріне белгілі заттар типін атаңдар.

26. 20,4г. бертолле тұзын KClO_3 қатты қыздырғанда калий хлориді мен оттег алынады және оның массасы 8 грамға кемиді. Мыналардың: а) кальций хлоридінің; б) бертолле тұзының молекулалық массасын есептендер.

27. Бір атом алюминийдің абсолюттік массасы бір атом бериллийдің абсолюттік массасынан неше есе артық? Бұл сұраққа есептемей-ақ жауап беруге бола ма?

28. Мыстың тығыздығын ($8,92\text{г}/\text{см}^3$) біле отырып, оның кристалл торындағы бір атом мысқа сәйкес келетін көлемін есептеп шығарыңдар.

29. Графиттегі және алмаздағы көміртек атомдарының радиустары бірдей деуге бола ма?

30. Бір атом платинаның, бір атом қорғасынның кристалл торларына сәйкес келетін көлемді есептеп шығарыңдар. Платинаның тығыздығын $21,5\text{г}/\text{см}^3$, қорғасындыкі $11,3\text{г}/\text{см}^3$.

31. Сұйық оттегінің тығыздығы -183°C кезінде $1,14\text{г}/\text{см}^3$. Оттег сұйық күйден қалыпты жағдайда газ тәрізді күйге кешкенде оның көлемі неше есе ұлғаяды?

32. Мына газдардан 2,35 моль оттегінен, 0,65 моль азоттан, 1,31 моль көміртек (IV) оксидінен және 0,68 моль күкірт (IV) оксидінен тұратын қоспа (қ.ж.) қандай көлем алады? Есепті екі арифметикалық амалмен шешіндер.

33. Сұйық оттегінен 3,2 т. оттегі сиятын тасымалдау танктеріне құйып, автомашинамен тасиды. Газ күйіндегі оттегінің осындай мөлшері (қ.ж.) қандай көлем алады?

34. Баллонға 0,5кг сығылған сутек сияды. Сутегінің осы мөлшері (қ.ж.) қандай көлем алады?

35. Ауадан оттегі алуға арналған қондырғылардың бір түрі сағатына тазалығы 99 пайыздық 1200м^3 газ күйіндегі оттегі өндіреді. Көлемі қ.ж. алынған болса, оттегінің осы мөлшері тоннаға шағып өндіретінде қанша болады?

36. $2,41 \cdot 10^{25}$ хлор және осындай мөлшердегі көмірқышқыл газдың молекуласы шамамен (қ.ж.) қандай көлем алады?

37. 560 миллиметрде (қ.ж.) күкірт (IV) оксидінің және осындай көлемде сутегінің қанша молекуласы болатынын есептеп шығарындар.

38. Қалыпты жағдайда $3,01 \cdot 10^{24}$ азот молекуласының массасы қандай?

39. Кейбір газдың сутек бойынша тығыздығы 2-ге тең. Оның ауа бойынша тығыздығы қандай ?

40. Оттегіден екі есе ауыр екені белгілі күкірт (IV) оксидінің формуласы мен атын жазындар?

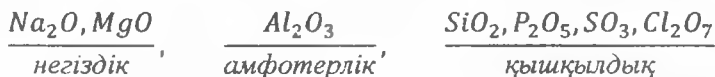
БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ ЖӘНЕ НОМЕНКЛАТУРАСЫ

Заттар жай және күрделі болып екіге бөлінеді. Жай заттар бір элемент атомдарынан түзіледі. Мысалы, молекула түріндегі сутек, хлор, азот, металл түріндегі темір, мыс, мырыш т.б.

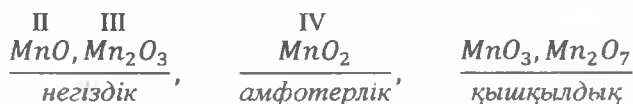
Элементтердің бірнеше жай заттар түзуін аллотропия деп, ал түзілген жай заттардың әрбір түрін сол элементтің аллотропиялық түр өзгерісі деп атайды. Олардың физикалық және химиялық қасиеттері молекуладағы атомдардың бір-бірімен байланысуының түріне, кристалдық формасына байланысты. Мысалы: молекула түріндегі оттегі - оттектің екі атынан (O_2), озон - оттектің үш атынан тұрады, графит пен алмаз тек көміртек атынан (C) тұрады, бірақ олардың кристалдарының құрылысы әртүрлі.

Күрделі заттар екі немесе оданда көп элемент атомдарынан түзіледі. Олар оксидтер, негіздер, қышқылдар және тұздар деп бөлінеді.

Оксид дегеніміз екі элемент атомынан тұратын және оның біреуі оттегі болып келетін күрделі қосылыс. Мысалы: Na_2O , CaO , Al_2O_3 , SO_2 . Оксидтер химиялық қасиеттеріне байланысты негіздік, амфотерлік және қышқылды болып бөлінеді. Оксидтердің қасиеті периодта солдан оңға қарай негіздіктен амфотерлік арқылы қышқылдыққа ауысады, яғни солдан оңға қарай негіздік қасиеті кемін қышқылды қасиеті артады. Мысалы:



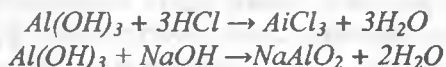
Металл атомы айнымалы валенттілік көрсететін болса, онда оның төменгі валенттілігінде негіздік, жоғары валенттілігінде қышқылдық, орта тотығу дәрежесінде амфотерлік қасиет көрсетеді:



Негіз дегеніміз металл атомынан және гидроксид тобынан тұратын күрделі қосылыс. Мысалы:



Сілтілік металдардың, гидроксидтерін сілтілер дейді, олар суда жақсы ериді. Суда нашар еритін гидроксидтерді негіз дейді. Амфотерлік қасиет көрсететін оксидтерге амфотерлік негіздер сәйкес келеді. Олар қышқылдық және негіздік қасиет көрсетеді. Мысалы:



Сутек атомынан және қышқыл қалдығынан тұратын күрделі қосылысты қышқыл дейді. Мысалы маңызды бейорганикалық қышқылдар: (HCl) - тұз, (H_2SO_4) - күкірт, (H_2SO_3) - күкіртті, (H_2S) - күкіртті сутек, (HNO_2) - азотты, (HNO_3) - азот, (H_2CO_3) - көміртек, (H_3PO_4) - фосфор қышқылы.

Қышқылдардың құрамындағы металл атомына ауыса алатын сутек атомының саны қышқылдың негіздігін көрсетеді. Мысалы HEI - бір негізді, H_2S - екі негізді, H_3PO_4 - үш негізді. Құрамында оттектің болу-болмауына байланысты: оттекті және оттексіз болып екіне бөлінеді.

Металл атомынан және қышқыл қалдығынан тұратын күрделі қосылысты тұз дейді. Олардың аты қышқыл қалдығының атын қосу арқылы аталады. Мысалы: Cl - хлорид, S^{2-} - сульфид, SO_3^{2-} - сульфит, SO_4^{2-} - сульфат, NO_2^- - нитрит, NO_3^- - нитрат, CO_3^{2-} - карбонат, PO_4^{3-} - фосфат. $NaCl$ - натрий хлориді, Na_2S - натрий сульфиді, Na_2CO_3 - натрий карбонаты, Na_3PO_4 - натрий фосфаты т.б.

Тұздар бірнеше түрге бөлінеді орта, қышқылдық, негіздік, қос және кешендік тұз. Мысалы:

Na_2CO_3 - орта тұз – натрий карбонаты;

$NaHCO_3$ - қышқылдық – натрий гидрокарбонаты;

$CuOHCl$ - негіздік тұз – Мыс (II) гидроксохлориді;

$KAl(SO_4)_2$ - қос тұз – калий алюминий сульфаты;

$Na[Al(OH)_4]$ - кешенді тұз – натрийдің тетрагидроксо алюминат

(III).

АТОМНЫҢ ҚҰРЫЛЫСЫ

Атомның электрондық құрылысына байланысты сұрақтарды шешу үшін атомдағы электронның тұрақты жағдайы белгілі кванттық сандармен (n, l, m_l, m_s) сипатталатынын есте сақтау керек.

Ядроның айналасында электрондар орналасқан кеңістікті атомдық орбиталь деп атайды. Атомдық орбиталь төрт кванттық санмен сипатталады: n - басты, l - орбитальдық, m_l - магниттік және m_s - спиналық. Басты кванттық сан электрондардың орналасқан энергетикалық деңгейін, орбитальдық кванттық сан электрондардың орналасқан деңгейшесін және электрондық бұлттардың кескінін магниттік кванттық сан электрондық бұлттардың кеңістікте орналасуын, спиналық кванттық сан электрондардың кванттық ұяшықта орналасу бағытын көрсетеді.

Басты кванттық санның мәндері бүтін сандар болады және әріптермен белгіленеді.

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \dots 00$$

KLMNOPQ

Орбитальдың кванттық сан $l = n - 1$ формуласымен анықталады, оның мәндері 0, 1, 2 және 3 тең болғанда олар әріптермен белгіленіп *S*-, *P*-, *d*-, *f*- орбиталь деп атайды. Атом құрылысын графикалық түрде жазғанда әр орбиталь квадрат түрінде белгіленеді.

S - орбитальда бір кванттық ұяшық ;

P - орбитальды үш кванттық ұяшық ;

d - орбитальда бес кванттық ұяшық ;

f - орбитальды жеті кванттық ұяшық бар

Кванттық сандардың мәні және кванттық деңгейлердегі және деңгейшелердегі электрондардың максималды саны

Кванттық				Магниттік кванттық сан, m_l	Кванттық жағдайдың орбитальдық		Электрондардың максималды саны	
Деңгей	Деңгейше				Деңгейшелері	Деңгейдегі	Деңгейшелері	Деңгейдегі
Белгілеуі	Басты кванттық саны	Орбитальдық кванттық саны	Белгіленуі					
K	1	0		0	1	1	2	2
L	2	0		0	1	4	2	
		1	P	-1; 0; +1	3		6	8
M	3	0		0	1		2	
		1	P	-1; 0; +1	3	9	6	1 8
		2		-2; -1; 0; +1; +2	5		12	
		0		0	1		2	
N	4	1	P	-1; 0; +1	3		6	
		2		-2; -1; 0; +1; +2	5	1 6	10	3 2
		3		-3; -2; -1; 0; +1; +2; +3	7		14	

Паули принципі бойынша атомда төрт кванттық саны бірдей болатын екі электрон кездеспейді, яғни әр кванттың ұяшыққа қарама-қарсы арқасымен тек екі электрон $\uparrow\downarrow$ орналаса алады. Электрон түрінде көрсетіледі.

Электрондардың кванттық ұяшықтарға орналасу реті Гунда ережесімен анықталады. Бұл ереже бойынша электрондар кванттық ұяшықтарға спиналық кванттық сандардың мәндерінің қосындысы максималды, болатындай болып орналасады, яғни мүмкін болса электрондар әр қайсысы жеке ұяшықтарға орналасады, мүмкіндік болмаған жағдайда жұптасады.

Көп электронды атомдардың электрондары атомдық орбитальдарға атом энергиясы ең аз болатындай болып орналасады. Сондықтан электрондар атомдық орбитальдарға атом энергияларының өсу ретімен орналасады. Энергияның өзгеруі басты және орбитальдық кванттық сандардың мәндеріне байланысты. Энергетикалық деңгей мен деңгейшелерге электрондардың басты (n) және орбитальдық (ℓ) кванттық сандардың мәніне байланысты ретімен орналасуы Клечковскийдің бірінші және екінші ережесімен анықталады.

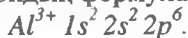
Бірінші ережесі бойынша $n+\ell$ – қосындысы тең болмаса қосындысының өсу ретімен, екінші ережесі бойынша қосындысы тең болса басты кванттық санның өсу ретімен орналасады.

Соңғы валенттік электроны бірдей энергетикалық деңгейшеге орналасқан элемент атомдарын электронды ұяластар дейді, олар периодтық жүйеде бір топшада орналасады. Мысалы: $\dots 3s^2 3p^3 \dots 4s^2 4p^3$ – электронды ұяластар – периодтық жүйенің жетінші тобының негізгі топшасында орналасқан, ал $\dots 3d^5 4s^2$ – бұл алдыңғы электрондық формулаға ұқсас емес. Бұл элемент атомы жетінші топтың қосымша топшасында орналасқан.

Элемент атомдағы электрондардың санының өзгеруі нәтижесінде сол элементтің оң немесе теріс зарядталған иондары түзіледі. Бейтарап атомнан электрон үзіп алуға жұмсалатын энергияны ионизациялау энергиясы (ионизациялау потенциалы) дейді. Ионизациялау энергиясын J – әрпімен белгілейді, өлшемі электронвольт (эВ). Энергия жұмсау арқылы атомнан бір электрон үзілсе +1, екі электрон үзілсе +2, т.с. зарядты ионға айналады. Оң зарядты ионның радиусы бейтарап атомның радиусынан кіші. Ядросының заряды неғұрлым үлкен, ал атом және ион радиусы неғұрлым кіші болса, оның ионизациялау энергиясы үлкен болады.

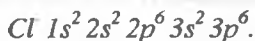
Бейтарап атом электрон қосып алуға жұмсалатын энергияны электрон тартқыштық энергия дейді. F – әрпімен белгіленеді, өлшемі эВ. Бейтарап атом электрон қосып алғанда теріс зарядты ионға айналады, бір электрон қосып алса – 1, екі электрон қосып алса – 2, үш электрон қосып алса – 3 т.с. Теріс зарядты ионның радиусы бейтарап атомының радиусынан үлкен.

Алюминий атомы үш электронын беріп +3 тотығу дәрежесіндегі ионға айналады, оның электрондық формуласы:



Алюминий ионында 10 электрон бар.

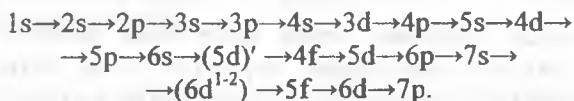
Хлор атомы бір электрон қоспа алып – 1 тотығу дәрежесіндегі ионға айналады, оның электрондық формуласы:



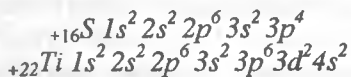
Хлор ионында 18 электрон бар.

1 мысал. Реттік нөмірі №16 және №22 элемент атомдарының электрондық және электронографикалық формуласын жазыңыз, *Шешуі.*

Электрондық формула электрондардың энергетикалық деңгей және деңгейшелерге (атомдық орбитальдарға) бөлініп орналасуын көрсетеді. Электрондық конфигурация nl^x - тобы символымен белгіленеді. Мұндағы: n - басты кванттық сан, l - орбитальдық кванттық сан (бұл әріптің орнына S -, P -, d -, f - белгілері көрсетіледі), x - орбитальда орналасқан электрондардың санын көрсетеді. Электрондарды энергетикалық деңгей және деңгейшелерге орналастырғанда электрондар энергияны, ең аз керек ететініне яғни $n+l$ -дің қосындысы күшісіне (Клечковский ережесі) орналасатынын ескеру керек. Осыған байланысты энергетикалық деңгей мен деңгейшелерге орналасуының кезектік реті төмендегідей болады:



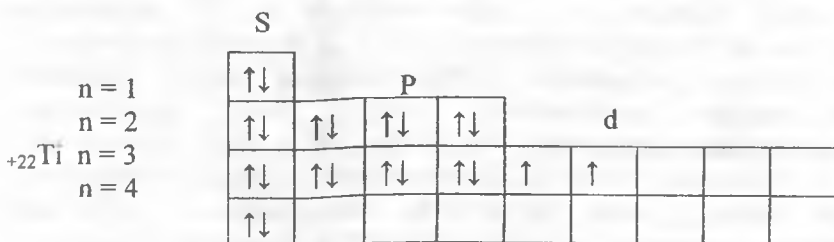
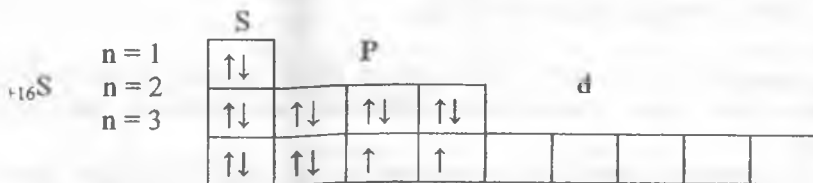
Атомдағы электрондардың саны элементтің Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесіндегі реттік нөміріне тең болғандықтан №16 элемент атомында 16 электрон, №22 элемент атомында 22 электрон бар, олардың электрондық формулалары төмендегідей болады:



Электронографикалық формула арқылы атомдағы электрондардың кванттық ұяшықтарға орналасуын көрсетеді. Ұяшықтар төртбұрыш, ал электрондар стрелка ретінде бекітілінеді. Әр ұяшыққа қарама-қарсы арқасымен орналасқан тек екі электрон орналаса алады.



Әр деңгейдің ұяшықтары (орбитальдары) ең алдымен бір бағытта орналасқан бір-бір электрондармен толтырылады, ұяшықтар бір-бір электронмен толғаннан кейін екінші электрондар қарама-қарсы арқасымен орналасады (Гунда ережесі).



2 мысал. Мышьяк, селен және бром қандай төменгі және жоғарғы тотығу дәрежелерін көрсетеді? Осы тотығу дәрежесіне сәйкес келетін қосылыстарының формуласын жазыңыз.

Шешуі.

Элементтің ең жоғарғы тотығу дәрежесі оның периодтық жүйедегі орналасқан тобының нөміріне тең болады. Ең төменгі тотығу дәрежесі элемент атомы тұрақты сегіз электронды қабат ns^2np^6 құру үшін жетпейтін электронның санымен анықталады.

Мышьяк - V_A , селен - VI_A , бром - VII_D топтарында орналасқан және олардың сыртқы энергетикалық деңгейінің құрылысы мынадай $As-...s^2p^3$, $Se-...s^2p^4$, $Br- s^2p^5$, осыған байланысты анықталған тотығу дәрежелерді және қосылыстарының формуласы 2 кестеде келтірілген

Элемент	Тотығу дәрежесі		Қосылыстарды
	Жоғары	Төменгі	
As	+5	-3	H_3AsO_4, H_3As
Se	+6	-2	SeO_3, Na_2Se
Br	+7	-1	$HBrO_4, KBr$

4 мысал. Атомдағы $4p$ – энергетикалық деңгейше электрондарға толғаннан кейін келесі электрон қайсы деңгейшеге орналасады.

Шешуі:

Клечковский ережесіне сәйкес $4p$, $3d$ және $5s$ -деңгейшелерге $4d$ электрондарын анықтап көрейік. $4p$ - деңгейшеде $n = 4$, $l = 1$, тең, $l + 1 = 2$ тең, $3d$ - деңгейшеде $n=3$, $l = 2$, $3 + 2 = 5$; $5s$ -деңгейшеде $n=5$, $l=0$, $l + 1 = 1$ тең. Клечковскийдің ережесіне сәйкес $n + l$ - қосындысы аз болса электрондар басты кванттық саны кіші деңгейшеге орналасатыны ең алдымен $4p$ - деңгейшеден бұрын $3d$ -деңгейшеге 10 электрон, одан кейін $4p$ - деңгейшеге 6 электрон орналасқаннан соңғы электрон $5s$ -деңгейшеге орналасады.

4 мысал. Басты кванттық саны $n = 4$ болатын элемент атомының энергетикалық деңгейшелеріне орналасатын электрондардың максималды саны нешеге тең?

Шешуі:

Электрондардың энергетикалық деңгейдегі максималды санын мәтін формуламен анықтайды:

$$N = 2n^2$$

мұнда N – электрондардың саны;
 n – бас кванттық, санның мәні.

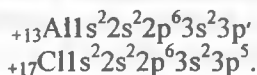
$$N = 2 \cdot 4^2 = 32 \text{ электрон.}$$

Электрондардың энергетикалық деңгейлерге орналасқан ретін мыналармен 12 электронның әр энергетикалық деңгейдегі санын көре аламыз.

$n = 1$	$1s^2$	$N=2$
$n = 2$	$2s^2 2p^6$	$N=8$
$n = 3$	$3s^2 3p^6 3d^{10}$	$N=18$
$n = 4$	$4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^{14}$	$N=32$

5 мысал. Al^{3+} және Cl иондарына қандай электрондық формула сәйкес келеді және неше электроннан бар.

Шешуі. Алюминий және хлор атомдарының электрондық формуласы:



Алюминий атомы үш электрон беріп +3 тотығу дәрежесіндегі ионға айналады, оның электрондық формуласы:



Хлор атомы бар электрон қосып алып -1 тотығу дәрежесіндегі ионға айналады, оның электрондық формуласы:



ЕСЕПТЕР

1. Ядроларының заряды +8, +19, +21, +53-ке тең элемент атомдарының электрондық формуласын жазыңыз және валенттік электрондарын кванттық ұяшықтарға орналастырып элементтердің қандай электрондық ұяласқа жататынын анықтаңыз.

2. Реттік №35 элемент атомының электрондық формуласын жазып валенттік электрондарын кванттық ұяшықтарға орналастырып қанықты және қозған жағдайдағы жұпталмаған дара электрондарының санын анықтаңыз.

3. Электрондық формуласы ... $3d^1 4s^2$ – ке аяқталатын элемент атомының периодтық жүйедегі орнын кванттық санның мәні және валенттік электрондарының саны бойынша көрсетіңіз.

4. Орбиталдық кванттық санның мәні $\ell=2$, $\ell=3$ тең болғанда магниттік кванттық санның неше мәні болады?

5. а) Cl; б) V; в) Mn атомдарының d-орбиталында қозған жағдайда неше кванттық ұяшық бос болады?

6. Реттік номері №9 және №28 элемент атомдарының электрондық формуласын жазыңыз. Осы атомдардың электрондарын кванттық ұяшықтарға орналастырыңыз. Электрондық формуласы арқылы элементтердің қандай ұяласқа жататынын анықтаңыз.

7. Фосфор және ванадий атомдарының электрондық формуласын жазыңыз. Осы атомдардың электрондарын кванттық ұяшықтарға орналастырыңыз. Электрондық формуласы арқылы элементтердің қандай жататынын анықтаңыз.

8. Берілген энергетикалық деңгейдің s-, p-, d, f- орбиталдарында орналасқан электрондардың максималды саны қанша? Не себептен соншаға тең?

9. Марганецтің және селеннің электрондық формуласын жазыңыз. Бұл элементтер қандай электрондық ұяласқа жатады?

10. Атом орбиталдарының қайсысы электрондармен ерте толтырылады: 4s немесе 3d; 5s немесе 4p? Не себептен? Реттік №21 элементтің атомының электрондық формуласын жазыңыз.

11. Реттік номері 17 және 29 элемент атомдарының электрондық формуласын жазыңыз. Соңғысының бір электроны 4s орбиталдан 3d орбиталға түседі. Осы элементтердің әрқайсысы қандай электрондық ұяласқа жатады?

12. Атом орбиталдарының қайсысы электрондармен ерте толтырылады: 4d немесе 5s; 6s немесе 5p? Не себептен? Реттік номері 43 элементтің атомының электрондық формуласын жазыңыз.

13. Изотоп деген не? Периодтық жүйедегі көп элемент атомдарының массасының бөлшек сан болып келетінін немен түсіндіруге болады? әртүрлі элемент атомдарының массасы бірдей бола алады ма? Бұндай атомдар қалай аталады?

14. Орбиталдық кванттық сан $\ell=0$; 2 және 3-ке тең болғанда магниттік кванттық санның мәні қандай және қаншаға тең болады? Периодтық жүйедегі элементтердің қайсылары s-, p-, d- және f-элементтер деп аталады? Мысал келтіріңіз?

15. Атомдағы электрондардың жағдайын сипаттайтын кванттық сандардың: n , l , m_l , m_s мәндері қандай? Магний атомының сыртқы энергетикалық деңгейдегі электрондар үшін осы кванттық сандардың мәні қандай?

16. d-элемент атомдарының орбиталдарының электрондарға толуының, s- және p-элемент атомдарының орбиталдарының электрондарға толуынан қандай айырмашылығы бар? Бесінші периодта орналасқанына қарамастан бесінші энергетикалық деңгейінде бірде-бір электроны болмайтын реттік номері 46 элементтің электрондық формуласын қарастырыңыз.

17. Реттік номері 24 және 23 элемент атомдарының электрондық формуласын жазыңыз. Электрондық формула жазғанда 24 элемент атомының 4s- деңгейдегі бір электроны 3d- деңгейге түсетінін ескеріңіз. Осы элементтердің әрқайсысы қандай ұяласқа жатады?

18. Энергетикалық деңгейдегі s-, p-, d және f- орбиталдарын қандай кванттық санның мәні анықтайды? Кобальт атомында барлығы қанша s-, p-, d және f-электрондар бар?

19. Паули принципінің мағынасы неде? Атомның деңгейшелерінде p^7 немесе d^{12} электрондар бола алады ма? Не себептен? Реттік номері 22 элемент атомының электрондық формуласын құрастырып, оның валенттік электрондарын көрсетіңіз.

20. Реттік номері 32 және 42 элемент атомдарының электрондық формуласын соңғы элемент атомының бір электроны 5s - деңгейшеден 4d -деңгейшеге ауысатынын ескере отырып жазыңыз. Осы элементтер қандай электрондық ұяласқа жататынын көрсетіңіз.

21. Германий, цезий және технецийдің периодтық жүйеде орналасқан жағдайына қарай отырып төмендегі қосылыстардың

формуласын жазыңыз: мета- және ортогерманий қышқылы, цезий дигидрофосфаты және ең жоғарғы тотығу дәрежесіне сәйкес келетін технецидің оксиді. Осы қосылыстардың графикалық формуласын көрсетіңіз.

22. Ионизациялау энергиясы дегеніміз не? Оның өлшемі қандай? Периодтық жүйенің тобында реттік номерінің өсуіне байланысты s- және p- элементтердің тотықсыздандырғыштық активтігі қалай өзгереді? Не себептен?

23. Электротерістік деген не? Периодтық жүйенің периодында, тобында реттік номерінің өсуіне қарай p- элементтердің электротерістігі қалай өзгереді?

24. Периодтық жүйеде орналасқан орнына байланысты германийдің, молибденнің, және ренийдің төмендегі қосылыстарының формуласын қарастырыңыз: германийдің сутекпен қосылысы, рений қышқылы және ең жоғарғы тотығу дәрежесіне сәйкес келетін молибденнің оксиді. Осы қосылыстардың графикалық формуласын көрсетіңіз.

25. Электронтартқыштық деген не? Оның өлшемі қандай? Периодтық жүйенің периодында және тобында реттік номерінің өсуіне байланысты бейметалдардың тотықтырғыштық активтігі қалай өзгереді? Жауапты мысалға алған элемент атомның құрылысына негіздеп беріңіз.

26. Периодтық жүйенің үшінші периодында орналасқан элементтердің ең жоғарғы тотығу дәрежесіне сәйкес келетін оксидтерінің және гидроксидтерінің формуласын құрастырыңыз. Осы қосылыстардың химиялық қасиеті натрийден хлорға қарай қалай өзгереді?

27. Төртінші периодта орналасқан ванадий және мышьяк өсуінің қайсысының металдың қасиеті жоғары? Осы элементтің катысуы сутекпен газ түріндегі қосылыс түзеді? Жауапты осы элементтердің атомының құрылысына сүйене отырып беріңіз.

28. Қандай элементтер газ түріндегі қосылыс түзеді? Осы элементтер периодтық жүйенің қандай топтарында орналасқан? Хлордың, теллурдың және сурьманың ең төменгі және ең жоғарғы тотығу дәрежесіне сәйкес келетін сутектік және оттектік қосылыстарының формуласын құрастырыңыз.

29. Төртінші периодта орналасқан хром және селен өсуінің қайсысының металдық қасиеті жоғары? Осы элементтердің қайсысы

сутекпен газ түріндегі қосылыс түзеді? Жауапты осы элементтің атомының құрылысына сүйене отырып беріңіз.

30. Хлор, күкірт, азот және көміртекке қандай ең төменгі тотығу дәрежесі тән? Не себептен? Осы тотығу дәрежелерінде олардың алюминиймен түзетін қосылыстарының формуласын құрастырыңыз, қосылыстардың атын жазыңыз.

31. Периодтық жүйенің бесінші тобында орналасқан фосфор мен селеннің қайсысының бейметалдық қасиеті күштірек? Осы элементтердің сутектік қосылыстарының қайсысы күшті тотықсыздандырғыш? Жауапты осы элемент атомдарының құрылысына сүйене отырып беріңіз.

32. Металдың периодтық жүйеде орналасқан орнына сүйене отырып төмендегі сұраққа негізделген жауап беріңіз: келтірілген гидроксидтер жұбының қайсысының негіздік қасиеті екенін көрсетіңіз: $\text{Ba}(\text{OH})_2$ немесе $\text{Mg}(\text{OH})_2$; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ немесе $\text{Fe}(\text{OH})_2$; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ немесе $\text{Sr}(\text{OH})_2$?

33. Не себептен марганец металдың, ал хлор бейметалдық қасиет көрсетеді? Жауапты осы элемент атомдарының құрылысы арқылы негіздеп беріңіз. Хлормен марганецтің оксидтерімен гидроксидтерінің формулаларын жазыңыз.

34. Сутек, фтор, күкірт және азот қандай төменгі тотығу дәрежесін көрсетеді? Не себептен? Осы элементтердің осы тотығу дәрежесіндегі қосылыстарының формуласын жазыңыз.

35. Кремний, мышьяк, селен және хлор қандай төменгі және жоғарғы тотығу дәрежелерін көрсетеді? Не себептен? Осы тотығу дәрежелеріне сәйкес келетін қосылыстарының формуласын жазыңыз.

36. Атомындағы соңғы электрон 4d- және 5f- орбитальдарына орналасқан элементтер қандай ұяласқа жатады? Осы ұяластардың әрқайсысында қанша элементтен бар? Бұл элементтердің қасиетіне олардың атомының электрондық құрылысы қалай әсер етеді?

37. Периодтық жүйеде элементтердің атомдық массасы үздіксіз көбейуіне қарамастан жай заттардың қасиеті периодты түрде өзгереді. Бұны қалай түсіндіруге болады?

38. Қазіргі кездегі периодтық заңының анықтамасы қандай? Аргон, кобальт, теллур және торий атомдық массаларының үлкен болуына қарамастан калий, никель, иод және протактиниден кейін орналасқанын түсіндіріңіз.

39. Көміртек, фосфор, күкірт және иод қандай төменгі және жоғары тотығу дәрежесін көрсетеді? Не себептен? Бұл элементтердің осы тотығу дәрежесіне сәйкес келетін қосылыстарының формуласын жазыңыз.

40. Германий, ванадий, марганец және ксенон қандай ең жоғарғы тотығу дәрежесін көрсетеді? Не себептен? Бұл элементтердің осы тотығу дәрежесіне сәйкес келетін оксидтерінің формуласын жазыңыз.

ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫС ЖӘНЕ МОЛЕКУЛА ҚҰРЫЛЫСЫ

Әрекеттесуші атомдардың әрекеттесуі нәтижесінде екі немесе одан да көп атомдардан тұратын тұрақты жүйенің түзілуін химиялық байланыс дейді. Химиялық байланыс коваленттік, иондық, металдық және сутектік болып бөлінеді.

Коваленттік байланыс әрекеттеуші атомдардың электрондық бұлттарының бүркелісуінен түзіледі. Коваленттік байланыс полюссіз және полюсті болып екіге бөлінеді. Бір элементтің екі атомының арасында түзілетін байланыс полюссіз коваленттік байланыс.

Мысалы: H_2 , N_2 . Электртерістіктері әр түрлі элемент атомдарының арасында түзілетін байланыс полюсті коваленттік байланыс. Мысалы: HCl , HF .

Коваленттік байланыстың түзілуі екі әдіспен түсіндіріледі:

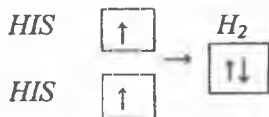
1. Валенттік байланыс әдісі.
2. Молекулалық орбиталь әдісі.

Валенттік байланыс әдісі (спинваленттілік) коваленттік байланыс жұпталмаған дара электрондардың жұптасуы арқылы түзіледі деп түсіндіреді.

Мысалы сутек молекуласының түзілуі. Сутек молекуласы екі атомнан тұрады - H_2 . Сутек атомының электрондық, формуласы:



Сутек молекуласының түзілуінің графикалық түрі:



Электрондарды нүктемен белгілеп электрондық формула түрінде көрсетуге болады:

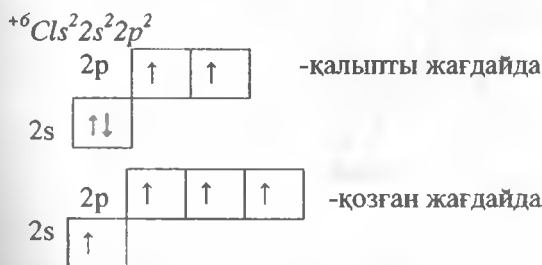


Жұптаспаған дара электрондардың жұптасуынан бір коваленттік байланыс түзіледі, оны сызықша арқылы белгілеуге болады $H - H$.

Электрондық бұлттардың кеңістікте әртүрлі бүркелісуіне байланысты σ -, π - және δ - байланыстар түзіледі. Бұл коваленттік байланыстың бағытын сипаттайды.

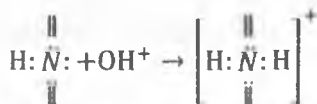
Элемент атомының түзетін коваленттік байланысының шектік мөлшерін коваленттік байланыстың қаныққандығы дейді. Бірінші периодтағы элемент атомының қаныққандығы бірге, екінші периодтағы элемент атомдарының қаныққандығы төртке, үшінші периодтан ары қарай тоғызға тең.

Коваленттік байланыс түзуге сутегі молекуласындағыдай тек S - S электрондар қатыспай әр түрлі энергетикалық деңгейлерде орналасқан S - P электрондар да қатысады. Оның нәтижесінде гибридтелген орбитальдар түзіледі. Гибридтелу дегеніміз электрондық бұлттың бір жағынан екінші жағына ығысуы. Химиялық байланыс түзуге S - және P - электрондар қатысқанда SP -, SP^2 - және SP^3 – гибридтелген орбитальдар түзіледі. Мысалы, көміртек атомын қарастырайық:



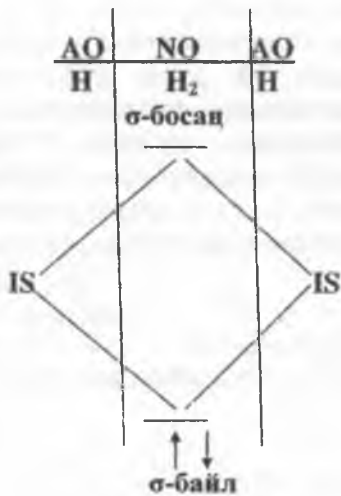
Көміртек атомының химиялық байланыс түзуге бір S -, үш P - электрондар қатысады, сондықтан ол SP^3 - гибридтелген орбиталь түзеді.

Донорлы – акцепторлық механизм бойынша коваленттік байланыс дайын жұп электронды бос орбитальға беру арқылы түзіледі. Мысалы: аммоний катионының (NH_4^+) түзілуі:



NH^1 – донор
 H^1 – акцептор.

Молекулалық орбиталь әдісі (MO) коваленттік байланыстың түзілуіне әрекеттесуші атомдардың ядролары және барлық электрондары қатысуы деп түсіндіреді. Молекуланың түзілуін молекулалық орбиталь әдісінде энергетикалық диаграммамен түсіндіруге және байланыс еселігін есептеуге болады. Мысалы сутек молекуласының түзілуінің энергетикалық диаграммасын қарастырайық.



Байланыс еселігі:

$$(BE) = \frac{\sigma^{\text{байл}} \text{ электрон саны} - \sigma^{\text{босаң}} \text{ электрон саны}}{2}$$

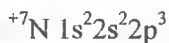
Сутек молекуласындағы байланыс еселігі:

$$BE = \frac{2 - 0}{2} = 1.$$

1 мысал. Валенттік байланыс әдісімен азот молекуласының түзілуін және неше σ -, π - байланыстар түзілетінін график түрінде көрсетіңіз.

Шешуі.

Азот атомының электрондық формуласын жазып валенттік электрондарын квантық ұяшықтарға орналастырамыз.

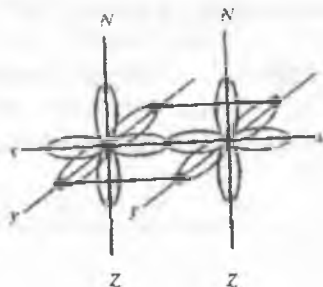


Электрондарды нүкте арқылы белгілеп жұптаспаған дара электрондардың жұптасуы арқылы үш коваленттік байланыстың түзілуін көреміз.

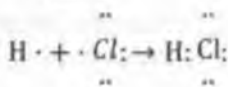
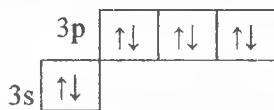


x осіндегі p - электрондар жұптасқанда σ - байланыс. y және z осьтерінде жұптасқан электрондар екі π - байланыс түзеді.

График түрінде:



2 мысал. HCl молекуласының түзілуінің электрондық схемасын құрастырыңыз. HCl , HBr және HI қатарында химиялық байланыстың полярлығы қалай өзгереді?



HCl, HBr, HI қатарында байланыстың полярлығы кемиді. Бұнын себебі сутек атомымен *Cl, Br, I* атомдарының электр терістіктерінің айырмасы азаяды. Хлор, бром, иод жетінші топтың негізгі топшасында орналасқан. Топта жоғарыдан төмен қарай электр терістік кемиді. Хлордың электр терістігі 3-ке, бромның электр терістігі 2,8-ге, иодтың электр терістігі 2,6-ға тең. Айырмасы:

$$\Delta T_{HCl} = 3,0 - 2,1 = 1,5$$

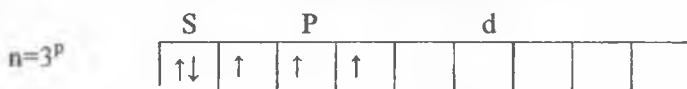
$$\Delta T_{HBr} = 2,8 - 2,1 = 0,7$$

$$\Delta T_{HI} = 2,6 - 2,1 = 0,5$$

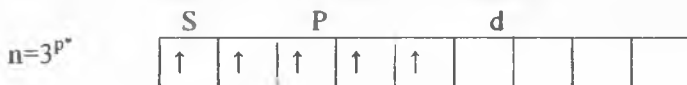
3 мысал. Фосфордың қалыпты және қозған жағдайдағы жұпталмаған тақ электрондарының санына (спинваленттік) байланысты көрсететін валенттілігі нешеге тең?

Шешуі.

Фосфордың сыртқы энергетикалық деңгейіндегі электрондардың $...3s^2 3p^3$ (Хунда ережесін еске алып $-3s^2 3p_x 3p_y 3p_z$) кванттық ұяшықтарға орналасуы төмендегідей болады:



Фосфор атомында бос d - орбиталь болғандықтан қозған жағдайда 3S - орбитальдан бір электрон 3d - орбитальға ауысады:



Жоғарыда көрсетілген желіге қарай отырып фосфор атомында қалыпты жағдайда үш, қозған жағдайда бес электрон бар екенін көреміз. Осыған байланысты фосфордың валенттігі (спинваленттілігі) үшке және беске тең.

4 мысал. Валенттік орбитальдың гибридтелуі деген не? Егер химиялық байланыс А атомы орбитальінің SP^- , SP^2^- , SP^3^- - гибридтелуі

арқылы түзілетін болса, AB_n молекуласының құрылысы қандай болады?

Шешуі.

Валенттік байланыс (ВБ) теориясы бойынша коваленттік байланыс түзуге тек «таза атомдық орбиталь (АО)» ғана қатыспай гибридтелген атомдық орбиталь (АО) - «аралас» атомдық орбиталь қатысады. Гибридтелген кезде бастапқы орбитальдың кескіні, энергиясы өзгерін, кескіні, энергиясы бірдей жаңа орбиталь (электрондық бұлт) түзіледі. Гибридтелген орбитальдың саны бастапқы орбитальдың санына тең. Қойылған сұрақтың жауабы №3 кестеде келтірілген.

Кесте 3

Орбитальдардың гибридтелуі және молекуланың кескіні

Молекуланың түрлері	A атомының бастапқы орбиталі	Гибридтелудін түрі	Атомның гибридтелген орбиталінің саны	Молекуланың кеңістіктегі кескіні
AB_2	S+P	SP	2	Түзу сызықты
AB_3	S+P+P	SP^2	3	Үш бұрышты
AB_4	S+P+P+P	SP^3	4	тетраэдрлы

5 мысал. $[GrCl_6]^{3-}$ кешенді ионының құрылысын талдаңыз. Донорды және акцепторды көрсетіңіз. Осы ионның октаэдрлік құрылысын валенттік байланыс (В.Б.) әдісі қалай түсіндіреді?

Шешуі:

Хром атомының валенттік электрондарының формуласын жазып кванттық ұяшықтарға орналастырамыз:



Хром атомы 4s - энергетикалық деңгейдегі бір. 3d - деңгейдегі екі электронын беріп Gr^{3+} - ионына айналады. Хром ионнда бос алты орбиталь пайда болады: екі d- орбиталь және үш p- орбиталь. Осылардың арқасында $d^2 sp^3$ — гибридтелген орбиталь түзіледі. Алты хлор ионының әрқайсысы жұпталған

электрондарымен хромның бос орбитальдарына орналасқан кешендік ион түзеді. Кешендік ионның тотығу дәрежесі 3-, құрылысы октаэдр. Cl^- – ионы донор, Gr^{3+} – ионы акцептор.

ЕСЕПТЕР

1. Қандай химиялық байланысты коваленттік байланыс дейді? Коваленттік байланыстың бағытын қалай түсіндіруге болады? Валенттік байланыс (ВБ) әдісі су молекуласының құрылысын қалай түсіндіреді?

2. Қандай коваленттік байланыс σ – байланыс және қандай байланыс полярлы деп аталады? Коваленттік байланыстың полярлығының сандық өлшемін не көрсетеді? N_2 , H_2 , O , H молекулаларының құрылысының электрондық жүйесін құрастырыңыз. Олардың қайсысы диполь болып есептеледі?

3. Коваленттік байланыстың түзілуінің қандай тәсілі донорлық акцепторлы деп аталады? BF_4^- және BN^- – иондарында қандай химиялық байланыс бар? Донорды және акцепторды көрсетіңіз.

4. BeCl_2 – молекуласының құрылысының тізбекті және CH_4 – молекуласының құрылысының тетраэдр екенін валенттік байланыс (ВБ) әдісі қалай түсіндіреді?

5. Қандай коваленттік байланыс σ – және қандай π – байланыс деп аталады? Азот молекуласының құрылысын мысалға алып түсіндіріңіз.

6. Қалыпты және қозған жағдайда хлордың атомында қанша жұпталған дара электрон болады? Осы электрондарды кванттық ұяшықтарға орналастырыңыз. Жұпталмаған электрондардың санына байланысты хлор қандай валенттіліктерді көрсетеді?

7. Күкірт атомының электрондарын кванттық ұяшықтарға орналастырыңыз. Қалыпты және қозған жағдайда күкірт атомында неше жұпталмаған дара электрон бар? Осы жұпталмаған электрондар санына байланысты күкірт қандай валенттілік көрсетеді?

8. Дипольдің электрлік моменті деген не? HCl , NH_3 , H_2O молекулаларының қайсысында дипольдік момент ең жоғары? Себебі неде?

9. Қандай кристалдық тор иондық, атомдық, молекулалық және металдық деп аталады? Алмаз, натрий хлориді, көміртек қос оксиді,

мырыш заттарының құрылысы жоғарыда көрсетілген кристалдық тордың қайсысына сәйкес келеді?

10. Cl_2 , H_2S , CCl_4 молекулаларының құрылысын, электрондық жүйесін құрастырыңыз. Осы молекулалардың қайсысында ковалентті байланыс полярлы? Валенттік байланыс әдісі H_2S молекуласының құрылысы бұрышты екенін қалай түсіндіреді?

11. NaCl – кристалының құрылысының натрийдің кристалының құрылысынан айырмашылығы неде? Осы кристалдардағы химиялық байланыстың түрі қандай? NaCl және натрийдің кристалдық торы қандай? Осы кристалдық торда координациялық сан нешеге тең?

12. Қандай химиялық байланыс сутектік деп аталады? Бұндай байланыс қандай заттардың молекулаларының арасында болады? Не себептен H_2O және HF молекулалық массасының аз болғанына қарамастан өзіне ұқсас қосылыстарға қарағанда жоғарылау температурада балқиды және қайнайды?

13. Қандай химиялық байланыс иондық деп аталады? Оның түзілу механизмі қандай? Иондық байланыстың коваленттік байланыстан айырмашылығы оның қандай қасиеттеріне негізделген? Иондық байланысты екі қосылысқа мысал келтіріңіз. Сол қосылыстардағы иондардың бейтарап атомдарға айналуының теңдеуін жазыңыз.

14. Атомның тотығу дәрежесін қалай түсіндіруге болады? CH_4 , CH_3OH , HCOOH , CO_2 қосылыстарындағы көміртек атомының тотығу дәрежесін және жұпталмаған дара электрондарының санына байланысты көрсететін валенттілігін анықтаңыз.

15. Қандай молекулалық әрекеттесу күші ориентациялық, индукциялық және дисперсиялық деп аталады? Осы күштер қалай пайда болады және оның табиғаты қандай?

16. Қандай химиялық байланыс координациялық немесе донорлы-акцепторлы деп аталады? $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{+2}$ кешенінің құрылысын талдаңыз. Донор және акцепторды көрсетіңіз. Осы ионның құрылысы тетраэдр екенін валенттік байланыс (ВБ) әдісі қалай түсіндіреді?

17. Бор атомының қай электроны коваленттік байланыс түзуге қатысады? BF_3 молекуласы симметриялы үш бұрышты кескінді екенін валенттік байланыс әдісі қалай түсіндіреді?

18. Оттек молекуласының парамагниттік қасиетін молекулалық орбиталь әдісі қалай түсіндіреді? Оттек молекуласының түзілуінің

энергетикалық жүйесін молекулалық орбиталь әдісі бойынша сызыңыз.

19. F_2 молекуласының түзілуінің энергетикалық жүйесін молекулалық орбиталь (МО) әдісі бойынша сызыңыз. Босаң және байланыстырғыш молекулалық орбитальдарда қанша электроннан бар?

20. Азот молекуласының диссоциациялану энергиясының үлкен болуын молекулалық орбиталь әдісі (МО) қалай түсіндіреді. N_2 молекуласының түзілуінің энергетикалық жүйесін молекулалық орбиталь (МО) әдісі бойынша сызыңыз. Босаң және байланыстырғыш молекулалық орбитальдарда қанша электроннан бар?

ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЖҰРУ ЗАНДЫЛЫҚТАРЫ

Химиялық реакция кезінде жүйеде терең сапалық өзгерістер болады. Реакцияға түсетін заттарда ескі химиялық байланыс үзіліп жаңа химиялық байланыс пайда болып басқа жаңа өнім түзіледі. Бұл өндірістердің болуы химиялық реакция кезіндегі энергияның өзгеруіне байланысты. Көпшілігінде энергия жылу түрінде бөлінеді немесе сіңіріледі. Химиялық реакциялардың энергиясын және сол термодинамикалық көрсеткіштердің мәні бойынша реакцияның жүру шартын қарастыратын химияның бөлімін термохимия дейді.

Химиялық реакцияның нәтижесінде аз уақыт мөлшерінде көп өнім алу оның жылдамдығына байланысты. Химиялық реакцияның жылдамдығын және оған әсер ететін факторларды қарастыратын химия бөлімін химиялық кинетика дейді.

Сонымен химиялық процестердің жүру заңдылықтарын химиялық термодинамика және химиялық кинетика бөлімі қарастырады.

Химиялық термодинамика

Химиялық термодинамиканың негізгі көрсеткіштеріне энтальпия, энтропия және Гиббстің бос энергиясы жатады. Осы көрсеткіштер химиялық реакцияның жылу бөліп немесе сіңіріп жүретінін, реакцияның өздігінен қарастырып отырған бағытта

жүретінін немесе жүрмейтінін және қандай температурада жүретінін анықтауға мүмкіндік береді.

Жылу эффектісі корсетілген реакцияларды термохимиялық реакция дейді. Химиялық реакцияның жылу эффектісі: ΔH белгіленеді, өлшемі кДж/моль экзотермиялық реакцияда $\Delta H < 0$, эндотермиялық реакцияда $\Delta H > 0$

Химиялық реакцияның жылу эффектісін Гесс заңынан шығатын салдар бойынша есептеуге болады: "Химиялық реакцияның жылу эффектісі реакция нәтижесінде түзілген заттардың түзілу жылуының қосындысынан реакцияға түскен заттардың түзілу жылуларының қосындысын алғанға тең".

$$\Delta H_{\text{р}}^{\circ} = \sum \Delta H^{\circ} \text{ реакция өнімі} - \sum \Delta H^{\circ} \text{ реакцияға түскен заттар}$$

Заттың түзілу жылуы дегеніміз 1 моль күрделі заттың жай түзілу энтальпиясы. Жайы заттардың энтальпиясы кең. Заттардың стандарттық жағдайдағы энтальпиясының мәндері анықтама оқулықтарда берілген. $T=298^{\circ}\text{K}(25^{\circ}\text{C})$ және $101,825 \text{ кПа}$ (1 атм, 760 мм.с.б.) - стандарттық жағдай деп аталынады. Энтальпияның мәні бір мольге есептеліп берілген, сондықтан реакция теңдеуіндегі коэффициенттер ескеріледі. Сонымен қатар әр қосылысқа оның физикалық күйі көрсетіледі. Газ түрінде (г), сұйық (с), қатты зат (к).

Химиялық реакция кезінде әрекеттесуші заттар арасында тартылыс және тербеліс күші пайда болады, соның нәтижесінде олар бір жағынан реттілікке, екінші жағынан ретсіздікке ұмтылады. Жүйенің реттілікке (агрегация) ұмтылуын энтальпия, ретсіздікке (деагрегация) ұмтылуын энтропия сипаттайды.

Энтропия S' - әрпімен белгіленеді, өлшемі Дж/моль⁰К. Энтропияның өзгеруін Гесс заңынан шығатын салдар бойынша мына формуламен есептейді:

$$\Delta S = \sum S_{\text{реакция өнімі}} - \sum S_{\text{реакция түскен зат}}$$

Заттардың стандарттық жағдайдағы энтропиясының мәні анықтама оқулықта берілген.

Әрекеттесуші заттарды қыздырғанда, буландырғанда, балқытқанда және көлем ұлғайғанда энтропия артады, яғни $\Delta S > 0$,

конденсация кристаллизация және қысу арқылы көлемді азайтқанда энтропия кемиді, яғни $\Delta S < 0$.

Термохимиялық жүйенің реттілікке ұмтылуын энтальпия, ретсіздікке ұмтылуын энтропия сипаттайды. Бұл екі көрсеткіштің әсері бір-біріне байланысты емес. Сондықтан осы екі көрсеткіштің термохимиялық жүйеге әсерін есепке алу үшін термохимияға тағы бір көрсеткіш енгізілген, ол изобаро -изотермиялық потенциал немесе Гиббстің бос энергиясы деп атайды. Гиббстің бос энергиясы G -әрпімен белгіленеді, оның өзгерісі ΔG , өлшемі кДж/моль. Гиббстің бос энергиясының өзгеруі мына формуламен анықталады:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S.$$

Гиббс энергиясының мәні бойынша реакцияның өздігінен жүретінін, немесе жүрмейтінін және қандай температурада жүретінін анықтауға болады. Егер $\Delta G < 0$ өздігінен жүреді; $\Delta G > 0$ өздігінен жүрмейді; $\Delta G = 0$ жүйе химиялық тепе-теңдікте.

Реакция жүрмей тұрған кезде $\Delta G = 0$, онда $\Delta H = T\Delta S$. Осыдан реакцияның қандай температурада жүретінін есептеуге болады:

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

1 мысал. Этил спиртінің жану реакциясы мына термохимиялық теңдеумен өрнектеледі:



$C_2H_5OH_{(C)}$ — тын мольдік бу түзу жылуы +42,36кДж, $C_2H_5OH_{(g)}$; $CO_{2(g)}$ $H_2O_{(C)}$ -ның жылу түзуін қосымшада келтірілген кестеден алып көрсетілген реакцияның жылу эффектісін есептеп шығарыңыз.

Шешуі:

ΔH —ты анықтау үшін $C_2H_5OH_{(C)}$ жылу түзуін білу керек.

Оны былай анықтайды:

$$C_2H_5OH_{(C)} = C_2H_5OH_{(g)} + 42,36 = -235,31 - \Delta H_{C_2H_5OH_{(C)}}$$

осыдан

$$\Delta H^0_{C_2H_5OH_{(C)}} = -235,31 - 42,36 = -277,67 \text{ кДж.}$$

Реакцияның жылу эффектісін Гесс заңынан шығатын салдарды қолданып есептейміз:

$$\Delta H_{\text{xp}}^0 = \Delta H_{\text{өнім}}^0 - \Delta H_{\text{бастапқы зат}}^0 = \left[2\Delta H_{\text{CO}_2(\Gamma)}^0 + 3\Delta H_{\text{H}_2\text{O}(\text{C})}^0 \right] -$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{C})}^0 &= 2[-393,51 + 3/-285,84/] + 277,67 \\ &= -1366,87 \text{ кДж/моль.} \end{aligned}$$

2 мысал. 1 моль заттың энтропиясы бірдей температурада қандай күйде көп: кристалдық немесе бу күйінде?

Шешуі:

Энтропия заттың ретсіздікке ұмтылуын сипаттайды. Кристалда бөлшектер /атомдар, иондар/ ретімен кеңістіктің бір нүктесінде орналасқан, ал газдарда ондай шектік жоқ. 1 моль газдың алатын көлемі 1 моль кристалдық заттың көлемінен көп. Энтропия заттың атом-молекулалық құрылысының ретсіздігінің сандық өлшемі болғандықтан бірдей температурада 1 моль будың энтропиясы кристалдың энтропиясынан көп.

3 мысал. $\text{CH}_4(\Gamma) + \text{CO}_2(\Gamma) \leftrightarrow 2\text{CO}(\Gamma) + 2\text{H}_2(\Gamma)$ жүйесінде стандарттық жағдайда реакция тура немесе кері бағытта жүретінін анықтаңыз.

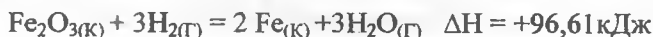
Шешуі:

Реакцияның бағытын анықтау үшін тура реакцияның ΔG_{298}^0 – есептеп шығару керек. Заттардың ΔG_{298}^0 –ның мәні қосымша кестеде берілген. ΔG_{298}^0 –ның мәні реакция үшін Гесс заңымен шығатын салдар бойынша анықталады:

$$\begin{aligned} \Delta G_{298}^0 \text{ x. p.} &= \sum \Delta G_{\text{өнім}}^0 - \sum \Delta G_{\text{баст.зат}}^0 = (2\Delta G_{\text{CO}(\Gamma)}^0 + 2\Delta G_{\text{H}_2(\Gamma)}^0) - \\ &- (\Delta G_{\text{CH}_4(\Gamma)}^0 + \Delta G_{\text{CO}_2(\Gamma)}^0) = [2(-137,27) + 2(0)] - [(50,79) + \\ &+ (-394,38)] = +170,63 \text{ кДж.} \end{aligned}$$

$\Delta G_{298} > 0$ болғандықтан $T=298\text{K}$ және $P=1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ жағдайында реакция тура бағытта жүре алмайды.

4 мысал. Fe_2O_3 -тің сутекпен тотықсыздануы мына теңдеумен жүреді:



Егер энтропияның өзгеруі $\Delta S = 0,1387 \text{ кДж/мольград}$ тең болса, бұл реакцияның стандарттық жағдайда жүруі мүмкін бе?

Fe_2O_3 –тің тотықсыздануы қандай температурада басталады?

ЕСЕПТЕР

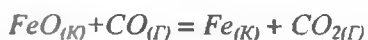
1. Fe_2O_3 -тің 1 молін металдық алюминиймен тотықсыздандыру реакциясының жылу эффектiсін есептеңіз.

Жауабы: $-84,7 \text{ кДж}$.

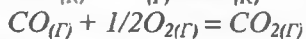
2. Газ түріндегі C_2H_5OH -ты этиленді (C_2H_4) су буымен әрекеттестіру арқылы алуға болады. Осы реакцияның термохимиялық теңдеуін жазып жылу эффектiсін есептеңіз.

Жауабы: $-45,76 \text{ кДж}$.

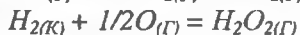
3. Төмендегі берілген термохимиялық теңдеуге сүйене отырып темір (II) оксидінің сутекпен тотықсыздану реакциясының жылу эффектiсін есептеп шығарыңыз:



$$\Delta H^0 = -13,18 \text{ кДж}$$



$$\Delta H^0 = -283,0 \text{ кДж}$$



$$\Delta H^0 = -241,83 \text{ кДж}$$

Жауабы: $+27,99 \text{ кДж}$.

4. Этанның бір молі жанған кезде су буы және көміртек қос оксиді түзілетін реакцияның термохимиялық теңдеуін жазып жылу эффектiсін есептеңіз. Қалыпты жағдайға есептегенде 1 м^3 этан жанғанда қанша жылу бөлініп шығады?

Жауабы: $63742,86 \text{ кДж}$.

5. а) су буға; б) графит алмазға ауысқанда энтропия азайды ма немесе көбейді ме? Не себептен? Әр алмасуға ΔS_{298} -ді есептеңіз. Фазалық және аллотропиялық алмасу кезіндегі энтропияның сандық өзгеруіне қорытынды жасаңыз.

Жауабы: а) $118,78 \text{ кДж/моль/град}$; б) $3,25 \text{ Дж/моль град}$.

6. $CO_{2(г)} + 4H_{2(г)} = CH_{4(г)} + 2H_2O_{(г)}$ — тендеуімен жүретін реакцияның Гиббс энергиясын (ΔC_{298}) реакцияның стандарттық жылу түзуінің және стандарттық абсолюттік энтропиясының мәні арқылы есептеңіз. Осы реакция стандарттық жағдайда жүреді ме?

Жауабы: -130,89кДж.

7. Аммиактың азот пен сутектен түзілу реакциясының энтропиясының өзгеруін есептеңіз. Реакцияға қатысатын заттардың стандарттық абсолюттік энтропиясының мәнін қосымшадағы кестеден алыңыз. Не себептен теріс мәнді екенін түсіндіріңіз.

Жауабы: -198; 26кДж./моль град/.

8. $BeCO_3$, $CaCO_3$ және $BaCO_3$ карбонаттарының қайсысын тікелей олардың оксидтерін CO_2 - мен әрекеттестіру арқылы алуға болады және қай реакция жылдам жүреді? Жауабы: ΔG_{298} мәнін есептеу арқылы негіздеп беріңіз.

Жауабы: +31,24кДж; -130,17кДж; -216,02кДж.

9. $CO_{(г)} + 3H_{2(г)} = CH_{4(г)} + H_2O_{(г)}$ — тендеуімен жүретін реакциясының Гиббс энергиясын (ΔG_{298}) реакцияның стандарттық жылу түзу және стандарттық абсолюттік энтропиясының мәні арқылы есептеңіз. Осы реакцияның стандарттық жағдайда жүруі мүмкін бе?

Жауабы: -142,16кДж.

10. Күкіртті сутек төмендегі реакция тендеуімен алынады:



Реакцияға қатысатын заттардың стандарттық абсолюттік мәні арқылы энтропияның өзгеруін (ΔS_{298}) және Гиббс энергиясының өзгеруін (ΔG_{298}) есептеп шығарыңыз.

Жауабы: +43,15Дж/моль град/.

11. $Fe_3O_{4(к)} + CO_{(г)} = 3FeO_{(к)} + CO_{2(г)}$ $\Delta H^0 = +34,55кДж$ тендеуімен жүретін Fe_3O_4 оксидінің тотықсыздану реакциясының қандай температурада жүре бастайтынын анықтаңыз.

Жауабы: 1102,4.

12. Кристалдық аммоний хлориді – газ тәріздес аммиак пен сутек хлориді әрекеттескенде түзіледі. Осы реакцияның термохимиялық теңдеуін жазып, жылу эффектісін анықтаңыздар. Егер реакцияда, қалыпты жағдайда 10 л аммиак жұмсалған болса, болінетін жылу мөлшері қандай?

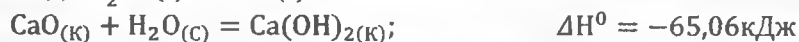
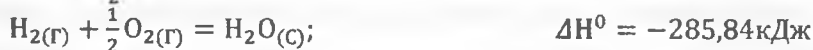
Жауабы: 78,97 кДж.

13. Қандай реакцияның жылу эффектісі, метанның жану жылуына тең? Келесі термохимиялық теңдеулер арқылы метанның жану жылуын есептеңіздер:



Жауабы: -74,88 кДж.

14. Қандай реакцияның жылу эффектісі кальций гидроксидінің жану жылуына тең? Келесі термохимиялық теңдеулер арқылы кальций гидроксидінің жану жылуын есептеңіздер:



Жауабы: -986,50 кДж.

15. Газтәріздес аммиак жанғанда су булары мен азот оксиді алынады. Егер осы реакция кезінде, қалыпты жағдайда 44,8 л *NO* алынған болса, бөлінетін жылу мөлшері қандай?

Жауабы: 452,37 кДж.

16. 11.5 г сұйық этил спирті жанғанда 308.70 кДж жылу бөлінеді. Нәтижесінде су булары мен көміртегі диоксиді алынатын. Осы реакцияның термохимиялық теңдеуін жазындар. *C₂H₅ОН*-тың жану жылуын анықтаңыздар.

Жауабы: -277,67 кДж.

17. Нәтижесінде су булары мен көміртегі диоксиді алынатын, 1 моль этанның *C₂H₆(г)* жану реакциясының термохимиялық теңдеуін жазып, жылу эффектісін анықтаңыздар. Қалыпты жағдайда 1м³ этан жанғанда бөлінетін жылу мөлшері қандай?

Жауабы: 63742,86 кДж.

18. 6,3 г темір мен күкірт әррекеттескенде 11,31 г жылу бөлінеді. Нәтижесінде су булары мен көміртегі диоксиді алынатын реакцияның

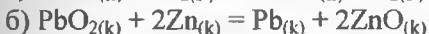
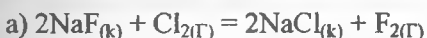
термохимиялық теңдеуін жазыңыздар. C_2H_2 -нің жану жылуын 1 анықтаңыздар.

Жауабы: -635,6 кДж.

19. л ацетилен (қ.ж.) 56,053 кДж жылу бөледі. Нәтижесінде су булары мен көміртегі диоксиді алынатын реакцияның термохимиялық теңдеуін жазыңыздар. C_2H_2 -нің жану жылуын анықтаңыздар.

Жауабы: 226,75 кДж/моль.

20. Келесі реакциялар үшін ΔG^0_{298} анықтаңыздар:



А) реакциясы бойынша фторды алуға және

Б) реакциясы бойынша PbO_2 цинкпен тотықсыздандыруға болады ма?

Жауабы: +313,94 кДж, -417,4 кДж.

Химиялық кинетика

Химиялық реакцияның жылдамдығы туралы ілімді химиялық кинетика дейді. Реакция жылдамдығы әрекеттесуші заттардың концентрацияларының белгілі-бір уақыт мөлшерінде өзгеруімен сипатталады. Жылдамдық V – әрпімен

Химиялық реакцияның жылдамдығы әрекеттесуші заттардың концентрациясына, температурасына, олардың табиғатына және катализатордың қолданылуына тәуелді.

Реакция жылдамдығының әрекеттесуші заттардың концентрациясына тәуелділігі массаның әсер ету заңымен анықталады. Бұл заң бойынша химиялық реакцияның жылдамдығы коэффициенттері дәрежеге шығарылған әрекеттесуші заттардың концентрацияларына тура пропорционал. Мысалы:

$$aA + bB = cC$$

мұнда, a, b, c – A, B, C заттардың алдындағы коэффициенттері.

Осы реакцияның жылдамдығы:

$$V = K \cdot C_A^a \cdot C_B^b$$

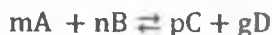
мұнда, K – жылдамдық тұрақтысы, ол әрекеттесуші заттардың табиғатына және температураға тәуелді. Реакция жылдамдылығының температураға тәуелдігі Вант-Гофтың жуық шама ережесімен анықталады. "Әрекеттесуші заттардың температурасы әр он градусқа көтерілгенде реакция жылдамдығы екі-төрт есе артады". Бұл ереженің математикалық өрнегі:

$$V_1 = V_0 \gamma^{\frac{t_1 - t_0}{10}}$$

мұнда: V_0 , $V_1 - t_0$ және t_1 температурадағы жылдамдық; γ — температуралық коэффициент.

Химиялық тепе-теңдік. Қайтымды реакцияларда тура реакцияның жылдамдығы кері реакцияның жылдамдығына тең болғанда химиялық тепе-теңдік тұрақталады.

Мысал ретінде қайтымды реакцияны қарастырайық:



Тура және кері реакцияларының жылдамдықтарының тепе-теңдігі:

$$\vec{V} = \bar{V}$$

Массаның әсер ету заңына сәйкес тура және кері реакциялардың жылдамдығы:

$$\vec{V} = K \cdot C_A^m \cdot C_B^n$$

$$\bar{V} = K' \cdot C_C^p \cdot C_D^g$$

Орындарына қойғанда:

$$K \cdot C_A^m \cdot C_B^n = K' \cdot C_C^p \cdot C_D^g$$

Мұнда:

K , K' - тура және кері реакциялардың жылдамдық тұрақтысы – *const.*

$\frac{K}{K'}$ - қатынасы тұрақты сан болып шығады, оны тепе-теңдік тұрақтысы дейді және K_{TT} — әрпімен белгілейді:

$$K_{\text{тт}} = \frac{C_c^p \cdot C_D^g}{C_A^m \cdot C_b^n}$$

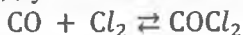
Бұл теңдеу тек гомогендік жүйеде жүретін қайтымды реакцияларға қолданылады. Реакцияға қатты зат қатысса оның концентрациясы тұрақты шама дел есептелініп реакция жылдамдығы теңдеуіне ензілмейді.

Концентрацияның, температураның және қысымның өзгеруі нәтижесінде тепе-теңдіктің бұзылып реакция бағытының өзгеруін химиялық тепе-теңдіктің ығысуы дейді. Тепе-теңдіктің ығысуы Ле-Шатлье принципімен анықталады: "Химиялық реакцияның бағыты сұрттан еткен әсерді бәсеңдететін жаққа қарай ығысады".

Мысалы реакцияға түсетін заттардың концентрацияларын арттырғанда реакция солдан оңға қарай ығысады. Эндотермиялық реакцияда температураны жоғалтса реакция солдан оңға қарай ығысады, ал экзотермиялық реакцияда кері ығысады.

1 мысал. Фосген алу реакция барысында, бірінші иіс газының және хлордың концентрациялары 0,056 моль/л, ал 10 минут өткен соң, бұл шамалар 0,006 моль/л болды. Реакция жылдамдығын анықтаңыз.

Шешуі: Реакция теңдеуі:



Реакция жылдамдығын анықтаймыз:

$$V = \frac{C_1 - C_2}{t_2 - t_1} = \frac{0,056 - 0,006}{10} = 0,005 \text{ моль/л}$$

2 мысал. $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$ теңдеуі бойынша жүретін реакцияның жылдамдық константасы $5 \cdot 10^{-4}$ тең, N_2O -ның бастапқы концентрациясы бмоль/л. Реакцияның бастапқы жылдамдығы мен N_2O -ның 50% ыдырағандағы жылдамдығын анықтаңыз.

Шешуі:

Масаның әсер заңы бойынша реакция жылдамдығы:

$$V = K \cdot C_{\text{N}_2\text{O}}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 6^2 = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л.}$$

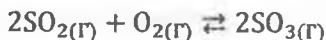
N_2O -ның 50% ыдырағандағы концентрациясы:

$$C_{N_2O} = 6 \cdot 0,5 = 3 \text{ моль/л.}$$

N_2O -ның 50% ыдырағандағы жылдамдығы:

$$V = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 3^2 = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

3 мысал. Егер газ қыспасының көлемін үш есеге кемітсек төмендегі жүйеде:



Тура және кері реакциялардың жылдамдығы неше есе өзгереді? Реакцияның бағыты қалай ығысады?

Шешуі:

Әрекеттесуші заттардан концентрациясын әрінпен белгілейік:

$$[SO_2] = a; [O_2] = b; [SO_3] = c.$$

Массаның әсер заңына сәйкес көлем өзгергенге дейінгі тура және кері реакцияның жылдамдығы мынаған тең болады:

$$\bar{V} = K[a]^2 \cdot [b]; \quad \bar{V}' = K[c]^2$$

Гомогендік жүйенің көлемі үш есе азайғанда әрекеттесуші заттардың концентрациясы үш есе өседі:

$$[SO_2] = 3a; \quad [O_2] = 3b; \quad [SO_3] = 3c.$$

Тура және кері реакцияның көлем (концентрация) өзгергеннен кейінгі жылдамдығы:

$$\bar{V}' = K \cdot (3a)^2 \cdot (3b) = 27K \cdot a^2 \cdot b; \quad \bar{V}' = K \cdot (3c)^2 = 9K \cdot c^2.$$

Осыдан:

тура реакцияның жылдамдығының өсуі:

$$\frac{\bar{V}}{\bar{V}'} = \frac{27K \cdot a^2 \cdot b}{K \cdot a^2 \cdot b} = 27 \text{ есе}$$

кері реакцияның жылдамдығының өсуі:

$$\frac{\bar{V}}{\bar{V}'^{-1}} = \frac{9K \cdot c^2}{K \cdot c^2} = 9 \text{ есе}$$

Тура реакцияның жылдамдығы 27 есе, ал кері реакцияның жылдамдығы 9 есе өскендіктен көлем үш есе кемігенде реакция тепе-теңдігі бұзылып, реакция солдан оңға қарай SO_2 - ның түзілетін жағына қарай ығысады.

4 мысал. Газ фазасында жүретін реакцияның температурасын $30^\circ C$ — тан $70^\circ C$ — қа дейін жоғарылатқанда реакция жылдамдығы қанша есе өсетінін есептеп шығарыңыз. Реакцияның температуралық коэффициенті 2-ге тең деп алыңыз.

Шешуі:

Химиялық реакцияның жылдамдығының температураға тәуелділігі Вант-Гоффың эмпирикалық формуласымен анықталады:

$$V_{T_2} = V_{T_1} \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

$$V_{T_2} = V_{T_1} \cdot 2^{\frac{70 - 30}{10}} = V_{T_1} \cdot 2^4 = 16V_{T_1}$$

Температура $30^\circ C$ -тан $70^\circ C$ -қа дейін жоғарылағанда реакция жылдамдығы 16 есе артады.

5 мысал. $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ қайтымды реакция үшін тепе-теңдік кезіндегі әрекеттесуші заттардың концентрацияларды: $C_{CO} = 0,16$ моль/л; $C_{H_2O} = C_{CO_2} = C_{H_2} = 0,32$ моль/л. Осы реакцияның тепе-теңдік константасын анықтаңыз.

Шешуі. Тура бағыттағы реакция жылдамдығы:

$$\vec{V} = K \cdot C_{CO} \cdot C_{H_2O}$$

Кері реакция жылдамдығы:

$$\vec{V}' = K' \cdot C_{CO_2} \cdot C_{H_2}$$

Тепе-теңдік шарты бойынша: $\vec{V} = \vec{V}'$.

Орнына қойғанда: $K \cdot C_{CO} \cdot C_{H_2O} = K' \cdot C_{CO_2} \cdot C_{H_2}$.

$$\frac{K}{K'} = K_{TT} = \frac{C_{CO_2} \cdot C_{H_2}}{C_{CO} \cdot C_{H_2O}} = \frac{0,32 \cdot 0,32}{0,16 \cdot 0,32} = 2.$$

ЕСЕПТЕР

1 $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ гомогендік системаның тепе-теңдік константасының мәнін жазыңыздар. Егер сутегінің концентрациясын 3-ретке көбейтсе аммиактың түзілуі реакциясының жылдамдығы қалай өзгереді?

2. Егер температураны 120° -тан; 80° -қа дейін төмендетсе, газдық фазада өтетін реакция жылдамдығы қанша ретке кемиді. Реакция жылдамдығының температуралық коэффициенті 3-ке тең?

3. Егер берілген реакцияның жылдамдығының температуралық коэффициенті 2-ге тең болса, температураны 60°C -қа көбейткенде газдың фазада өтетін, осы реакцияның жылдамдығын қалай өзгертеді.

4. $CO + Cl_2 \leftrightarrow COCl_2$ гомогендік системадағы әрекеттесуші заттардың тепе-теңдік концентрациялары $[CO] = 0,2$ моль/л; $[Cl_2] = 0,3$ моль/л; $[COCl_2] = 1,2$ моль/л. Хлор мен СО-ның бастапқы концентрациялары мен системасының тепе-теңдік концентрациясын есептеңіздер.

Жауабы: $[Cl_2]_6 = 1,5$ моль/л; $[CO]_6 = 1,4$ моль/л.

5. 128 -дегідей $A + 2B \leftrightarrow C$; $[A] = 0,06$ моль/л; $[B] = 0,12$ моль/л; $[C] = 0,126$ моль/л

Жауабы: $K = 2,5$; $[A]_6 = 0,276$ моль/л; $[B]_6 = 0,552$ моль/л.

6. $A + B = C + D$ гомогенді газдың системадағы келесі концентрацияларында тепе-теңдік орындалады: $[D] = 0,05$ моль/л; $[C] = 0,02$ моль/л. Системадағы тепе-теңдік константасы 0.04 -ке тең. А және В заттарының бастапқы концентрацияларын есептеңіздер.

Жауабы: $[A]_6 = 0,22$ моль/л; $[B]_6 = 0,07$ моль/л.

7. $2N_2O = 2N_2 + O_2$ теңдеуі бойынша жүретін N_2O -ның ыдырау реакциясының жылдамдық константасы $5 \cdot 10^{-4}$ тең. N_2O -ның бастапқы концентрациясы $6,0$ жылдамдығын есептеп шығарыңдар. Жауабы: $1,8 \cdot 10^{-2}$; $4,5 \cdot 10^{-3}$.

8. $CO_2 + C = 2CO$ гетерогендік системасының тепе-теңдік константасының мәнін анықтаңыздар. Егер CO_2 -ның концентрациясын 4-ретке азайтса, СО-ның түзілу реакциясының жылдамдығы қалай өзгереді? СО-ның түзілуін жылдамдау үшін қысымды қалай өзгерту керек?

9. $C + H_2O(g) \leftrightarrow CO + H_2$ гетерогендік системаның тепе-теңдік константасының мәнін анықтаңыздар. Тепе-теңдік кері, яғни су

буларының түзілу реакциясына қарай ығыстыру үшін концентрация мен қысымды қалай өзгерту керек?

10. Неліктен, қысымды өзгерткенде $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ системаның тепе-теңдік ығысып, $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO$ системасының тепе-теңдігі ығыспайды. Жауаптарыңызды осы системадағы тура және өзгерген кездеріндегі жылдамдықтарын есептеу арқылы анықтап беріңіздер. Әр система үшін тепе-теңдік константасының мәнін анықтаңыздар.

11. $2NO + Cl_2 \leftrightarrow 2NOCl$ гомогендік системадағы $[NO]_0$ мен $[Cl_2]_0$ бастапқы концентрациялары - 0,5 және 0,2 моль/л. Тепе-теңдіктің орнау сәтінде NO -ның 20%-ті әрекеттескен болса, тепе-теңдік константасы қандай?

Жауабы: 0,416.

12. Күкірттің және оның қос оксидінің тотығуы төмендегі реакциялар теңдеулерімен жүреді:



Әр жүйенің көлемін төрт есе азайтқанда осы реакциялардың жылдамдығы қалай өзгереді?

13. Реакция мына теңдеумен жүреді $N_2 + O_2 = 2N_2O$. Реакцияға қатысатын бастапқы заттардың концентрациясы: $[N_2] = 0,049$ моль/л, $[O_2] = 0,01$ моль/л. $[NO]$ -ның концентрациясы 0,005 моль/л болған кездегі реакцияға қатысқан заттардың концентрациясын $[N_2]$; $[O_2]$ есептеңіз.

Жауабы: $[N_2] = 0,0465$ моль/л; $[O_2] = 0,0075$ моль/л.

14. Реакция мына теңдеумен жүреді: $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$. Реакцияға қатысатын заттардың концентрациясы: $[N_2] = 0,8$ моль/л; $[H_2] = 1,5$ моль/л; $[NH_3] = 0,10$ моль/л. $[N_2]$ -нің концентрациясы 0,5 моль/л болған кездегі сутектің және аммиактың концентрациясын есептеңіз.

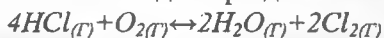
Жауабы: $[NH_3] = 0,7$ моль/л; $[H_2] = 0,60$ моль/л.

15. Реакция мына теңдеумен жүреді: $H_2 + J_2 = 2HJ$. 508 °C температурада осы реакцияның жылдамдық тұрақтысы 0,16-ға тең. Әрекеттесуші заттардың бастапқы концентрациясы: $[H_2] = 0,04$ моль/л; $[J_2] = 0,05$ моль/л. Осы реакцияның бастапқы және сутектің $[H_2]$ концентрациясы 0,03 моль/л болған кездегі жылдамдығын есептеп шығарыңыз.

Жауабы: $3,2 \cdot 10^{-4}$; $1,92 \cdot 10^{-4}$.

16. Газ фазасында жүретін реакцияның температурасын 30 °C температураға жоғарылатқанда реакция жылдамдығы қалай өзгереді? Осы реакцияның температуралық коэффициенті 3 тең.

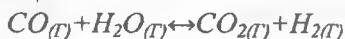
17. Гомогендік жүйедегі:



Тепе-теңдік әрекеттесуші заттардың мына концентрацияларында тұрақталды: $[\text{H}_2\text{O}]_Г = 0,14$ моль/л; $[\text{Cl}_2]_Г = 0,14$ моль/л; $[\text{HCl}]_Г = 0,20$ моль/л; $[\text{O}_2] = 0,32$ моль/л. Хлорлы сутектің және оттектің бастапқы концентрацияларын есептеңіз.

Жауабы: $[\text{HCl}]_{\text{баст}} = 0,48$ моль/л; $[\text{O}_2]_{\text{баст}} = 0,39$ моль/л.

18. Төмендегі гомогендік жүйенің тепе-теңдік тұрақтысын есептеңіз:



Егер әрекеттесуші заттардың тепе-теңдік концентрациясы:

$[\text{CO}] = 0,004$ моль/л; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,064$ моль/л;

$[\text{CO}_2] = 0,016$ моль/л; $[\text{H}_2] = 0,016$ моль/л.

Жауабы: $K=1$.

19. $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \leftrightarrow \text{CO}_{2(г)} + \text{H}_2(г)$ гомогенді жүйенің тепе-теңдік тұрақтысы белгілі бір температурада 1 тең. Барлық әрекеттесуші заттардың тепе-теңдік кезіндегі концентрациясын есептеңіз. Егер бастапқы концентрация:

$[\text{CO}] = 0,10$ моль/л; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,40$ моль/л болса. Жауабы: $[\text{CO}_2] = [\text{H}_2] = 0,08$ моль/л; $[\text{CO}] = 0,02$ моль/л; $[\text{H}_2\text{O}] = 0,32$ моль/л.

20. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$ гомогендік жүйесінің тепе-теңдік тұрақтысы 400°C температурада 0,1-ге тең, сутек пен аммиактың тепе-теңдік кезіндегі концентрациясы 0,2 және 0,08 моль/л. Азоттың бастапқы және тепе-теңдік кезіндегі концентрациясын есептеңіз.

Жауабы: 8 моль/л; 8,04 моль/л.

21. Гомогендік жүйенің $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}^2$ тепе-теңдігі белгілі температурада әрекеттесуші заттардың мына концентрациясында: $[\text{NO}] = 0,2$ моль/л; $[\text{O}_2] = 0,1$ моль/л; $[\text{NO}_2] = 0,1$ моль/л тұрақталды. Тепе-теңдік тұрақтысын $[\text{NO}]$ мен $[\text{O}_2]$ -нің бастапқы концентрациясын есептеңіз.

Жауабы: $K=2,5$; $[\text{NO}] = 0,3$ моль/л; $[\text{O}_2] = 0,15$ моль/л.

ЕРІТІНДІЛЕР

Ерітінділердің концентрациясын сипаттау.

Екі немесе одан да көп компоненттен тұратын біртекті (гомогенді) жүйені ерітінді дейді. Ерітінді еріген заттан және еріткіштен тұрады. Ерітіндідеге еріген заттың мөлшері концентрациясымен сипатталады. Ерітіндінің концентрациясы деп ерітіндінің белгілі бір массасында немесе көлемінде болатын еріген заттың мөлшерін айтады.

Концентрация мынадай көрсеткіштермен сипатталады:

1. Массалық үлес
2. Көлемдік үлес
3. Пайыздық концентрация
4. Мольдік үлес
5. Молярлық концентрация
6. Моляльдық концентрация
7. Эквиваленттік (нормальдық) концентрация
8. Ерітіндінің титрі.

Еріген заттың массалық үлесі еріген зат массасының ерітіндінің массасының қатынасымен анықталады:

$$\omega_A = \frac{m_A}{m_{\text{ерітінді}}}$$

Көлемдік үлес еріген заттың көлемінің ерітіндінің көлеміне қатынасымен анықталады:

$$V_A = \frac{V_A}{V_{\text{ерітінді}}}$$

Пайыздық концентрация 100г. Ерітіндідегі еріген заттың массасын көрсетеді. Мысалы, 20%-ерітінді дегеніміз 100 гр ерітінді 20г еріген зат бар екенін көрсетеді. Массалық үлесті 100-ге көбейтсек пайыздық концентрация шығады:

$$C = \omega \cdot 100\%.$$

Мольдік үлес – еріген заттың мөлшерінің еріткіш пен еріген заттың мольдік мөлшерінің қосындысына қатынасы:

$$N_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

мұнда: n_A - еріген заттың мольдік мөлшері: $n_A = \frac{m_A}{M_A}$;

n_B – еріткіштің мольдік мөлшері: $n_B = \frac{m_B}{M_B}$;

N_A – мольдік үлес.

Молярлық концентрация бір литр ерітіндідегі еріген заттың мольдік мөлшерін көрсетеді. Оны мына формуламен анықтауға болады:

$$C_{M_A} = \frac{m_A}{M_A \cdot V_{\text{ерітінді}}}$$

мұнда: m_A - еріген заттың массасы;

m_B - еріген заттың молярлық массасы;

$V_{\text{ерітінді}}$ - ерітіндінің көлемі.

Еріген заттың массасының оның молярлық массасына қатынасы заттың мольдік мөлшерін көрсетеді:

$$N_A = \frac{m_A}{M_A}$$

Молярлық концентрация 1000г. еріткіште еріген заттың мольдік мөлшерін көрсетеді. Оны мына формуламен анықтауға болады:

$$C_M = \frac{m_A \cdot 1000}{M_A \cdot g}$$

мұнда: m_A - еріген заттың массасы,

$M_{\text{Э(А)}}$ – еріген заттың эквиваленттік массасы,

$V_{\text{ер}}$ - еріген заттың молярлық массасы.

Молярлық концентрацияның эквиваленті (эквиваленттік немесе нормальдық) бір литр ерітіндідегі еріген заттың эквиваленттік мөлшерін көрсетеді. Оны мына формуламен анықтауға болады:

$$C_H = \frac{m_A}{M_{Э(A)} \cdot V_{ерітінді}}$$

мұнда: m_A - еріген заттың массасы,
 $M_{Э(A)}$ - еріген заттың эквиваленттік массасы,
 $V_{ер}$ - ерітіндінің көлемі.

Молярлық концентрацияның эквиваленті әріппен белгіленеді, мысалы 1н-бір нормальды ерітінді ($C_H=1$ моль/л.); 0,1н - децинормальды ерітінді ($C_H=0,01$ моль/л.); 0,01н - сантинормальды ерітінді ($C_H=0,01$ моль/л.).

Эквиваленттік фактор белгілі болса, онда эквиваленттік концентрациядан молярлық концентрацияларға ауысуға болады немесе керісінше молярлық концентрациядан эквиваленттікке:

$$C_M = C_H \cdot f_{Экв}$$

мұнда: f - эквиваленттік фактор.

Ерітіндінің титрі бір миллилитр ерітіндідегі еріген заттың массасын көрсетеді. Бұл көрсеткіш аналитикалық химиядағы есептерде кеңінен қолданылады:

$$T = \frac{m_A}{V_{ерітінді}}$$

1 мысал. Массалық үлестері 0,25 болатын 150г және 0,32 болатын 50г азот қышқылдарын араластырылғанда алынған қышқылдың массалық үлесін анықтаңыз.

Шешуі.

$$W_{қоспа} = \frac{m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2}{m_1 + m_2} = \frac{150 \cdot 0,25 + 50 \cdot 0,32}{150 + 50} = 0,23.$$

2 мысал. Пайыздық концентрациясы 42% болатын 400 гр күкірт қышқылының ерітіндісін дайындау үшін 8% және 75% күкірт қышқылы ерітінділерінің қандай массаларын алып араластыру керек?

Шешуі.

Күкірт қышқылының бірінші ерітіндісінің массасын x -деп белгілесек, екінші ерітіндінің массасы $400-x$ тең болады.

Қоспаның концентрациясы:

$$C = \frac{m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2}{m_1 + m_2}$$

Мәндерін орнына қойсақ:

$$C = \frac{x \cdot 8 + (400 - x) \cdot 75}{x + (400 - x)} = \frac{0,08 + 0,75(400 - x)}{400}$$

$$400 \cdot 0,42 = 0,08x + 0,75 + 300.$$

Осыдан:

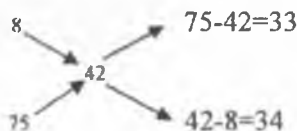
$$0,67x = 132$$

$$x = \frac{132}{0,67} = 197\text{г}$$

$$m_1 = x = 197\text{г}; \quad m_2 = 400 - x = 400 - 197 = 203\text{г}$$

8% ерітіндіден 197 г, 75% ерітінді 203 г араластырғанда 400 гр 42% күкірт қышқылы ерітіндісі түзіледі.

Осындай әр түрлі концентрациялы ерітінділерді араластыру есептерін Крест ережесін қолданып шығуға болады. Мысалы:



8% - ерітіндіден 33 бөлік, 75% ерітіндіден 34 бөлік алу керек (33+34=67)

$$\frac{400 \text{ г.} - 67}{x - 3} \Bigg/ x = \frac{400 \cdot 33}{67} = 197 \text{ г.} - 8\% \text{ ерітінді}$$

400 - 197 = 203г - 75% ерітінді.

3 мысал. 18г H_3PO_4 -ті 282г. суда еріткенде алынған, тығыздығы $1,03\text{г}/\text{см}^3$ болатын фосфор қышқылының а) пайыздық ($C\%$); б) молярлық (C_M); в) нормальдық; (C_n) е) молярлық (C_M) концентрацияларын есептеңіз. Осы ерітіндінің титрі (Т) нешеге тең?

Шешуі.

а) массалық пайыздық концентрация 100г. ерітіндідегі еріген заттың массалық мөлшерін көрсетеді, Судың тығыздығын $1 \text{ г}/\text{см}^3$ -ке тең деп есептегенде алынған фосфор қышқылының массасы: $18+282=300$ гр тең болады. Онда пайыздық концентрация пропорциямен анықталады:

$$\frac{300 - 100\%}{18\text{г} - x} \quad x = \frac{18 \cdot 100}{300} = 6\%$$

б) моль – көлемдік немесе ерітіндінің молярлығы 1л еріген заттың мольдік мөлшерін көрсетеді. Молярлық концентрацияны анықтау үшін 1л ерітіндінің массасын анықтаймыз:

$$m = V \cdot \rho = 1000 \cdot 1,031 = 1031 \text{ гр.}$$

мұндағы: V - ерітіндінің көлемі, см^3 ;

ρ – ерітіндінің тығыздығы $\text{г}/\text{см}^3$.

Осы ерітіндідегі еріген заттың массасын анықтаймыз:

300гр - 18гр

1031 гр - x

$$x = \frac{1031 \cdot 18}{300} = 61,86 \text{ гр.}$$

Ерітіндінің молярлығы 1л ерітіндідегі еріген заттың (H_3PO_4) массасын оның молекулярлық массасына бөлу арқылы анықтайды:

$$C_M = \frac{m_{H_3PO_4}}{M_{H_3PO_4}} = \frac{61,86}{97,99} = 0,63 \text{ M};$$

в) нормальдық концентрация немесе нормальдық 1л ерітіндідегі еріген заттың эквиваленттік мөлшерін көрсетеді. Оны 1л ерітіндідегі еріген заттың массасын оның эквиваленттік массасына бөлу арқылы анықталады:

$$C_N = \frac{m_{H_3PO_4}}{Э_{H_3PO_4}} = \frac{61,86}{32,66} = 1,89 \text{ N};$$

Мұндағы: $Э_{H_3PO_4} = \frac{M_{H_3PO_4}}{\text{негіздік}} = \frac{97,99}{3} = 32,66 \text{ г/моль.}$

г) моль-массалық концентрация немесе моляльдық концентрация 1000 г. еріткіште еріген заттың мольдік мөлшерін көрсетеді. Сондықтан 1000г. еріткіште (суда) еріген заттың (H_3PO_4) массасын анықтаймыз:

$$\begin{array}{l} 282 - 18\text{г.} \\ 1000 - x \end{array} \quad x = \frac{1000 \cdot 18}{282} = 63,83.$$

Моляльдықты еріген заттың массасын оның молекулалық массасына бөлу арқылы анықтайды:

$$C_M = \frac{63,83}{97,99} = 0,65 \text{ M}.$$

Ерітіндінің титрі деп 1см^3 (мл) ерітіндідегі еріген заттың мөлшерін айтады. Есептің шарты бойынша 1л ерітіндідегі еріген заттың массасы 61,86г., сонда ерітіндінің титрі:

$$T = \frac{61,86}{1000} = 0,06186 \text{ г/см}^3.$$

4 мысал. 50 см^3 қышқыл ерітіндісін бейтараптау үшін сілтінің 25см^3 0,5N ерітіндісі жұмсалады. Осы қышқылдың нормальдығы нешеге тең?

Шешуі:

Заттар өзара эквиваленттік мөлшерде әрекеттесетін болғандықтан нормальдық концентрациясы бірдей ерітінділер өзара тең көлемде әрекеттеседі. Әрекеттесуші заттардың нормальдық концентрациялары тең болмағанда олардың көлемдері нормальдықтарына кері пропорционал:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_2}{C_1} \text{ немесе } V_1 C_{H_1} = V_2 C_{H_2}.$$

Есептің шартында берілген көрсеткіштерді орнына қойып теңдеуден қышқылдың нормальдығын анықтаймыз:

$$50C_{H_1} = 25 \cdot 0,5 \text{ осыдан } C_{H_1} = \frac{25 \cdot 0,5}{50} = 0,25N.$$

5 мысал. 2%-ті глюкозаның сулы ерітіндісінің кристалдау және қайнау температурасын есептеңіз.

Шешуі.

Рауль заңына сәйкес таза еріткіштің кристалдану және қайнау температурасымен салыстырғанда ерітіндінің кристалдану температурасының төмендеуі және қайнау температурасының жоғарылауы төмендегі формуламен анықталады:

$$\Delta t = K \frac{m \cdot 1000}{M \cdot m_1}$$

мұндағы:

K – криоскопиялық немесе эбуллиоскопиялық тұрақты;

m_2 – еріген заттың массасы, гр;

m_1 – еріткіштің массасы, гр;

M – еріген заттың молярлық массасы, г/моль.

Су үшін криоскопиялық тұрақты 1,86, ал эбуллиоскопиялық тұрақты 0,52 тең, 2% глюкоза ерітіндісінің кристалдану температурасының төмендеуі:

$$\Delta t = 1,86 \frac{2 \cdot 1000}{180 \cdot 98} = 0,21 \text{ град.}$$

Су 0°C-да қатады, сондықтан глюкоза ерітіндісінің кристалдану температурасы: 0 - 0,21 = -0,21° C ?

2%-ті глюкоза ерітіндісінің қайнау температурасының өсуі:

$$\Delta t = 0,52 \frac{2 \cdot 1000}{180 \cdot 18} = 0,06 \text{град.}$$

Су 760 мм с.б.-гы қысымда 100°C қайнайды, сондықтан глюкоза ерітіндісінің қайнау температурасы: 100 + 0,06 – 100,06°C.

6 мысал. Кристалдану температурасы -0,465°C болатын мочевианың ((NH₂)₂CO) сулы ерітіндісінің пайыздық концентрациясын есептеңіз.

Шешуі.

Мочевина ерітіндісінің кату температурасының төмендеуі:

$$\Delta t = 0 - (-0,465) = 0,465^\circ\text{C.}$$

Рауль формуласынан 1000 гр. суда еріген заттың массасын анықтаймыз:

$$m = \frac{\Delta t M}{K} = \frac{0,465 \cdot 60}{1,86} = 15 \text{ г.}$$

мұндағы: 60 - мочевианың молекулалық массасы, г/моль;
1,86 - судың криоскопиялық тұрақтысы.

Құрамында 15 гр. Мочевина бар ерітіндінің массасы: 1000+15 = 1015 гр.

Мочевина ерітіндісінің пайыздық концентрациясы:

1015 гр. ерітінді – 15гр. еріген зат

100 гр – x

$$x = \frac{100 \cdot 15}{1015} = 1,48$$

немесе 1,48 %

ЕСЕПТЕР

1. Тығыздығы $1,78\text{г/см}^3$ 20% -ті кальций хлориді ерітіндісінің молярлық және эквиваленттік концентрацияларын есептеңіз.

Жауабы: 2,1М; 4,2Н.

2. Тығыздығы $1,328\text{г/см}^3$ 30%-ті NaOH ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы нешеге тең? Осы ерітіндінің 1 литріне 6 литр су құйғанда алынған ерітіндінің пайыздық концентрациясын есептеңіз.

Жауабы: 9,96Н; 6,3%.

3. Тығыздығы $1,054\text{г/см}^3$ 10%-ті азот қышқылының 3 л ерітіндісіне және тығыздығы $1,009\text{г/см}^3$ болатын осы қышқылдың 5 л 2% ерітіндісі құйылды. Алынған ерітіндінің көлемі 8л-ге тең деп оның пайыздық және молярлық концентрациясын есептеңіз.

Жауабы 5% -ті 0,82М.

4. 100см^3 күміс нитраты ерітіндісінен күмісті күміс хлориді түрінде толық тұнбаға түсіру үшін 0,2Н тұз қышқылының 50см^3 қажет. Күміс нитраты ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы нешеге тең? Қанша грамм күміс хлориді тұнбаға түсті?

Жауабы: 0,1Н; 1,433г.

5. 31см^3 0,16Н сілті ерітіндісін бейтараптау үшін 217см^3 күкірт қышқылының ерітіндісі қажет. Күкірт қышқылы ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясы және титрі нешеге тең?

Жауабы: 0,023Н; $1,127\text{г/см}^3$.

6. Тығыздығы $1,149\text{г/см}^3$ 20,8%-тік HNO_3 ерітіндінің эквиваленттік және молярлық концентрацияларын есептеңіздер. Осы ерітіндінің 4 литріне қышқылдың неше грамы бар?

Жауабы: 3,7Н; 931г, 4,17М.

7. Тығыздығы $1,149\text{г/см}^3$ 16%-тік алюминий хлориді ерітіндісінің молярлық эквиваленттік және мольдық концентрацияларын есептеңіздер.

Жауабы: 1,38М; 4,14Н; 1,43М.

8. Егер 75см^3 H_2SO_4 -тің 0,3Н ерітіндісіне, 125см^3 KOH -тың 0,2Н ерітіндісін қоссақ, қай зат және қандай мөлшерде артығымен қалады.

Жауабы: 0,14г KOH .

9. 1л 10,7%-тік ерітінді (тығыздығы $1,050\text{г/см}^3$) дайындау үшін, HCl -дың 20,01%-тік ерітіндісінің (тығыздығы $1,100\text{г/см}^3$) қандай көлемі қажет?

10. $10\text{см}^3 \text{HNO}_3$ –тің 10%-тік ерітіндісін (тығыздығы $1,056\text{г}/\text{см}^3$) мен $100\text{см}^3 \text{HNO}_3$ –тің 30%-тік ерітіндісін (тығыздығы $1,184\text{г}/\text{см}^3$) араластырған. Алынған ерітіндінің пайыздық көнцентрациясын есептеңіздер.

Жауабы: 28,38%.

11. 3л 6%-тік ерітінді (тығыздығы $1,048\text{г}/\text{см}^3$) дайындау үшін, KOH -тың 50%-тік ерітіндісінің (тығыздығы $1,538\text{г}/\text{см}^3$) қандай көлемі қажет?

Жауабы: $245\text{-}5\text{см}^3$.

12. 5 л 2%-тік ерітінді (тығыздығы $1,02\text{г}/\text{см}^3$) дайындау үшін, натрий карбонатының 10%-тік ерітіндісінің (тығыздығы $1,105\text{г}/\text{см}^3$) қандай көлемі қажет?

Жауабы. $923,1\text{см}^3$.

13. Құрамында $0,32\text{г NaOH}$ бар 40см^3 ерітіндіні нейтралдау үшін қышқылдың $0,3\text{Н}$ ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

Жауабы: $26,6\text{см}^3$.

14. 300г. 20%-ды және 500г, 40%-ды NaCl ерітінділерін араластырғанда алынған ас тұзы ерітіндісінің пайыздық көнцентрациясын анықтаңыз.

Жауабы: 32,5%.

15. 700г. 60%-ды күкірт қышқылын қыздырғанда 200г. су бу болып ұшты. Қалған ерітіндінің пайыздық көнцентрациясын анықтаңыз.

Жауабы: 84%.

16. 400мл $1,2\text{М}$ және 600мл $1,8\text{М NaOH}$ ерітінділерін араластырғанда алынған ерітіндінің молярлық көнцентрациясын анықтаңыз.

Жауабы: $1,56\text{М}$.

17. 25 мл $0,5\text{Н}$ барий хлориді ерітіндісінде неше грамм BaCl_2 бар?

18. Тығыздығы $1,51\text{г}/\text{см}^2$ 3 л 50%-калий гидроксиді ерітіндісінен тығыздығы $1,09\text{г}/\text{см}^3$ 10%-тік ерітінді дайындау үшін неше кг су керек?

Жауабы: 17,12кг.

19. 20 л $0,5\text{М}$ ерітінді дайындау үшін неше литр 96% - ($\rho - 1,84\text{г}/\text{см}^3$) күкірт қышқылы ерітіндісі керек? Жауабы: 0,55л.

20. 10 кг 20%-ті ерітінді салқындатқанда 400г. тұз тұнбаға түсті. Салқындатылған ерітіндінің пайыздық концентрацияларын анықтаңыз.

21. 100гр бензолда 0,512г электролит емес зат ерітілген ерітінді 5,296°C-та кристалданады. Бензолдың кристалдану температурасы 5,5°C. Криоскопиялық тұрақты 5,1 град. Ерітілген заттың мольдік массасын есептеңіз.

Жауабы: 128г/моль.

22. Қанттың $C_{12}H_{22}O_{11}$ сулы ерітіндісі-0,93°C-да кристалданады. Криоскопиялық тұрақтысы 1,86-ға тең. Ерітіндінің проценттік концентрациясын есептеңіз.

Жауабы: 14,6%.

23. 150г суда 50г $(NH_2)_2CO$ ерітілген мочивина ерітіндісінің кристалдану температурасын есептеңіз. Криоскопиялық тұрақты - 1,86-ға тең.

24. Камфораның $C_{10}H_{16}O$ және нафталиннің $C_{10}H_8$ бірдей массалары бензолдың бірдей мөлшерінде ерітілген. Осы ерітінділердің қайсысы жоғарылау температурада қайнайды?

25. Кристалдану температурасы - 2,79°C болатын метанолдың CH_3OH сулы ерітіндісінің проценттік концентрациясын есептеңіз. Судың криоскопиялық тұрақтысы 1,86 град.

Жауабы: 4,58%.

Ионды - молекулалық теңдеу

Ерітіндіде өтіп жатқан процесстердің негізін түсіндіру үшін ерітіндідегі электролиттер арасындағы алмасу реакцияларын ионды-молекулалық (не иондық) теңдеу түрінде көрсеткен жөн.

Ерітіндідегі электролиттер арасындағы алмасу реакцияларының бағыты (тепе-теңдіктің ығысуы) олардың бір-бірімен нашар еритін, нашар диссоцияланатын немесе газ түріндегі қосылыстардың түзілу мүмкіндігімен анықталады.

Иондық теңдеулерді жазғанда төмендегі жағдайларды ескеру қажет:

1. Күшті электролиттердің формулаларын иондар түрінде жазу керек. Күшті электролиттерге барлық тұздардың ерітінділері жатады. Жиірек кездесетін төмендегі қышқылдар мен негіздер ерітінділері:

- б) $P_{\text{в}}^{+2} + S^{-2} = P_{\text{в}}S$
 в) $ClO^{-} + H^{+} = HClO$
 г) $CO_3^{-2} + 2H^{+} = O_2 + H_2O$
 д) $CH_3COOH + OH^{-} = CH_3COO^{-} + H_2O$.

ЕСЕПТЕР

1. H_2S , $CuCl_2$, $Al(OH)_3$, HCl ерітінділерінің әрқайсысына натрий гидроксидінің артық мөлшері қосылған. Реакциялардың молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

2. Келесі ерітінділерді: $Ca(OH)_2$ және $FeCl_3$; CH_3COOH және KOH ; $CaCO_3$ және HCl ; CrO_3 және KOH -тың артық мөлшерін араластырғанда жүретін реакциялардың молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

3. Молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз:

- а) $Na_2S + HCl$; б) $BaCl_2 + H_2SO_4$;
 в) $HCl + NH_4OH$; г) $H_2SO_4 + NaOH$.

Осы реакциялардың қайсысы қайтымды екенін көрсетіп себептерін түсіндір.

4. Келесі ерітінділерді араластырғанда:
 а) $BaCl_2$ және Na_2CO_3 ; б) KCl және $NaOH$
 в) KOH және $Pb(NO_3)_2$; г) $NaHCO_3$ және $NaOH$.

Қайсысында реакция жүреді? Солардың молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

5. Келесі ерітінділерді:
 а) $Zn(OH)_2$ және KOH ; б) $Mg(OH)_2$ және H_2SO_4 ;
 в) CH_3COONa және HCl ; г) $NiCl_2$ және H_2S

араластырғанда жүретін реакциялардың молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

6. Ерітінділердің бір-бірімен:
 а) CdS және HCl ; б) $FeCl_2$ және NH_4OH
 в) KOH және H_2S ; г) $AgNO_3$ және HCl

араластыруға реакцияларының молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

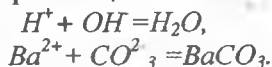
7. $Pb(NO_3)_2$, $Ba(OH)_2$, H_2SO_4 – осы заттардың қайсысы натрий гидроксидімен әрекеттеседі? Осы реакциялардың молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

8. Келесі ерітінділерге NH_4OH , K_2S , $Pb(NO_3)_2$, $NaNO_3$ (әрқайсысына белек) тұз қышқылы қосылған. Қайсысымен реакция жүреді? Олардың молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

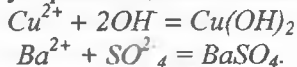
9. Келесі ерітінділерді араластырғанда: а) калий гидросульфаты мен калий гидроксиді; б) қорғасын (II) нитраты мен натрий гидроксиді жүретін реакциялардың молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

10. Калий гидроксиді, марганец (II) сульфиті, күміс нитраты, натрий сульфаты ерітінділеріне күкіртті сутек қышқылы қосылған. Қайсысымен реакция жүреді? Олардың молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

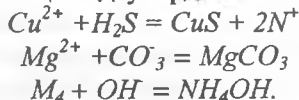
11. Келесі ионды-молекулалық теңдеулердің әрқайсысына үштен молекулалық теңдеулер жазыңыз:



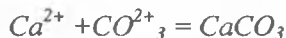
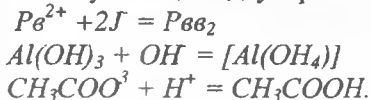
12. Төмендегі ионды-молекулалық теңдеулердің әрқайсысына екіден молекулалық теңдеулер жазыңыз:



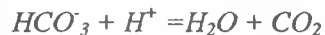
13. Ионды-молекулалық теңдеулердің:



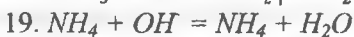
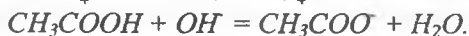
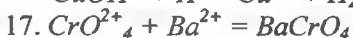
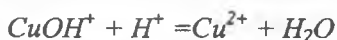
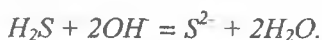
14. Молекулалық теңдеулерін жазыңыз:



15. $H^+ + NO_2 = HNO_2$



16. $3Ca^{2+} + 2PO_4^{3-} = Ca_3(PO_4)_2$



ТҰЗДАР ГИДРОЛИЗИ

Тұз иондарының су иондарымен әрекеттесін нашар диссоцияланатын өнім (әлсіз қышқыл және әлсіз негіздің молекулаларын, тұздардың қышқылдың аниондарын немесе негіздік катиондарын) түзетін және реакция ортасы ($PН$) өзгеріп жүретін химиялық алмасу реакциясын гидролиз дейді.

Гидролиз нәтижесінде әлсіз қышқыл мен негіздер, қышқылдық тұз аниондары немесе негіздік тұздың катиондары түзіле алады. Температураны жоғарлатқанда және ерітіндіні сұйылтқанда гидролиз жақсы жүреді. Құрамында әлсіз негіздің немесе әлсіз қышқылдың иондары бар тұздар ғана гидролизденеді. Күшті қышқыл мен күшті негіз тұздары гидролизге түспейді.

І мысал. Тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз:

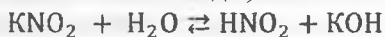
а) KNO_2 ; б) Na_2CO_3 ; в) NH_4Cl ;

г) $ZnCl_2$; д) $FeCl_3 + K_2CO_3$.

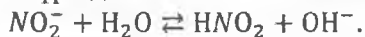
Шешуі:

а) калий нитратының гидролизін қарастырайық. KNO_2 -ні суда еріткенде ол K^+ және NO_2^- иондарынан диссоциацияланады.

Тұз әлсіз қышқыл HNO_2 және күшті негіз KOH –тан түзілген, демек гидролизге әлсіз қышқылдың анионы NO_2^- қатысады. NO_2^- ионы судың сутек иондарымен байланысып нашар диссоциацияланатын молекула HNO_2 түзеді. Калий ионы судың гидросид ионымен байланыса алмайды, себебі KOH күшті негіз:



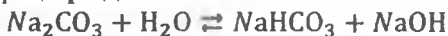
ионды-молекула түрінде:



Гидроксид ионының болуы реакция ортасының негіздік екенін көрсетеді, $pH > 7$.

б) Көп негізді әлсіз қышқыл мен күшті негіздің тұзы да анионы бойынша гидролизденеді, бірақ бірнеше сатымен, негізінде бірінші сатысында қышқылдық тұз бен негіз түзе жүреді. Тәжірибе жүзінде әлсіз қышқыл гидролиз нәтижесінде түзілмейді. Na_2CO_3 тұзы Na^+ және CO_3^{2-} иондарына диссоциацияланады. CO_3^{2-} иондары судың сутек иондарымен байланысып H_2CO_3 молекуласын емес HCO_3^-

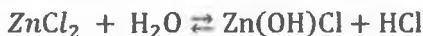
ионын түзеді, себебі HCO_3^- диссоциацияға H_2CO_3 молекуласына қарағанда қиынырақ түседі:



в) NH_4Cl әлсіз негіз бен күшті қышқыл тұзы, демек гидролиз катионы бойынша жүреді:

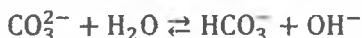


г) Көп зарядты металдың әлсіз негізі мен күшті қышқыл тұзы гидролизге бірінші сатысы бойынша негіздік тұзбен қышқыл түзе жүреді. Мысалы:



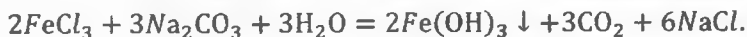
Zn(OH)_2 молекуласы түзілмейді, себебі иондары Zn(OH)_2 молекуласына қарағанда әлсіз электролит.

д) Әлсіз қышқыл мен әлсіз негіз тұздары катионы және анионы бойынша гидролизденеді. Гидролиз өте жақсы жүреді. Реакция ортасы қышқыл мен негіздің салыстырмалы күшіне байланысты және көбіне бейтарап ортаға жақын болады. FeCl_3 катионы, K_2CO_3 анионы бойынша гидролизденеді:



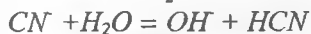
Егер тұздың ерітінділері бір ыдыста болса, онда олар бір-біріне гидролиздің жақсы жүруіне септігін тигізеді. H^+ және OH^- иондары әлсіз электролит су молекуласын түзеді. Мұндай жағдайда тепе-теңдік оңға қарай ығысады және әр алынған тұздың гидролизі

$Fe(OH)_3$ және тағы да $CO_2(H_2CO_3)$ түзіп аяғына дейін жүреді. Ионды-молекулалық теңдеулері:

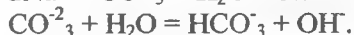
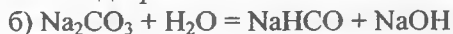


2 мысал. а) KCN , б) Na_2CO_3 , в) $ZnSO_4$, тұздардың гидролизінің молекулалық және ионды молекулалық теңдеулерін жазыңыз. Осы тұз ерітінділерінің реакция ортасын анықтаңыз.

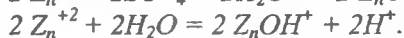
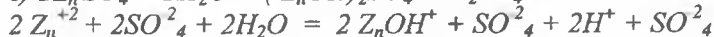
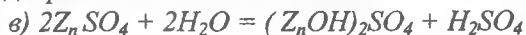
Шешуі.



Калий цианиді KCN – күшті негізден және әлсіз қышқылдан түзілген тұз. Бұл тұз гидролизге анионы бойынша түседі, ерітіндіде гидроксид ионы (OH^-) артық мөлшерде болады, сондықтан реакция ортасы негіздік $pH > 7$.



Натрий карбонаты Na_2CO_3 – күшті негізден және әлсіз көп негізді қышқылдан түзілген тұз. Бұл тұз гидролизге анионы бойынша түсіп қышқылдық тұздың анионын – HCO_3^- түзеді, ерітіндіде гидроксид ионы артық мөлшерде болады, сондықтан реакция ортасы негіздік $pH > 7$.



Мырыш сульфаты $ZnSO_4$ – күшті қышқылдан және көпқышқылдық негізден түзілген тұз. Бұл тұз гидролизге катионы бойынша түсіп негіздік тұздың катионын – $ZnOH^+$ түзеді, ерітіндіде сутек ионы артық мөлшерде болады, сондықтан реакция ортасы қышқылдық $pH < 7$.

СУДЫҢ КЕРМЕКТИГІ ЖӘНЕ ОНЫ ЖОЮ ӘДІСТЕРІ

Судың кермектігі 1л судағы Ca^{+2} және Mg^{+2} иондарының миллиэквиваленттерінің қосындысымен анықталады (мэкв/л). Судың құрамындағы 20,04мг/л Ca^{+2} немесе 12,16мг/л Mg^{+2} иондары кермектіктің бір миллиэквивалентін көрсетеді.

1 мысал. 500л көлемінде 202,5г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ бар судың кермектігін есептеп шығарыңыз.

Шешуі. 1 л судағы $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -ның массасын анықтаймыз:

$$202,5 : 500 = 0,405\text{г. } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2.$$

немесе $0,405 : / 81 = 0,005$ эквиваленттік масса. Мұндағы 81 г/моль $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ -ның эквиваленттік массасы. Судың кермектігі - 5 мэкв/л.

2 мысал. Кермектігі 4 мэкв/л болатын судың 1м³ көлемінде неше грамм CaSO_4 тұзы бар?

Шешуі: CaSO_4 тұзының:

Мольдік массасы - 136,14г/моль, эквиваленттік массасы - $136,14:2 = 68,07$ г/моль. Кермектігі 4 мэкв болатын судың құрамында: $4 \cdot 1000 = 4000$ мэкв немесе $4000 \cdot 68,07 = 272280$ мг немесе 272,28г. CaSO_4 болады.

ЕСЕПТЕР

1. K_2S және $CrCl_3$ ерітінділерін араластырғанда бірге жүретін гидролиз реакциясының молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз. Осы екі тұздың қайсысы аяғына дейін қайтымсыз гидролизденеді?

2. $MnCl_2$, Na_2CO_3 және тұздарының ерітіндісінің сутектік көрсеткішінің мәні қандай? Осы тұздардың гидролиз реакциясының молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін жазыңыз.

3. $Al_2(SO_4)_3$, K_2S , $P_6(NO_3)_2$, KCl тұздарының қайсысы гидролизге түседі? Гидролизге түсетін тұздың гидролиз реакциясының молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін жазыңыз.

4. $P_6Cl_2Cr(SO_4)_3$, $Ni(NO_3)_2$ тұздарының қайсысы гидролизге түседі? Гидролизге түсетін тұздардың гидролиз реакциясының молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін жазыңыз.

5. $CuSO_4$ және K_2CO_3 тұздарының ерітінділерін араластырғанда тұнбаға $(CuOH)_2CO_3$ - негіздік тұз түседі және CO_2 - бөлініп шығады. Екі тұз біріккенде жүретін гидролиз реакциясының молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

6. Хром (II) хлориді мен натрий сульфит ерітінділерін араластырғанда жүретін гидролиз реакциясын және олардың ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

7. Келесі тұздардың $NaCN$, K_2CO_3 , $Zn(NO_3)_2$, $CuSO_4$ гидролиз реакциялары қалай жүреді? Осы тұздар гидролизінің ионды-молекулалық және молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

8. Na_3PO_4 , $ZnSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, KNO_3 тұздары ерітінділерінің көрсеткіштері қандай болады? Олардың ионды-молекулалық және молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

9. NH_4NO_3 , Na_2S , $Al(NO_3)_3$, KCl тұздары ерітінділерінің сутектік көрсеткіштері (> 7 $<$) қандай болады? Олардың ионды-молекулалық және молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

10. Неге Na_2SO_3 және CH_3COONa ерітінділері негіздік, ал $(NH_4)_2SO_4$ және $AlCl_3$ ерітінділері қышқылдық орта көрсетеді? Жауаптарыңызды гидролиздің ионды-молекулалық теңдеулерін жазып дәлелденіз.

11. Гидролиз дәрежесінің температураға және сұйылтуға тәуелділігі қандай? $Ba(CH_3COO)_2$ тұзы гидролизінің тепе-теңдігі

қалай қарай ығысады, егер ерітіндіге: а) сілті; б) аммоний хлоридін күйсак?

12. Келесі тұздардың $NaNO_2$, $MnCl_2$, KNO_3 , $CH_3COO \cdot NH_4$ қайсысы гидролизге түседі? Гидролизденетін әр тұздың молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз?

13. $Cr(NO_3)_3$, $MgSO_4$, $ZnBr_2$ тұздары гидролизінің ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз. Бұл тұздар ерітінділерінің сутектік көрсеткіші ($> 7 <$) қандай болады?

14. $NaBr$, KNO_2 , $NaClO_3$, $Cr(NO_3)_3$ тұздары ерітінділерінің реакция ортасы қандай? Гидролиз реакцияларының молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

15. Төмендегі тұздардың қайсысы гидролизденеді? $Ca(NO_2)_2$, $Al_2(SO_4)_3$, KJ тұздарының әрқайсысының гидролиз реакцияларының молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін жазып олардың реакция ортасын көрсетіңіз.

16. $ZnCl_2$, $CrCl_3$, $Cr_2(CO_3)_3$ - тұздары гидролизінің иондық және молекулалық теңдеулерін жазыңыз. Реакция ортасын көрсетіңіз.

17: K_3PO_4 , $Cu(NO_3)_2$, CaS тұздары ерітінділерінің сутектік көрсеткіштері ($> 7 <$) қандай болады? Гидролизінің иондық және молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

18. Ортасы а) сілтілік; б) қышқылдық болатын тұздың гидролиз реакциясының иондық теңдеуін жазыңыз.

19. Келесі тұздардың: $NaClO_4$, CH_3COONa , CH_3COONH_4 , Na_2S қайсысы гидролизге түседі? Гидролиз теңдеулерін молекулалық және иондық түрде жазыңыз.

20. Na_2SO_3 , BaS , NH_4Br , $FeSO_4$ тұздарының гидролизінің молекулалық және иондық теңдеулерін жазыңыз.

21. $Pb(NO_3)_2$, $CaSO_4$, $PbCO_3$ тұздары ерітінділерінің сутектік көрсеткіштері ($>7<$) қандай? Гидролиздің иондық және молекулалық теңдеулерін жазыңыз.

22. Келесі тұздардың $Fe(NO_3)_2$, $FeCl_3$, $Ca(CH_3COO)_2$ гидролиз реакциясының молекулалық және иондық теңдеулерін жазыңыз.

23. Кермектегі 5 мэкв болатын 500л судың кермектігін жою үшін Na_3PO_4 -тің неше граммын қосу керек?

24. Қандай тұздар суға кермектік береді? Кермектіктің қайсысын карбонатты, қайсысын карбонатсыз дейді? Оларды қалай жоюға болады? Реакцияларының теңдеулерін жазыңыз.

25. 200 мл судағы кальций гидрокарбонатымен реакцияға түсуге 15см^3 $0,08\text{Н}$ тұз қышқылының ерітіндісі қажет. Осы судың кермектігін есептеңіз.

26. Құрамында $65,7\text{г}$ магний гидрокарбонаты және $61,2\text{г}$ кальций сульфаты бар 600л судың кермектігін есептеңіз.

27. Құрамында тек кальций гидрокарбонаты бар судың кермектігі 4 мэкв. Осы судың 75см^3 көлеміндегі кальций гидрокарбонатымен реакцияға түсу үшін $0,1\text{Н}$ тұз қышқылы ерітіндісінің қандай мөлшері қажет?

ТОТЫҒУ - ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

Әрекеттесуші заттардың құрамына кіретін атомдардың тотығу дәрежелері өзгере жүретін реакцияларды тотығу-тотықсыздану реакциялары деп атайды.

Тотығу дәрежесі деп - молекула тек иондардан тұратын бейтарап бөлшек деген болжаммен есептеліп шығарылған атомның шартты зарядын айтады. Тотығу-тотықсыздану бұл бір-бірімен тығыз байланысқан біріккен процесс. Тотығу процесі тотықсыздандырғыштың тотығу дәрежесін жоғарылатады, ал тотықсыздану процесі тотықтырғыштың тотығу дәрежесін төмендетеді.

Кез-келген элементтің атомы өзінің ең жоғарғы тотығу дәрежесінде оны одан ары жоғарылата алмайды (электронды бере алмайды), ал ең төменгі тотығу дәрежесіндегі оны одан ары төмендете алмайды (электронды қосып ала алмайды). Сондықтан ең жоғарғы тотығу дәрежесіндегі атомдар тотықтырғыштық, ең төменгі тотығу дәрежесіндегі атомдар тотықсыздандырғыштық қасиет көрсетеді. Орта тотығу дәрежесіндегі элемент атомдары тотықтырғыштық та, тотықсыздандырғыштық та қасиет көрсете алады.

Мысалы:

$N^{+5}(HNO_3)$; $S^{+6}(H_2SO_4)$ – тек тотықтырғыштық қасиет көрсетеді.

$N^{+4}(NO_2)$;	$S^{+4}(SO_2)$	}	Тотықтырғыштық және тотықсыздандырғыштық қасиет көрсетеді.
$N^{+3}(HNO_2)$;			
$N^{+2}(NO)$;	$S^{+2}(SO)$		
$N^{+1}(N_2O)$;			
$N^{+0}(N_2)$;	$S^0(S_2, S_8)$		
$N^{-1}(NH_2OH)$;	$-I_{(H_2S_2)}$		
$N^{-2}(N_2H_4)$.			

$N^{-3}(NH_3)$; $S^{-2}(H_2S)$ – тек тотықсыздандырғыштық қасиет көрсетеді.

Тотығу-тотықсыздану реакция кезінде атомның валенттілігі өзгермеуі де мүмкін. Мысалы: $\text{H}_2^0 + \text{Cl}_2^0 = \text{H}^{+1}\text{Cl}^-$ тотығу-тотықсыздану реакция кезінде сутек және хлор атомдарының валенттілігі реакцияға дейін және реакциядаи кейін бірге тең. Олардың тек тотығу дәрежелері өзгереді. Валенттілік атомдардың арасында түзілген химиялық байланыстың санын көрсетеді, сондықтан оның «+», «-» таңбалары болмайды. Тотығу дәрежесінің «+» және «-» таңбасы болады.

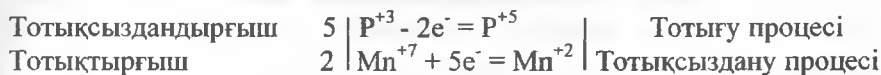
Тотығу-тотықсыздану реакция екі тәсілмен құрастырылады :

1. Электрондық тепе-теңдік.
2. Ионды-электрондық (жарты реакция әдісі).

1 мысал. Төмендегі тотығу-тотықсыздану реакциясының теңдеуін электрондық тепе-теңдік және ионды электрондық тәсілдерімен құрастырыңыз.

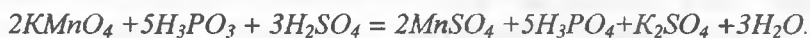


Шешуі. Есептің шарты бойынша реакцияға түсетін және оның нәтижесінде түзілетін заттар берілгендіктен теңдеуді құрастыру үшін тотығу дәрежесін өзгертетін элемент атомдарының тотығу дәрежесін анықтап электрондық тепе-теңдік теңдеуін құрастырып коэффициенттерді анықтау керек:



Тотықсыздандырғыш берген электрондардың жалпы саны тотықтырғыштың қосып алған электрондарының санына тең болуға тиіс. Сондықтан берілген және қосып алынған электрондар саны коэффициент ретінде электрондық тепе-теңдікке қойылады. Қарастырылып отырған жағдайда тотықсыздандырғыштың коэффициенті 5, ал тотықтырғыштікі 2. Осы коэффициенттерді

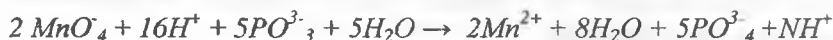
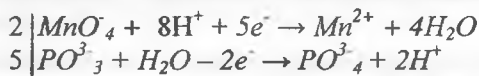
тотығу дәрежелерін өзгертіп тұрған атомы бар заттардың алдына қойып реакция теңдеуін теңестіреміз.



Ионды-электрондық тәсіл бойынша реакция теңдеуін ион түрінде жазамыз:



Осыдан ионды-электрондық теңдеу құрастырамыз:



Бірдей иондар мен молекулаларды қысқартқанда:

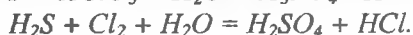


ЕСЕПТЕР

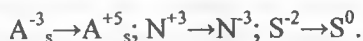
1. HCl , $HClO_3$, $HClO_4$ қосылыстарындағы хлордың тотығу дәрежесіне сүйеніп отырып осы қосылыстардың қайсысы тек тотықтырғыштық, тек тотықсыздандырғыштық және тотықтырғыштықта тотықсыздандырғышта қасиет көрсететінін анықтаңыз. Оның себебін түсіндіріңіз. Төмендегі реакцияны электрондық тепе-теңдік әдісі арқылы теңестіріңіз:



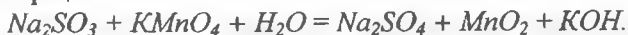
2 Төмендегі тотығу –тотықсыздану реакцияларын электрондық тепе-теңдік әдісімен теңестіріңіз. Әр реакция бойынша тотығу, тотықсыздану процестерін және тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты анықтаңыз:



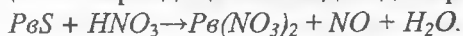
3. Электрондық тепе-теңдік теңдеулерін құрастырып төмендегі өзгерістердің қайсысында тотығу, қайсысында тотықсыздану процесі жүретінін көрсетіңіз:



Электрондық тепе-теңдік арқылы төмендегі реакция теңдеуін теңестіріңіз.



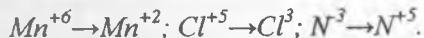
4. PH_3 , H_3PO_4 , H_3PO_3 қосылыстарындағы фосфордың тотығу дәрежесіне сүйене отырып осы қосылыстардың қайсысы тек тотықтырғыштық, қайсысы тек тотықсыздандырғыштық және қайсысы тотықтырғыштықта және тотықсыздандырғыштықта қасиет көрсететінін анықтаңыз. Оның себебін түсіндіріңіз. Төмендегі реакция электрондық тепе-теңдік әдісі арқылы теңестіріңіз:



5. Электрондық тепе-теңдік әдісімен төмендегі реакция теңдеулерін теңестіріп, тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты анықтаңыз:



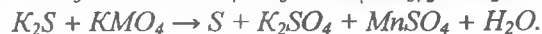
6. Электрондық тепе-теңдік арқылы төмендегі өзгерістердің қайсысында тотығу, қайсысында тотықсыздану процесі жүретінін көрсетіңіз:



Электрондық тепе-теңдік әдісімен төмендегі реакция теңдеуін теңестіріңіз:

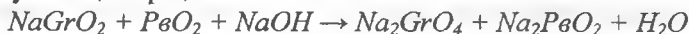


7. Электрондық тепе-теңдік әдісімен төмендегі реакция теңдеулерін теңестіріп, тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты анықтаңыз:

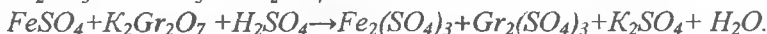
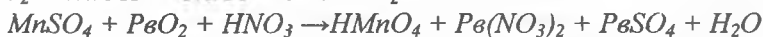
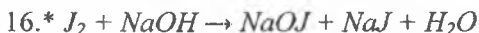
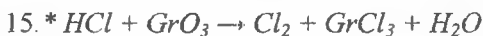
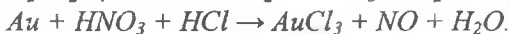
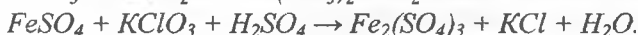
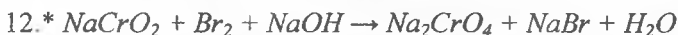
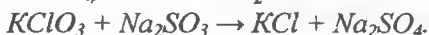


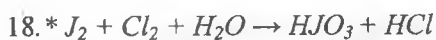
8. K_2 , Cr_2 , O_7 , Kl және H_2SO_3 қосылыстарындағы хромның, иодтың, күкірттің тотығу дәрежесіне сүйене отырып осы

қосылыстардың қайсысы тек тотықтырғыштық, қайсысы тек тотықсыздандырғыштық және қайсысы тотықтырғыштық та, тотықсыздандырғыштық та қасиет көрсететінін анықтаңыз. Себепін түсіндіріңіз. Электрондық тепе-теңдік әдісімен төмендегі реакция теңдеуін теңестіріңіз:



9.* Электрондық тепе-теңдік әдісімен төмендегі реакция теңдеулерін теңестіріп тотықтырғышпен тотықсыздандырғышты анықтаңыз:





19. Көрсетілген заттар арасында тотығу-тотықсыздану реакциясы жүреді ме?

а) NH_3 және $KMnO_4$ б) HNO_2 және HJ ; в) HCl және H_2Se не себептен?

Электрондық тепе-теңдік әдісімен төмендегі реакция теңдеуін теңестіріңіз:



20. Көрсетілген заттар арасында тотығу-тотықсыздану реакциясы жүреді ме?

а) PH_3 және HBr ; б) $K_2Cr_2O_7$ және H_3PO_3 ; в) HNO_3 және H_2S не себептен?

Электрондық тепе-теңдік әдісімен төмендегі реакция теңдеуін теңестіріңіз:



* Есеп шартын 9 есептен қараңыз

ЭЛЕКТРОДТЫҚ ПОТЕНЦИАЛ, ЭЛЕКТРОЛИЗ ЖӘНЕ МЕТАЛДАРДЫҢ КОРРОЗИЯСЫ

Егер металл пластикасын суға батыратын болсақ, онда металдың бетіндегі иондары судың полярлы молекуласымен гидратацияланып ерітіндіге өтеді. Осы жағдайда металл қалған электрондар оның сыртқы бетін теріс зарядтандырады. Соның арқасында ерітіндіге өткен гидратталған катиондар мен металл бетінің арасында электростатикалық тартылыс пайда болады, жүйеде жылжымалы тепе-теңдік тұрақталады:

$Me + mH_2O \leftrightarrow Me(H_2O)^n + ne^-$ ерітінді металл бетінде, мұндағы n - процеске қатысқан электрон саны.

Металл мен ерітіндінің шектескен жерінде белгілі потенциал айырмасымен сипатталатын қос электрлік қабат пайда болады. Егер металл пластикасын өзінің тұзының ерітіндісіне салса бөлекше потенциал айырмасы пайда болады. Оны металдың стандарттық электрондық потенциалы деп атайды. Олардың мәні қосымша кестеде келтірілген.

1 мысал. Никельдің стандарттық электродтық потенциалы кобальттың стандарттық электродтық потенциалынан көп (қосымшадағы кестеге қараңыз). Егер никельді ионының концентрациясы 0,001 моль/л, ал кобальтты ионының концентрациясы 0,1 моль/л болатынын өз тұздарының ерітіндісіне батырып потенциалын өлшегенде олардың бастапқы потенциалдарының қатынасы өзгереді ме?

Шешуі. Металдық электродтық потенциалы оның ионының ерітіндідегі концентрациясына тәуелді. Бұл тәуелділік Нерист теңдеуімен сипатталады:

$$E = E^0 + \frac{0,058}{n} \cdot \lg c$$

мұндағы E^0 - стандарттық электродтық потенциал;

n - процеске қатысқан электрон саны;

c - ерітіндідегі гидратталған металл иондарының концентрациясы, моль/л;

$E_{Ni^{+2}/Ni}^0 = -0,25\text{В}; E_{Co^{+2}/Co}^0 = -0,277\text{В}$ (қосымшадағы кестеден)

Осы металдардың берілген концентрациядағы электродтық потенциалдарын анықтаймыз:

$$E_{Ni^{+2}/Ni}^0 = -0,25 + \frac{0,058}{2} \cdot \lg \cdot 10^{-3} = -0,337\text{В}$$

$$E_{Co^{+2}/Co}^0 = -0,277 + \frac{0,058}{2} \cdot \lg \cdot 10^{-1} = -0,30\text{В.}$$

Берілген концентрацияда кобальттың электродтық потенциалы никельдікінен көп болып бастапқы қатынас өзгереді.

2 мысал. Мыс сульфаты ерітіндісін 4 А болатын ток күшінде 1 сағат электролизге түсіргенде катодта қанша грамм мыс бөлініп шығады.

Шешуі: Электролиз кезінде бөлініп шығатын заттың мөлшерін Фарадей заңы бойынша анықтауға болады:

$$m = \frac{\mathcal{E} \cdot J \cdot t}{96500}$$

мұндағы: m – электродта тотыққан немесе тотықсызданған заттың массасы;

\mathcal{E} - заттың эквиваленттік массасы, г;

J - ток күші; А;

t - электролиз жүрген уақыт, сек.

Мыстың эквиваленттік массасы:

$$\mathcal{E}_{Cu} = \frac{A_{Cu}}{B} = \frac{63,54}{2} = 31,77 \text{ г/моль.}$$

Катодта бөлініп шыққан мыстың массасы:

$$m = \frac{31,77 \cdot 4 \cdot 3600}{96500} = 4,74 \text{ гр.}$$

3 мысал. 3880 Кл электр тоғы жұмсалғанда металдың хлориді ерітіндісінен катодта 11,742 г металл бөлініп шығарылды. Осы металдың эквиваленттік массасын анықтаңыз.

Шешуі:

Фарадей заңының математикалық өрнегімен эквиваленттік массаны төмендегі формула бойынша есептейміз:

$$\Delta = \frac{m \cdot 96500}{J \cdot t} = \frac{11,742 \cdot 96500}{3880} = 29,35 \text{ г/моль.}$$

ЕСЕПТЕР

1. Өз тұзының ерітіндісіндегі марганец электродының электродтық потенциалы – 1,23 в. Mn^{+2} – ионының концентрациясын моль/л-де есептеңіз. Жауабы: $1,89 \cdot 10^{-2}$ моль/л.

2. $AgNO_3$ - ерітіндісіндегі күміс электродының электродтық потенциалының мәні оның стандарттық электродтық потенциалының 95%. Моль/л есептегенде Ag^+ - ионының концентрациясы нешеге тең? Жауабы: 0,20 моль/л.

3. Қандай гальваникалық элемент концентрациялық деп аталады? 0,01н және 0,1н $AgNO_3$ ерітіндісіне батырылған екі күміс электродынан тұратын гальваникалық элементтің схемасын құрыңыз, электродтық процестің электрондық теңдеуін жазыңыз және э.к.к. (электро қозғыштық күш) есептеңіз. Жауабы: 0,058 в.

4. $[Mg^*] = [Cd^{+2}]$ иондарының концентрациялары 1 моль/литрден болатын магний және кадмий тұздарының ерітінділеріне өздеріне сәйкес келетін магний және кадмий пластинкалары батырылған гальваникалық элементтің схемасын құрыңыз, электродтық процестің электрондық теңдеуін жазыңыз, э.к.к. (электро қозғыштық күш) есептеңіз. Әр ионның концентрациясын 0,01 моль/л дейін төмендеткенде э.к.к.-тің мәні өзгереді ме? Жауабы: 1,967 в.

5. Негізінде $Ni + Pb(NO_3)_2 = Ni(NO_3)_2 + Pb$ реакция теңдеуі жатқан гальваникалық элементтің схемасын құрастырыңыз. Анодтық және катодтық процестердің электрондық теңдеуін жазыңыз. $[Ni^{+2}]$ -

ионының концентрациясы 0,01 моль/л, $[Pv^{+2}]$ - ионының концентрациясы 0,001 моль/л болған кездегі осы гальваникалық элементтің э.қ.к. (электро қозғыштық күш) есептеңіз. Жауабы: 0,066в.

6. K_2SO_4 ерітіндісі 4 А тоқ күшімен 1 сағат электролизге түсірілді. Электродтарда жүрген процестердің электрондық теңдеулерін жазып электродтарда бөлінген заттардың көлемін есептеңіз.

7. $AlCl_3$, $NiSO_4$ ерітінділерін анод ретінде сағат электродты пайдаланып жүргізген электролиз процесінің электрондық теңдеулерін жасаңыз.

8. $CuSO_4$ ерітіндісін электролизге түсіргенде анодта 168см^3 оттегі бөлінді (к.ж.). Катодта неше грамм мыс бөлінді?

9. Na_2SO_4 ерітіндісін 7 А тоқ күшімен 5 сағат электролизге түсіргенде қанша грамм су ыдырады?

10. Бір металдың сульфатының ерітіндісін 6 А тоқ күшінде 45 минут электролизге түсіргенде катодта 5,49г металл бөлініп шықты. Осы металдың эквиваленттік массасын есептеп шығарыңыз.

11. KOH ерітіндісі және KOH балқымасы электролизге түскен кездегі электродта жүретін процестердің электрондық теңдеулерін жазыңыз.

12. Анод ретінде бір рет графитті, екінші рет алюминийді қолданып жүргізілген $Al_2(SO_4)_3$ ерітіндісінің электролиз процесінің электрондық теңдеулерін жазыңыз.

13. NaJ ерітіндісін 6 А тоқ күшінде 2,5 сағат графиттен жасалған электродтармен электролизге түсіргенде қандай заттар және қанша мөлшерде бөлініп шығады?

14. $MgCl_2$ ерітіндісін 30 минут электролизге түсіргенде катодта (к.к.) 3,4л сутек бөлініп шықса тоқтың күші қандай болғаны? Анодта бөлініп шыққан заттың массасын есептеңіз.

15. Қалайымен және мырышпен қапталған темірдің қабыршығы бұзылған кезде темірдің атмосфералық коррозиясы қалай жүреді? Анодтық және катодтық процестердің электрондық теңдеулерін жазыңыз.

16. Мыс не себептен сұйытылған қышқылдардан сутек бөліп шығармайды? Бірақ қышқылға батырылған мыс пластикасына мырышты жанатсаң мыста сутек жылдам бөліне бастайды? Осыған түсінік беріп, анодтық және катодтық процестердің электрондық

тендеуін құрастырыңыз. Жүретін химиялық реакцияның тендеуін жазыңыз.

17. Қалайымен қапталған темірдің және қалайымен қапталған мыстың атмосфералық коррозиясы қалай жүреді? Анодтық және катодтық процестердің электрондық тендеуін жасаңыз.

18. Егер болаттан жасалған заттың бетіне суды тамызсақ су тамған жердің сыртқы жағы емес ортасы коррозияға түседі. Су тамшысы кепкеннен кейінгі ортасында тоттың дағы пайда болады. Бұны қалай түсіндіруге болады? Су тамшысының астындағы металдың қай бөлігі катод, ал қай бөлігі анод қызметін атқарады? Анодтық және катодтық процестердің электрондық тендеулерін құрастырыңыз.

19. Металдың бетін қаптаудың қайсысы катодтық деп аталады? Темірді анодтық және катодтық қаптауға қолдануға болатын металдардан бірнеше мысал келтіріңіз. Мыспен қапталған темірде ылғалды ауада және күшті қышқылдық ортада жүретін коррозияның анодтық және катодтық процестерінің электрондық тендеулерін жазыңыз.

20. Темір бөшке концентрациялы күкірт қышқылын тасымалдауға қолданылады, бірақ ол қышқылдан босатылғаннан кейін коррозияға ұшырап бүлінеді. Бұны қалай түсіндіруге болады? Қандай зат анод, қандай зат катод қызметін атқарады? Анодтық және катодтық процестердің электрондық тендеуін жазыңыз.

КЕШЕНДІ ҚОСЫЛЫСТАР

Кешенді қосылыстар деп кристал торының буындарында, ерітіндісінде және кристал күйінде өзінше бола алатын, күрделі кешенді иондары бар қосылыстарды айтады.

А. Вернердің кешенді қосылыстардың құрылысы теориясы бойынша көпшілік кешенді қосылыстар ішкі (кешенді ион) және сыртқы сфералардан тұрады. Мысалы, $K_3[Al(OH)_6]$ қосылысында $[Al(OH)_6]^{3-}$ - ішкі сферада, ал калидің үш ионы сыртқы сфера. Ішкі сфера кешен түзгіш ионнан (Al^{3+}) және лигандтан (OH) тұрады.

Кешен түзуші ретінде метал иондары



Көбіне d – элементтердің иондары кешен түзгіш болады. Лигандтар ретінде OH , CN , Cl , Br , J , NO_3 , NO_2 және т.б., сонымен қатар бейтарап молекулалар болады. Кешен түзгіштің айналасында топталған лигандтар саны координациялық сан деп аталады. Мысалы, $K_3[Al(OH)_6]$ қосылысында 6-ға тең.

Кешенді ионның заряды сыртқы сфераның қарама-қарсы таңбамен алынған зарядына тең. Егер сыртқы сфераның заряды көрсетілмеген болса, онда кешенді ионның заряды ішкі сфераның құрамына кіретін иондардың алгебралық қосындысы ретінде есептеледі. Мысалы, $[Cr(H_2O)_4 NH_3Cl]$ кешенді ионының заряды $3+0+0-1 = +2$.

Кешенді қосылыстар кешенді ионның зарядына байланысты да, лигандтар сипатына байланысты да топтарға бөлінеді. Ішкі сфераның зарядына байланысты кешенді қосылыстар катионды, анионды және бейтарап болады. Катионды кешенді қосылыстардың ішкі сфераның заряды оң болады. Мысалы, $[Cr(NH_3)_6] Cl_3$.

Лигандтардың сипатына байланысты кешенді қосылыстар:

а) лигандтары қышқыл аниондары болып келетін ацидо-кешендер, мысалы $K_3[Fe(CN)_6]$;

б) лигандтар гидроксил тобы болатын, гидроксо-кешендер, мысалы $Na_2 [Zn(OH)_4]$;

в) лигандтары аммиак болатын, аммиактар (амин-кешендер), мысалы $[Cr(NH_3)_6] Cl_3$;

г) лигандтары су болатын, аква-кешендер, мысалы $[Cu(H_2O)_4]SO_4 \cdot H_2O$;

д) лигандтары әр түрлі молекулалар және иондар болатын, бірегей емес кешендер, мысалы, $[Ni(NH_3)_5Cl]Cl_2$;

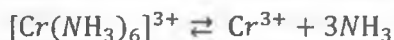
Мысал: $[Cr(NH_3)_6]Cl_3$ кешенді қосылысындағы кешен түзгіштің тотығу дәрежесін және координациялық санын, кешенді ионның зарядын анықтаңыз. Суды ерітіндісіндегі диссоциациялану теңдеуін және беріксіздік тұрақтысының формуласын жазыңыз.

Шешуі.

Зат еритін болғандықтан, оның су ерітіндісіндегі диссоциациялану теңдеуін жазуға болады.



Сыртқы сферада үш Cl^- ионы болғандықтан кешенді ионның заряды +3-ке тең. Хром ионының заряды +3-ке тең. Cr^{3+} ионының координациялық саны 6-ға тең. $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ ионы әлсіз электролит ретінде қайтымды түрде екінші сатымен диссоциацияланады:



Бұл процесс қайтымды болғандықтан ол үшін тепе-теңдік тұрақтысын жазуға болады:

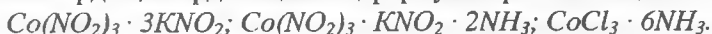
$$K = \frac{[Cr^{3+}][NH_3]^6}{[Cr(NH_3)_6^{3+}]}$$

Кешенді ионның диссоциациялануының тепе-теңдік тұрақтысын осы кешенді ионның беріксіздік тұрақтысы (K_6) деп атайды. K_6 -ның мәні неғұрлым аз болса, солғұрлым кешенді ион берік болады.

Кешенді қосылыстардан қос тұздардың айырмашылығы олар K_6 -ның үлкен мәндерімен сипатталады және су ерітінділерінде барлық иондарға диссоциацияланады.

ЕСЕПТЕР

1. Co^{3+} - ионының координациялық саны 6-ға тең деп келесі қосылыстардың координациялық формулаларын жазыңыз:



Олардың ерітіндідегі диссоциациялану теңдеулерін жазыңыз.



Кешенді қосылыстарындағы кешен түзгіштің, кешендік ионының тотығу дәрежелерін, координациялық санды анықтаңыз. Диссоциациялану теңдеулерін жазыңыз.

3. $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$; $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$; $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ қосылыстарындағы иондардың зарядын, кешен түзушінің тотығу дәрежесін және координациялық санын анықтаңыз. Олардың су ерітіндісіндегі диссоциациялану теңдеулері мен Кб-формулаларын жазыңыз.

4. Co^{+3} ионының координациялық саны 6 деп, $\text{CrCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; $\text{CrCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{KCl}$; $\text{CrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot 2\text{KCl}$ кешенді қосылыстардың координациялық формулаларын түзіңіз. Олардың су ерітіндісіндегі диссоциациялану теңдеулерін жазыңыз.

5. Cr^{+3} , Cl , H_2O және NH_3 бөлшектерінен жеті кешенді қосылыстардың координациялық формулаларын түзіңіз, олардың біреуі $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}$, Cr^{+3} -ионының координациялық саны 6-ға тең деп, алты қосылыстардың формулаларын және су ерітіндісіндегі осы заттардың диссоциациялану теңдеулерін жазыңыз.

6. Мыс және мырыш гидроксидтері аммиакта ериді. Реакция теңдеуін молекулалық және ионды-молекулалық түрінде жазып, тұнбалардың еру себебін түсіндіріңіз.

7. Cu^{2+} және Ni^{+2} иондарының координациялық сандары 4 және 6 деп, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ және $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ кристаллогидраттардың координациялық формулаларын жазыңыз. Су ерітіндісіндегі осы қосылыстардың диссоциациялану теңдеулерін жазыңыз.

8. Хром және мырыш гидроксидтері сілтінің артық мөлшерінде ериді. Реакцияның молекулалық және ионды-молекулалық теңдеулерін, түзілген қосылыстардың су ерітіндісіндегі диссоциациялану теңдеулерін және Кб-формулаларын жазыңыз.

9. $\text{CoClSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ құрамында екі қосылыстың беруі күміс нитратымен әрекеттесетін күміс хлоридінің тұнбасын түзіп, ал екіншісі барий нитратымен әрекеттесіп барий сульфатының тұнбасын түзетін болса осы екі қосылыстың координациялық формулаларын

түзіңіз. Co^{3+} -ионының координациялық саны 6. Осы заттардың әрекеттесу реакцияларының теңдеулерін және су ерітіндісіндегі диссоциациялану теңдеулерін жазыңыз.

10. $[Ag(CNS)_2]^-$; $[Ag(NO_2)_2]$ және $[Ag(CNS)_2]^-$ кешенді иондарының беріксіздік тұрақтыларын $2,0 \cdot 10^{-11}$, $1 \cdot 10^{-3}$ және $1,3 \cdot 10^{-3}$ тең. Молярлық концентрациясы бірдей ерітінділердің қайсысында күміс ионы көп?

11. $(NH)_4Al(SO_4)_2$ және $K_3[Al(OH)_6]$ тұздарының су ерітіндісіндегі диссоциациялану теңдеулерін келтіріңіз. Қос тұздар деп қандай кешенді қосылыстарды атайды?

12. Мырыш және бериллий дигидроксидтері аммиакта және сілті ерітінділерінде ериді. Осы кездерде қандай кешенді қосылыстар түзіледі? Реакциялардың молекулалық және иондық теңдеулерін жазыңыз.

13. $KFe(SO_4)_2$ және $K_3[Fe(CN)_6]$ тұздардың су ерітіндісіндегі диссоциациялану теңдеулерін жазыңыз. Солардың әрқайсысына алюминий роданидінің ерітіндісі құйылды. Қайсы жағдайда ерітінді темір роданидіне тән түске боялады? Реакциялардың молекулалық және иондық теңдеулерін жазыңыз.

14. $[HgCl_4]^{2-}$, $[HgBr_4]$ және $[HgJ_4]$ кешенді иондардың беріксіздік тұрақтылары $8,5 \cdot 10^{-18}$, $1,0 \cdot 10^{-21}$ және $1,5 \cdot 10^{-80}$ -не тең. Көрсетілген иондардың қайсысы беріктеу болады?

15. Координациялық сан 6-ға тең лигандтары аммиак молекулалары, CN^- – иондары болатын кадмийдің кешенді қосылыстардың формулаларын жазыңыз.

16. Кешен түзушілер Cr^{3+} және Pd^{+2} болатын $[Cr(NH_3)_4Cl_2]$ және $[Pd(H_2O)(NH_3)_2Cl]$ кешенді иондардың координациялық санын және ішкі сфераларының зарядтарын анықтаңыз. Осы иондар құрамына кіретін қосылыстардың формулаларын келтіріңіз.

17. $[PdJ_4]^{2-}$, $[Co(NH_3)_2(NO_2)_4]^{2-}$, $[Cr(H_2O)_4Br_2]^+$ кешенді ион түзушілердің тотығу дәрежелерін анықтаңыз. Су ерітіндідегі осы иондардың диссоциациялану теңдеулерін түзіңіз.

18. $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ және $[Cu(CN)_4]^{2-}$ кешенді иондардың беріксіздік тұрақтылары $6,2 \cdot 10^{-26}$ және $5,4 \cdot 10^{-32}$ -тең. Осы иондардың молярлық концентрациялары бірдей ерітінділерінің қайсысында осы иондардың концентрациясы көп?

19. $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$; $[Cr(NH_3)_5Cl]SO_4$; $[Cr(H_2O)Br_2]Br$

қосылыстарының кешен түзушілерінің тотығу дәрежелерін және кешенді иондарының зарядтарын анықтаңыз. Су ерітінділеріндегі олардың диссоциациялану теңдеулерін жазыңыз.

20. Координациялық саны төртке тең, ал лигандтары хлор иондары мен аммиак молекулалары болатын екі валентті плагинаның барлық мүмкін қосылыстарының формулаларын жазыңыз.

ОҚУЛЫҚТАР ТІЗІМІ:

1. Бірімжанов Б.А., Нұрахметов Н.Н. Жалпы химия. Алматы, Ана-тілі, 1992 ж.
2. Өтетаев Б. Химия, Шымкент, 1998 ж.
3. Ахатаев К. Химия, Алматы, Ана-тілі, 1993 ж.
4. Юсупова А.Б. Химия есептері және оларды шығару әдістері. Алматы, Мектеп, 1989 ж.
5. Бекишев К. Шығарылған химия есептері. Алматы, "Қаржы-қаражат", 1997 ж.
6. Шолақтегі Ә. Жалпы химиядан есептер шығару үлгілері және есептер жинағы, Тараз, 2003 ж.

ҚОСЫМШАЛАР

1 кесте

Атомда электрондардың орналасуы

элемент	K	L	M	N	элемент	K	L	M	N	O	P	элемент	K	L	M	N	O	P	Q
H	1				Rb	2	8	18	8	1		Hf	2	8	18	32	10	2	
He	2				Sr	2	8	18	8	2		Ta	2	8	18	32	11	2	
Zi	2	1			Y	2	8	18	9	2		W	2	8	18	32	12	2	
Be	2	2			Zr	2	8	18	10	2		Re	2	8	18	32	13	2	
B	2	3			Nb	2	8	18	12	1		Os	2	8	18	32	14	2	
C	2	4			Mo	2	8	18	13	1		Ir	2	8	18	32	15	2	
N	2	5			Tc	2	8	18	13	2		Pt	2	8	18	32	17	1	
O	2	6			Ru	2	8	18	13	1		Au	2	8	18	32	18	1	
F	2	7			Rh	2	8	18	15	1		Hg	2	8	18	32	18	2	
Ne	2	8			Pd	2	8	18	16	0		Tl	2	8	18	32	18	3	
Na	2	8	1		Ag	2	8	18	18	1		Pb	2	8	18	32	18	4	
Mg	2	8	2		Cd	2	8	18	18	2		Bi	2	8	18	32	18	5	
Al	2	8	3		In	2	8	18	18	3		Po	2	8	18	32	18	6	
Si	2	8	4		Sn	2	8	18	18	4		At	2	8	18	32	18	7	
P	2	8	5		Sb	2	8	18	18	5		Rn	2	8	18	32	18	8	
S	2	8	6		Te	2	8	18	18	6		Fr	2	8	18	32	18	8	1
Cl	2	8	7		I	2	8	18	18	7		Ra	2	8	18	32	18	8	2
Ar	2	8	8		Xe	2	8	18	18	8		Ac	2	8	18	32	18	9	2
K	2	8	8	1	Cs	2	8	18	18	8	1	Th	2	8	18	32	18	10	2
Ca	2	8	8	2	Ba	2	8	18	18	8	2	Pa	2	8	18	32	20	9	2
Sc	2	8	9	2	La	2	8	18	20	9	2	U	2	8	18	32	21	9	2
Ti	2	8	10	2	Ce	2	8	18	20	8	2	Np	2	8	18	32	23	9	2
V	2	8	11	2	Pr	2	8	18	21	8	2	Pu	2	8	18	32	24	8	2
Cr	2	8	13	1	Nd	2	8	18	22	8	2	Am	2	8	18	32	25	8	2
Mn	2	8	13	2	Pm	2	8	18	23	8	2	Cm	2	8	18	32	25	9	2
Fe	2	8	14	2	Sm	2	8	18	24	8	2	Bk	2	8	18	32	27	8	2
Co	2	8	15	2	Eu	2	8	18	25	8	2	Cf	2	8	18	32	28	8	2
Ni	2	8	16	2	Gd	2	8	18	25	9	2	Es	2	8	18	32	29	8	2
Cu	2	8	18	1	Tb	2	8	18	27	8	2	Fm	2	8	18	32	30	8	2
Zn	2	8	18	2	Dy	2	8	18	28	8	2	Md	2	8	18	32	31	8	2
Ga	2	8	18	3	Ho	2	8	18	29	8	2	(No)	2	8	18	32	32	8	2
Ge	2	8	18	4	Er	2	8	18	30	8	2	Lr	2	8	18	32	32	9	2
As	2	8	18	5	Tm	2	8	18	31	8	2	Ku	2	8	18	32	32	10	2
Se	2	8	18	6	Yb	2	8	18	32	8	2								
Br	2	8	18	7	Lu	2	8	18	32	9	2								
Kr	2	8	18	8															

Кейбір заттардың стандарттық жағдайдағы термодинамикалық көрсеткіштері

№	Заттардың формуласы	Агрегаттық күйі	ΔH° , кДж/моль	ΔS° , кДж/моль	ΔG° , кДж/моль
1	<i>C алмаз</i>	к	0	2,44	0
2	<i>C графит</i>	к	0	5,89	0
3	<i>FeO</i>	к	-263,68	54	-244,3
4	<i>Fe₂O₃</i>	к	-822,1	89,96	-740,9
5	<i>Fe₃O₄</i>	к	-	146,4	-1014,2
6	<i>H₂O</i>	с	-285,94	69,94	-237,19
7	<i>H₂O</i>	г	-241,83	188,72	-228,59
8	<i>NH₄Cl</i>	к	-315,39	94,5	-343,64
9	<i>CH₃OH</i>	с	-201,17	126,8	-166,31
10	<i>H₂</i>	г	0	130,59	0
11	<i>CH₄</i>	г	-74,85	186,19	-50,79
12	<i>HCl</i>	г	-92,31	186,68	-95,27
13	<i>N₂</i>	г	0	191,49	0
14	<i>Ca(OH)₂</i>	к	-986,5	76,1	-896,76
15	<i>NH₃</i>	г	-46,19	192,5	16,64
16	<i>CO</i>	г	-110,52	197,91	-137,27
17	<i>C₂H₂</i>	г	+226,8	200,82	+209,2
18	<i>O₂</i>	г	0	205,03	0
19	<i>H₂S</i>	г	-20,15	205,64	-33,02
20	<i>NO</i>	г	+90,37	210,2	+86,69
21	<i>CO₂</i>	г	-393,51	213,65	-394,38
22	<i>C₂H₄</i>	г	+52,28	219,45	68,12
23	<i>Cl₂</i>	г	0	222,95	0
24	<i>NO₂</i>	г	+33,5	240,46	+51,84
25	<i>CaO</i>	к	-635,1	39,7	-604,2
26	<i>CaO₃</i>	к	-1206,0	88,7	-1128,75
27	<i>BaO₃</i>	к	-581,57	199,4	-1128,8
28	<i>BIO</i>	к	-598,7	14,1	-581,61
29	<i>BaO</i>	к	-	-	-588,61
30	<i>CS₂</i>	г	+115,28	237,8	65,1
31	<i>C₆H₆</i>	с	+49,04	173,2	124,5
32	<i>C₂H₆</i>	г	-84,67	229,5	-32,89
33	<i>C₂H₅OH</i>	с	-235,31	160,7	-174,7
34	<i>Al₂O₃</i>	к	-1675,0	50,94	-1576,4

Кейбір қышқылдардың, негіздердің және аммиактың 15⁰СТЫҒЫЗДЫҒЫ (Г/СМ³)

Вещество Концентрация, %	H ₂ SO ₄	HNO ₃	HCl	KOH	NaOH	NH ₃
	1,013	1,011	1,009	1,016	1,023	0,992
4	1,027	1,022	1,019	1,033	1,046	0,983
6	1,040	1,033	1,029	1,048	1,069	0,973
8	1,055	1,044	1,039	1,065	1,092	0,967
10	1,069	1,056	1,049	1,082	1,115	0,960
12	1,083	1,068	1,059	1,100	1,137	0,953
14	1,098	1,080	1,069	1,118	1,159	0,946
16	1,112	1,093	1,079	1,137	1,181	0,939
18	1,127	1,106	1,083	1,156	1,213	0,932
20	1,143	1,119	1,100	1,176	1,225	0,926
22	1,158	1,132	1,110	1,196	1,247	0,919
24	1,174	1,145	1,121	1,217	1,268	0,913
26	1,190	1,158	1,132	1,240	1,289	0,908
28	1,205	1,171	1,142	1,263	1,310	0,903
30	1,224	1,184	1,152	1,286	1,332	0,898
32	1,238	1,198	1,163	1,310	1,352	0,893
34	1,255	1,211	1,173	1,334	1,374	0,889
36	1,273	1,225	1,183	1,358	1,395	0,884
38	1,290	1,238	1,194	1,384	1,416	
40	1,307	1,251		1,411	1,437	
42	1,324	1,264		1,437	1,158	
44	1,342	1,277		1,460	1,478	
46	1,361	1,290		1,485	1,499	
48	1,380	1,303	1,511	1,519		
50	1,399	1,316	1,538	1,540		
52	1,419	1,328	1,564	1,560		
54	1,439	1,340	1,590	1,580		
56	1,460	1,351	1,616	1,601		
58	1,482	1,362		1,622		
60	1,503	1,373		1,64		
62	1,525	1,384				
64	1,547	1,394				
66	1,571	1,403				
68	1,594	1,412				
70	1,617	1,421				
72	1,640	1,429				
74	1,664	1,437				

76	1,687	1,445							
78	1,710	1,453							
80	1,732	1,460							
82	1,755	1,467							
84	1,776	1,474							
88	1,808	1,486							
90	1,819	1,491							
92	1,830	1,496							
94	1,837	1,500							
98	1,841	1,510							
100	1,838	1,522							

5 кесте

Негіздер мен тұздардың 18⁰С кезіндегі суда ерігіштігі¹

Ионы	K ⁺	Na ⁺	Li ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Pb ²⁺
Cl ⁻	32,95	35,86	77,79	0,0313	37,24	51,09	73,19	55,81	203,9	1,49
Br ⁻	65,86	88,76	168,7	0,41	103,6	96,52	143,3	103,1	478,2	0,598
I ⁻	137,5	177,9	161,5	0,0635	201,4	69,2	2,000	148,2	419	0,08
F ⁻	92,56	4,44	0,27	195,4	0,016	0,012	0,0016	0,0087	0,005	0,07
NO ₃ ⁻	30,34	83,9	71,43	213,4	8,74	66,27	121,8	74,31	117,8	51,66
OH ⁻	142,9	116,4	12,04	0,01	3,7	1,77	0,17	0,001	0,035	0,01
SO ₄ ²⁻	11,12	16,83	35,64	0,55	0,0323	1,011	0,20	35,43	53,12	0,0041
CrO ₄ ⁻	63,76	61,21	111,6	0,0025	0,0335	0,12	0,4	73,0	-	0,042
CO	30,37	3,34	7,22	0,0035	0,0085	0,0046	0,0356	0,03	0,03	0,0315
CO ₃ ²⁻	108,0	19,39	1,3	0,003	0,0023	0,0011	0,0013	0,1	0,004	0,031

¹ 100 г суда қанықтырылған заттардың граммен ерігіштігі көрсетілген

6 кесте

Қышқылдардың, негіздердің және тұздарының суда ерігіштігі

Ионы	H ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Ph ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺
OH ⁻		e	e	e	-	e	æ	em	em	em	-	æ	em	em	em
NO ₃ ⁻	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
Cl ⁻	e	e	e	e	em	e	e	e	e	e	e	æ	e	e	e
S ²⁻	e	e	e	e	em	-	-	-	em	em	em	em	em	em	-

SO_3^-	е	е	е	е	æ	æ	æ	æ	æ	-	-	ем	æ	-	-
SO_4^-	е	е	е	е	æ	ем	æ	е	е	е	-	æ	е	е	е
CO_3^-	е	е	е	е	æ	ем	ем	æ	-	-	ем	ем	ем	-	-
SiO_3^-	ем	-	е	е	ем	ем	æ	-	ем	-	-	ем	ем	-	-
PO_4^-	е	е	е	е	ем	ем	ем	æ	ем	ем	ем	ем	ем	æ	ем
CH_3CO	е	е	е	е	е	е	е	е	е	е	е	е	е	е	е

е – ериді (100 г суда 1 грамнан артық); *æ* – аз ериді (100 г суда 1 грамнан 0,001 грамға дейін); *ем* – ерімейді (100 г суда 0,001 грамнан аз); сызықша – суда ажырайды не қосылысы жоқ.

7 кесте

Кейбір металдардың стандарттық электрондық потенциалы E° (металдардың кернеу қатары)

Электрод	$E^\circ, в$	Электрод	$E^\circ, в$
Li^+/Li	-3,405	Ni^{+2}/Ni	-0,25
Ag^+/Ag	-2,925	Sn^{+2}/Sn	0,136
K^+/K	-2,924	Pb^{+2}/Pb	-0,127
Cs^+/Cs	-3,923	Fe^{+3}/Fe	-0,037
Ba^{+2}/Ba	-2,90	$2H^+/H_2$	0,000
Ca^{+2}/Ca	-2,87	Sb^{+3}/Sb	+0,20
Na^+/Na	-2,714	Bi^{+3}/Bi	+0,215
Mg^{+2}/Mg	-2,37	Cu^{+2}/Cu	+0,34
Al^{+3}/Al	-1,40	Cu^+/Cu	+0,52
Ti^{+2}/Ti	-1,603	Hg^{+2}_2/Hg	+0,79
Zn^{+2}/Zn	-1,58	Ag^+/Ag	+0,80
Mn^{+2}/Mn	-1,18	Hg^{+2}/Hg	+0,85
V^{+2}/V	-1,18	Pb^{+2}/Pb	1,19
Cr^{+2}/Cr	-0,913	Au^{+3}/Au	+1,50
Zn^{+2}/Zn	-0,763	Au^+/Au	+1,70
Cr^{+3}/Cr	-0,74		
Fe^{+2}/Fe	-0,44		
Cd^{+2}/Cd	-0,403		
Co^{+2}/Co	-0,277		

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз	3
Физикалық шамалардың атауы және өлшемдері	4
Химиялық негізгі заңдарына есептер шығару үлгілері	5
Бейорганикалық қосылыстардың классификациясы және номенклатурасы	33
Атомның құрылысы	36
Химиялық байланыс және молекула құрылысы	48
Ерітінділер	71
Тұздар гидролизі	87
Судың кермектігі және оны жою әдістері	90
Тотығу-тотықсыздану реакциялары	94
Электродтық потенциал, электролиз және металдардың коррозиясы	100
Кешенді қосылыстар	105
Оқулықтар тізімі	109
Қосымшалар	110

Ә. Шолақтегі

**ЖАЛПЫ ХИМИЯДАН
ЕСЕПТЕР ШЫҒАРУ
ҮЛГІЛЕРІ ЖӘНЕ ЕСЕПТЕР
ЖИНАҒЫ**

Пішімі 60x84 1/16
Тығыздығы 80 гр./см². 95% .
Қағазы офсеттік. РИЗО басылымы.
Көлемі 116 бет. Шартты баспа табағы 7,25.



Эверо баспаханасында басылып шығарылды.
ҚР, Алматы, Байтұрсынұлы к., 22.
Тел.: 8 (727) 2 33 83 61, 2 33 83 89,
тел./факс 2 33 83 43
E-mail: evero08@mail.ru