

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**Қ.И. СӘТБАЕВ атындағы
ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІ**

А.Ж. Жеңісова

**ХИМИЯ ПӘНІНЕН ЖАТТЫҒУЛАР
МЕН ЕСЕПТЕР**

Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2011

ЖОК 54 (075.8)
ББК 24.1я73

Ж 47 Жәнісова А.Ж. Химия пәнінен жаттығулар мен есептер:
Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2011. – 126 б.
Кесте 5. Әдебиеттер тізімі – 11 атау.

ISBN 978–601–228–313–6

Ұсынылып отырған оқу құралы химия курсының жалпы тарауларын қамтиды. Оқу құралында химияның негізгі заңдары, химиялық байланыс теориялары, химиялық кинетиканың негізгі заңдылықтары, атом құрылысының қасиеттері мен тотығу-тотықсыздану реакциялары, сонымен қатар элементтер химиясы туралы да кеңінен айтылған. Барлық тараулар бойынша есептердің шығарылу жолдары және студенттің өздігінен шығаруына есептер келтірілген.

Оқу құралы, негізінен, техникалық мамандықтар бойынша білім алатын студенттерге арналған. Сонымен бірге оны басқа да мамандықтардағы студенттер де пайдалана алады.

ЖОК 54 (075.8)
ББК 24.1я73

Пікір жазғандар:

С.М.Тәжібаева, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті коллоидтық химия және жоғары молекулалық қосылыстар химиясы кафедрасының профессоры, хим.ғыл.док.
Х.А. Дюсебаев, Қазақ ұлттық аграрлық университеті химия және биология кафедрасының доценті, хим.ғыл.канд.

ISBN978–601–228–313–6

© А.Ж. Жәнісова, 2011
© ҚазҰТУ, 2011

КІРІСПЕ

Бізді қоршаған заттар мен құбылыстар материяға жатады. Материя негізінен зат және өріс түрінде болады. Қасиеттер деп бір-біріне ұқсайтын немесе бір-бірінен ажырататын зат белгілерін айтады. Заттардың маңызды физикалық қасиеттеріне: агрегаттық күй (қатты, сұйық, газ); түс; тығыздық, қайнау және балқу температуралары; электр- және жылуөткізгіштік; суда және басқа сұйықтарда ерігіштік; дәм, иіс және т.б. жатады.

Химия заттардың қасиеттері, бір-біріне айналуы, құрылысы және құрамын зерттейді. Заттардың өзгеріске ұшырауы физикалық және химиялық құбылыстарға жатады.

Химиялық реакциялардың негізінде бастапқы заттар басқа қасиеттерге ие жаңа заттарға айналады. Химиялық реакциялар барысындағы жылу бөлінуі, зат түсінің өзгеруі, иісінің шығуы, тұнба түзілу, газ бөліну сияқты белгілеріне қарап заттар өзгерістері туралы сөз етуге болады. Тірі организмдер мен өсімдіктердің ағзаларында жүретін күрделі биохимиялық процестер әртүрлі химиялық өзгертулермен тығыз байланысты.

Химия ғылыми-техникалық дамуда аса маңызды қызмет атқарады. Химияны оқу, оны білу – ғылым мен техниканың көп салаларындағы мамандар үшін өте қажет және маңызды.

Бұл оқу құралы, техникалық мамандықтар бойынша «Химия» пәнін оқитын 1 және 2-ші курс студенттеріне арналған.

Теориялық білімді қалыптастыруда химия пәнінің негізгі тарауларына қатысты есептердің шығарылу жолдары берілген. Әр тарауда студент өз бетімен шығаруына бірнеше есептер келтірілген.

1. БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ҚОСЫЛЫСТАРДЫҢ НЕГІЗГІ КЛАСТАРЫ

Барлық химиялық қосылыстарды бейорганикалық (металдар, бейметалдар, оксидтер, негіздер, қышқылдар, тұздар) және органикалық қосылыстар, (көмірсутектер, спирттер, альдегидтер, карбон қышқылдары т.б.) деп екі топқа бөледі. Заттар қасиеттерін анықтайтын олардың ең кіші бөлшегі (атомы немесе молекуласы) біртекті атомдардан немесе әртекті атомдардан түзілетініне байланысты олар сәйкесінше жай (Fe, Cu, Al, H₂, O₂, Cl₂ және т.б.) және күрделі заттар (H₂O, H₂SO₄, NaCl және т. б.) болып тағы да үлкен екі топқа жіктеледі.

Молекуласы екі элемент атомдарынан тұратын және біреуі оттегі атомы болып келетін бейорганикалық күрделі заттар *оксидтер* деп аталады. **Мысалы**, Na₂O, CaO, Al₂O₃, CO₂, P₂O₅, SO₃ және т.б.

Молекуласындағы элемент атомы қасиеттерінің әртүрлі болуына байланысты оксидтер **негіздік, қышқылдық, амфотерлі және бейтарап** деп төрт топқа бөлінеді.

1. Металл атомдарынан түзілетін, өздеріне сәйкес негіздері бар тұз түзетін оксидтер *негіздік оксидтер* деп аталады. Мысалы, Li₂O, CaO, Bi₂O₃ және т.б.

2. Бейметалл атомдарынан түзілетін, өздеріне сәйкес қышқылдары бар, тұз түзетін оксидтер *қышқылдық оксидтер* деп аталады. Мысалы, B₂O₃, CO₂, P₂O₅ және т.б.

Хлор элементінің қандай қышқылдық оксиді мен оларға сәйкес қышқылдары бар болса, бром мен йодтың да сондай оксидтері мен сәйкес қышқылдары болады.

3. Металл атомдарынан түзілетін негіздік те, қышқылдық та қасиет көрсететін, өздеріне сәйкес негіздік пен қышқылдық формалары бар тұз түзетін оксидтер *амфотерлі оксидтер* деп аталады. Мысалы, BeO, Al₂O₃, SnO₂ және т.б.

4. Негіздермен де, қышқылдармен де әрекеттеспейтін тұз түзбейтін оксидтер *бейтарап оксидтер* деп аталады. Мысалы, CO, SiO, N₂O, NO.

Молекуласы металл атомынан және бір немесе бірнеше гидроксил тобынан тұратын бейорганикалық күрделі заттар *негіздер* деп аталады. Мысалы, NaOH , Mg(OH)_2 , Fe(OH)_3 және т.б.

Негіздер, суда жақсы немесе нашар еруіне және иондарға толық ыдырау немесе ыдырамауына байланысты *күшті* және *әлсіз* негіздер болып екі топқа бөлінеді.

Күшті негіздер – LiOH , NaOH , KOH , Ba(OH)_2 . Суда жақсы еритін, молекулалары иондарға толық ыдырайтын бұл негіздер *сілтілер* деп те аталады.

Әлсіз негіздер – Cu(OH)_2 , Fe(OH)_3 және т.б. қалған негіздер. Бұл негіздер суда нашар ериді және еріген молекулалары иондарға толық ыдырамайды.

Молекуласы бір немесе бірнеше сутек атомынан және қышқыл қалдығынан тұратын күрделі заттар *қышқылдар* деп аталады. Мысалы, HNO_3 , H_2SO_4 , H_2CO_3 , H_3PO_4 , HCl және т.б.

Қышқылдар бірнеше топқа жіктеледі.

1) Қышқылдар молекуласы құрамындағы сутек атомдарының санына байланысты *бірнегізді*, *екінегізді* және *үшнегізді* болып үш топқа бөлінеді.

Бірнегізді қышқылдар – HF , HCl , HNO_3 және т.б.

Екінегізді қышқылдар – H_2CO_3 , H_2SO_4 , H_2SiO_3 және т.б.

Үшнегізді қышқылдар – H_3BO_3 , H_3PO_4 , H_3AsO_4 және т.б.

2) Қышқылдар молекуласының құрамында оттект атомының болу немесе болмауына байланысты *оттекті* және *оттексіз қышқылдар* болып екі топқа бөлінеді.

Оттекті қышқылдар – HNO_2 , H_2CO_3 , H_2SO_4 және т.б.

Оттексіз қышқылдар – HBr , HI , H_2S және т.б.

3) Қышқылдар суда ерігенде қышқыл молекулалары иондарға толық немесе нашар ыдырауына байланысты *күшті* және *әлсіз қышқылдар* болып екі топқа бөлінеді.

Күшті қышқылдар – HNO_3 , H_2SO_4 , HCl , HBr , HI , HClO_3 , HClO_4 .

Әлсіз қышқылдар – H_3BO_3 , H_2CO_3 , H_2SO_3 және басқа қалған қышқылдардың бәрі.

Төменде 1-кестеде мектеп және жоғары оқу орындарының оқулықтарында жиі кездесетін қышқылдардың молекулалық формулалары келтірілген.

Қышқылдардың формулалары

Формула	Орталық атомның тотығу дәрежесі	Қышқылдың атауы	Анионның атауы
H_3BO_3	+3	бор қышқылы	ортоборат
HBO_2	+1	метабор қышқылы	метаборат
H_2CO_3	+4	көмір қышқылы	карбонат
HNO_2	+3	азотты қышқыл	нитрит
HNO_3	+5	азот қышқылы	нитрат
H_2SiO_3	+4	кремний қышқылы	силикат
H_2S	-2	күкіртсутек қышқылы	сульфид
H_2SO_3	+4	күкіртті қышқыл	сульфит
H_2SO_4	+6	күкірт қышқылы	сульфат
HCl	-1	хлорсутек (тұз) қышқылы	хлорид
$HClO$	+1	хлорлылау қышқылы	гипохлорит
$HClO_2$	+3	хлорлы қышқылы	хлорит
$HClO_3$	+5	хлорлау қышқылы	хлорат
$HClO_4$	+7	хлор қышқылы	перхлорат
H_3PO_3	+3	метафосфор қышқылы	метафосфат
H_3PO_4	+5	ортофосфор қышқылы	ортофосфат
H_3AsO_3	+3	мышьякты қышқыл	арсенит
H_3AsO_4	+5	мышьяк қышқылы	арсенат
HF	-1	фторсутек (балқытқыш) қышқылы	фторид
HBr	-1	бромсутек қышқылы	бромид
HI	-1	йодсутек қышқылы	йодид
H_2CrO_4	+6	хром қышқылы	хромат
$H_2Cr_2O_7$	+6	екіхром қышқылы	дихромат
$HMnO_4$	+7	марганец қышқылы	перманганат
H_2MnO_4	+6	марганецті қышқылы	манганат
$H_2C_2O_4$	+4	қымыздық қышқылы	оксалат
$HBrO_3$	+5	бромды қышқыл	бромат
HCN	+4	циансутек қышқылы	циан

Молекуласы металл атомынан және қышқыл қалдығынан тұратын күрделі заттар *тұздар* деп аталады.

Мысалы, NaCl , Na_2CO_3 , KNO_3 және т.б.

Тұздар *орта тұздар*, қышқылды, негізді, қос тұздар және комплексті тұздар болып бес топқа бөлінеді.

1) Қышқыл молекуласының құрамындағы сутек атомдары металл атомдарымен толық алмасқанда түзілетін тұздар *орта тұздар* деп аталады.

Мысалы, K_2SO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, NaNO_3 және т.б.

2) Қышқыл молекуласының құрамындағы сутек атомы металл атомымен толық алмаспаған жағдайда *қышқыл тұздар* түзіледі.

Мысалы, NaHCO_3 , $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, KHSO_4 және т.б.

3) Көп қышқылды негіздің молекуласындағы гидроксил тобының орнын қышқыл қалдығы толық баспаған жағдайда түзілетін тұздар *негіздік тұздар* деп аталады.

Мысалы, MgOHCl , $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{SO}_4$ және т.б.

4) Көп негізді қышқыл молекуласындағы сутек атомының орнын әртүрлі екі металл атомдары басқанда түзілетін тұздар *қос тұздар* деп аталады.

Мысалы, NaKCO_3 , $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ және т.б.

5) Молекуласы ішкі және сыртқы сфералардан тұратын бейорганикалық күрделі қосылыстар *комплекті тұздар* деп аталады.

Бұл тұздардың ішкі және сыртқы сфералары өзара тік жақшалар арқылы бөлінеді.

Мысалы, $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ және т. б.

1- мысал. Төмендегі оксидтерді халықаралық номенклатура бойынша атап, құрылымдық формуласын жазыңыз. Li_2O , BaO , FeO .

Li_2O – литий оксиді. Литийдің валенттілігі 1 ғана болатындықтан жақшаға валенттілігі көрсетілмейді. $\text{Li} - \text{O} - \text{Li}$.

BaO – барий оксиді. Барийдің валенттілігі 2 ғана болатындықтан жақшаға валенттілігі көрсетілмейді. $\text{Ba} = \text{O}$.

FeO – темір оксиді. Темірдің валенттілігі 2 және 3 болғандықтан жақшаға валенттілігі көрсетіледі. $\text{FeO} (\text{II})$; $\text{Fe} = \text{O}$.

2-мысал. Мына қышқылдардың қайсылары «орто» деген атқа лайықты:



Жауабы:

H_3PO_4 – ортофосфор қышқылы

H_4SiO_4 – ортокремний қышқылы

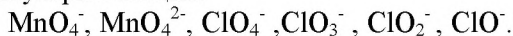
3-мысал. Төменде келтірілген қышқылдарды жүйелі және дәстүрлі түрде атаңыз.



Жауабы:

Формуласы	Жүйелі түрде аталуы	Дәстүрлі аталуы
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$	Сутегінің перосогептаоксидисульфаты (VI)	Пирокүкірт қышқылы
HClO_4	Сутегінің тетраоксохлораты (VII)	Хлор қышқылы
H_2SO_4	Сутегінің тетраоксосульфаты (VI)	Күкірт қышқылы
HClO	Сутегінің монооксохлораты (I)	Хлорлылау қышқыл

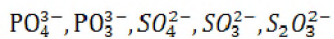
4-мысал. Төменде келтірілген қышқыл қалдықтары иондарының дәстүрлі атауларын атаңыз:



Жауабы:

Ион формуласы	Дәстүрлі аталуы
MnO_4^-	Перманганат ионы
MnO_4^{2-}	Манганат ионы
ClO_4^-	Перхлорат ионы
ClO_3^-	Хлорат ионы
ClO_2^-	Хлорит ионы
ClO^-	Гипохлорит ионы

5-мысал. Төменде келтірілген иондардың халықаралық жүйелі және дәстүрлі атауларын салыстырыңыз.



Жауабы:

Иондар	Дәстүрлі аталуы	Жүйелі түрде аталуы
PO_4^{3-}	Фосфат ионы	Тераоксофосфат (V) ионы
PO_3^{3-}	Фосфит ионы	Триоксофосфат (III) ионы
SO_4^{2-}	Сульфат ионы	Тераоксосульфат (VI) ионы
SO_3^{2-}	Сульфит ионы	Триоксосульфат (IV) ионы
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Тиосульфат ионы	Тиотриоксосульфат(VI) ионы

2. ХИМИЯНЫҢ НЕГІЗГІ ҰҒЫМДАРЫ МЕН ЗАҢДАРЫ

2.1. Моль. Авогадро заңы. Газдың мольдік көлемі

Химияда зат бірлігінің өлшемі ретінде халықаралық бірліктер жүйесі бойынша моль алынған.

Моль – массалық саны 12 көміртегі изотопының 12 грамында болатын $6,02 \cdot 10^{23}$ көміртегі атомына саны жағынан сәйкес келетін атом, молекула, ион, электрон не өзге бөлшек жиынының шамасы.

Кез келген 1 заттың моліндегі бірліктер саны бірдей болады. Ол $6,02 \cdot 10^{23}$ тең және оны Авогадро саны деп атайды.

1 моль заттың массасын мольдік масса деп атайды. Оның өлшем бірлігі СИ системасындағы кг/моль.

Заттың г/мольмен алынған мольдік массасы оның салыстырмалы молекулалық массасына тең. Мысалы, оттегінің салыстырмалы молекулалық массасы (M_r) – 32 атомдық массаның бірлігіне тең, мольдік массасы 32 г/моль.

Авогадро заңы бойынша, газдардың бірдей көлемдерінде бірдей жағдайда молекула саны бірдей болады. Кез келген газдың бір моль мөлшері бірдей көлем алады. Бұл көлем газдың **мольдік көлемі** (V_M) деп аталады. Ол 22,4 л/мольге тең.

Гей-Люссак заңы – қысым тұрақты болғанда мөлшері тұрақты идеал газдың көлемі абсолют температураға тура пропорционал өзгереді:

$$V_1/V_2 = T_1/T_2.$$

Бойль-Мариот заңы – температура тұрақты болғанда идеал газдың көлемі оның қысымына кері пропорционал өзгереді:

$$P_1/P_2 = V_2/V_1.$$

Бойль-Мариот пен Гей-Люссак заңдарын біріктіретін болсақ, онда:

$$PV/T = P_0V_0/T_0, \quad (1.1.1)$$

мұндағы P мен V – берілген T температурадағы қысым мен көлем; P_0 мен V_0 – қалыпты жағдайдағы (қ.ж.) қысым мен көлем.

6-мысал. 25°C температура мен 99,3 кПа (745 мм сынап бағанасы бойынша) қысымда газ 152 см^3 көлем алады. Осы газ 0°C температурада және 101,33 кПа қысымда қандай көлем алатынын есептеңіз.

Шешуі: (1.1.1) теңдеуіне есептің мәндерін қоямыз:

$$PV/T = P_0V_0/T_0 = 99,3 \cdot 152 \cdot 273 / 101,33 \cdot 298 = 136,5 \text{ см}^3.$$

7-мысал. CO_2 -ның бір молекуласының массасын граммен есептеңіз.

Шешуі: CO_2 -ның молекулалық массасы 44,0. Мольдік массасы 44,0 г/моль. CO_2 газының 1 молінде $6,02 \cdot 10^{23}$ молекуласы бар. Осыдан бір молекуланың массасын табамыз:

$$m = 44,0 / 6,02 \cdot 10^{23} = 7,31 \cdot 10^{-23} \text{ г}.$$

8-мысал. 26°C температурада және 98,9 кПа (742 мм сынап бағанасы бойынша) қысымда 5,25 г азот қандай көлем алады?

Шешуі: 5,25 г азоттың мөлшерін анықтаймыз:

$$\nu = 5,25 / 28 = 0,1875 \text{ моль}, V_0 = 0,1875 / 22,4 = 4,20 \text{ дм}^3.$$

Енді алынған көлемді, есептің жағдайына келтіреміз:

$$V = P_0 \cdot V_0 \cdot T / T_0 \cdot P = 101,3 \cdot 4,20 \cdot 299 / 98,9 \cdot 273 = 4,71 \text{ дм}^3.$$

9-мысал. Көлемі 200 мл таза судың массасын және осы көлемде судың қанша молекуласы бар екенін анықтау керек.

Шешуі: Заттың массасы, көлемі және тығыздығы арасындағы теңдеуді пайдаланып, берілген су көлемінің массасын табамыз:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}).$$

Ал, дистильденген таза судың тығыздығы 1 мг/мл екенін ескерсек, онда судың массасы:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ мг/мл} \cdot 200 \text{ мл} = 200 \text{ г}.$$

Судың таза массасын анықтағаннан кейін, оның мольдік массасы арқылы зат мөлшерін есептеп табуға болады:

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 \text{ г/моль} + 16 \text{ г/моль} = 18 \text{ г/моль},$$

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}),$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 11,1 \text{ моль.}$$

Енді Авогадро тұрақтысын қолдану арқылы бастапқы берілген судың көлемінің құрамындағы молекула санын анықтаймыз:

$$N(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) \cdot N_A.$$

$$N(\text{H}_2\text{O}) = 11,1 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} = 66,82 \cdot 10^{23}.$$

2) Заттың массасы, мөлшері және мольдік масса арасындағы байланыс теңдеуі:

$$m = v \cdot M,$$

мұндағы v – зат мөлшері, СИ системасындағы өлшем бірлігі моль; M – заттың мольдік массасы, өлшем бірлігі кг/кмоль.

3) Қарастырып отырған қосылыс газ күйіндегі зат болған жағдайда, ол газдың қалыпты жағдайдағы (0 °C температура, 1 Па) көлемі, зат мөлшері және молярлық көлемі арасындағы тәуелділік:

$$V = v \cdot V_M,$$

мұндағы V – газдың қалыпты жағдайдағы көлемі; мл, см³, л, дм³, м³ және т.б.; V_M – кез келген газдың 1 моль зат мөлшерінің қалыпты жағдайда алатын көлемі. Ол тұрақты шама 22,4 л/моль -ге тең.

4) Заттың агрегаттық күйіне тәуелсіз, сол заттың құрамындағы бөлшектер саны (молекула, атом, ион, электрон және т.б.), зат мөлшері және Авогадро тұрақтысы арасындағы байланыс теңдеуі:

$$N = v \cdot N_A,$$

мұндағы N – заттың құрамындағы бөлшектер саны; N_A – Авогадро тұрақтысы, мәні $6,02 \cdot 10^{23}$ 1/моль-ге тең.

5) Қандай да бір газдың басқа газбен салыстырғандағы салыстырмалы тығыздығы мына төмендегі теңдеу арқылы анықталады:

$$D = M(\text{газ}_1) / M(\text{газ}_2),$$

мұндағы D – бірінші газдың екінші газбен салыстырғандағы тығыздығы, өлшем бірліксіз шама;

$M(\text{газ}_1)$ – бірінші газдың молярлық массасы, г/моль;

$M(\text{газ}_2)$ – екінші газдың молярлық массасы, г/моль.

10-мысал. Массасы 56 г азот газының зат мөлшерін, қалыпты жағдайда алатын көлемін, осы массаның құрамындағы молекула санын және оның ауамен салыстырғандағы тығыздығын анықтау керек.

Шешуі: Берілген массадағы зат мөлшері:

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{m(\text{N}_2)}{M(\text{N}_2)} = \frac{56 \text{ г}}{28 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}.$$

Азот газының қалыпты жағдайдағы көлемі:

$$V(\text{N}_2) = \nu(\text{N}_2) \cdot V_M(\text{N}_2),$$

$$V(\text{N}_2) = 0,5 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 11,2 \text{ л}.$$

Бастапқы массадағы азоттың молекула саны:

$$N(\text{N}_2) = \nu(\text{N}_2) \cdot N_A,$$

$$N(\text{N}_2) = 0,5 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль} = 3,01 \cdot 10^{23}.$$

Бастапқыда берілген азот газының ауамен салыстырғандағы тығыздығы ауаның орташа мольдік массасы 29 г/моль екенін ескере отырып анықтаймыз:

$$D_{\text{ауа}}(\text{N}_2) = \frac{M(\text{N}_2)}{M(\text{ауа})} = \frac{28}{29} = 0,97.$$

Есептер

1. Әр заттың 200 г массасындағы моль сандарын анықтаңыз:

А) HNO_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, Cr_2O_3 , FeSO_4 ;

Б) K_2SO_4 , H_3PO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, CaO ;

В) Na_3PO_4 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, H_2CO_3 , Na_2O ;

Г) NaCl , H_2SO_4 , CaO , $\text{Ba}(\text{OH})_2$;

Д) K_2CO_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, H_2SO_4 , ZnO .

2. Заттың мөлшерін (моль) есептеңіз:

- А) $6,02 \cdot 10^{24}$ метан молекуласы;
- Б) $1,8 \cdot 10^{28}$ хлор атомы;
- В) $3,01 \cdot 10^{25}$ фосфин молекуласы;
- Г) $30,1 \cdot 10^{23}$ көмір диоксидінің молекуласы;
- Д) 19,6 г күкірт қышқылы;
- Е) $3,01 \cdot 10^{22}$ сутек молекуласы;
- Ж) $2,6 \cdot 10^{26}$ бром молекуласы.

3. Әрқайсысының массасы 2 г көміртегі диоксиді мен аммиак газдарындағы молекулалар сандарын салыстырыңыз.

4. Әрқайсысының массасы 14 г азот пен оттегі газдарындағы молекулалар сандарын салыстырыңыз.

5. Заттардағы молекулалар санын есептеңіз.

- А) 2 см^3 (қ.ж.) көлем сутегінде;
- Б) 15 см^3 (қ.ж.) көлем оттегінде;
- В) 21 см^3 (қ.ж.) көлем хлорда;
- Г) 45 см^3 (қ.ж.) көлем азот (III) оксидінде.

6. Егер ауадағы көміртегі диоксидінің көлемдік үлесі 0,03% болса, 100 м^3 (қ.ж.) көлемінде көміртегі диоксидінің моль саны қанша болады?

7. Әрқайсысының 1 г массадағы сутек, метан, көміртегі (III) оксиді, азот (II) оксиді, оттегінің көлемін (қ.ж.) анықтаңыз.

8. Төменде келтірілген көлемдердегі кез келген газдардың моль санын есептеңіз:

- А) 12 дм^3 ;
- Б) 346 см^3 ;
- В) 1 м^3 ;
- Г) 28 дм^3 .

9. Келтірілген газдар қандай көлем (қ.ж.) алады?

- А) 56 г азот;
- Б) 640 г оттегі;
- В) 110 г көміртегі диоксиді;
- Г) 70 г көміртегі(I) оксиді.

10. 91°C және 98642 Па қысымда 608 см^3 көлем алатын газдың көлемін (қ.ж.) анықтаңыз.

11. 23°C және 134250 Па қысымда 757 см^3 көлем алатын газдың қалыпты жағдайдағы көлемін есептеңіз.

12. 15°C және 95976 Па қысымда 912 см^3 көлем алатын газдың қалыпты жағдайдағы көлемін есептеңіз.

13. 25°C және 85312 Па қысымда 820 см^3 көлем алатын газдың қалыпты жағдайдағы көлемін есептеңіз.

14. 91°C және $98,7\text{ кПа}$ қысымда $0,4\text{ дм}^3$ көлем алатын белгісіз газдың қалыпты жағдайдағы көлемін есептеңіз.

15. 27°C температурадағы және 720 мм сынап бағанасы бойынша қысымдағы газ көлемі 5 дм^3 . Осы газ 39°C температура мен 104 кПа қысымда қандай көлем алады?

16. 7°C температурадағы жабық ыдыстағы газ қысымы $96,0\text{ кПа}$. Егер ыдысты -33°C температураға дейін суытса, қысым қандай болады?

17. Қ.ж.-да 773 см^3 көлем алатын газ 0°C температура және $93,3\text{ кПа}$ қысымда қандай көлем алады?

18. Қ.ж.-да 275 см^3 көлем алатын газ 12°C температурада және $75,5\text{ кПа}$ қысымда қандай көлем алады?

19. Заттардың молекула санынан моль санын есептеңіз:

А) $8,06 \cdot 10^{23}$ азот (II) оксиді;

Б) $1,02 \cdot 10^{25}$ көміртегі (II) оксиді;

В) $2,6 \cdot 10^{26}$ бром;

Г) $3,01 \cdot 10^{22}$ сутегі молекулалары.

20. Қ.ж.-да 185 см^3 көлем алатын газ 110°C температурада $45,7\text{ кПа}$ қысымда қандай көлем алады?

21. 1 г массадағы электроны бар мыстың массасын есептеңіз (электрон массасы $1/1840$ атомдық бірлік).

22. Келтірілген заттардың массаларын (граммен) есептеңіз:
А) бромның бір молекуласы;
Б) кальцийдің екі молекуласы;
В) фенолдың үш молекуласы;
Г) 0,75 моль калий гидроксидінің молекуласы.
23. А) Құрамында $1,505 \cdot 10^{23}$ калий атомы бар, калий сульфидінің;
Б) Массасы 326 г тұзы бар, мыс (II) нитраты;
В) Құрамында $2,408 \cdot 10^{23}$ молекуласы бар аммиакты;
Г) Құрамында $1,806 \cdot 10^{23}$ натрий атомы бар натрий оксидінің мөлшерін (моль) есептеңіз.
24. Құрамында $4,515 \cdot 10^{23}$ көміртегі атомы бар пропанның көлемін (қ.ж., дм^3) есептеңіз.
25. Әрқайсысының массасы 2 г көміртегі (II) оксиді, метан, азот (II) оксиді, оттегінің көлемін (қ.ж.) анықтаңыз.

2.2. Газ күйіндегі заттардың молекулалық массасын анықтау

Заттың г/моль алынған мольдік массасы оның салыстырмалы молекулалық массасына тең. Мысалы, С мен Fe салыстырмалы молекулалық массалары 12,56 г болса олардың мольдік массалары 12 г/моль және 56 г/моль.

А. Молекулалық массаны газдың салыстырмалы тығыздығы бойынша есептеу.

11-мысал. Газдың ауа бойынша тығыздығы 1,17. Газдың молекулалық массасын есептеңіз.

Шешуі: Авогадро заңы бойынша:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2} = D, \quad (1.2.1)$$

мұндағы D – газдың салыстырмалы тығыздығы.

Есептің шарты бойынша

$$D = M_1/M_2 = 1,17.$$

Ауаның мольдік массасы 29,0 г/моль. Онда газдың молекулалық массасы

$$M_1 = 1,17 \cdot 29,0 = 33,9 \text{ г/моль}.$$

12-мысал. 20% O_2 , 79,0% N_2 , 1,0 % Ar құрамдағы ауаның азот бойынша тығыздығын анықтаңыз.

Шешуі: газдар қоспасының орташа молекулалық массасын есептейік:

$$M_{орт} = \frac{(M_1V_1 + M_2V_2 + M_3V_3)}{(V_1 + V_2 + V_3)}, \quad (1.2.2)$$

100 дм³ қоспаны алсақ, онда

$V(O_2) = 20 \text{ дм}^3$, $V(N_2) = 79 \text{ дм}^3$, $V(Ar) = 1 \text{ дм}^3$, (1.2.2) теңдеуге қойсақ

$$M_{орт} = (32 \cdot 20 + 28 \cdot 79 + 40 \cdot 1) / (20 + 79 + 1),$$

$$M_{орт} = 28,9 \text{ г/моль}.$$

Ауаның азот бойынша тығыздығы:

$$D_{N_2} = 28,9 / 28 = 1,03.$$

Б. Газдың молекулалық массасын мольдік көлем бойынша есептеу

13-мысал. Қалыпты жағдайда 0,260 дм³ көлем алатын 0,824 г газдың молекулалық массасын анықтаңыз.

Шешуі: Кез келген 1 г/моль газ қалыпты жағдайда 22,4 л көлем алады, онда

$$V_{газ} = 0,260 / 22,4 = 0,0116 \text{ моль}, \text{ ал мольдік массасы}$$

$$0,824 / 0,0116 = 71 \text{ г/моль}.$$

Газдың мольдік массасы 71,0 г/моль, молекулалық массасы 71,0 а.м.б.

В. Молекулалық массаны Менделеев-Клапейрон теңдеуімен есептеу.

Менделеев-Клапейрон теңдеуі:

$$PV = mRT/M, \quad (1.2.3)$$

мұндағы R – универсал газ тұрақтысы $8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.

14-мысал. 87°C температурада және $83,2 \text{ кПа}$ қысымда $1,30 \text{ г}$ массасы 800 см^3 көлем алатын бензолдың молекулалық массасын есептеңіз.

Шешуі: (1.2.3) теңдеуден M -ді табамыз, $M = 130 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 360 / (8,32 \cdot 10^2 \cdot 6 \cdot 10^{-4}) = 78 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} = 78,0 \text{ г/моль}$. Бензолдың молекулалық массасы 78 а.м.б.

15-мысал. Метан мен этан қоспасының оттегі бойынша салыстырмалы тығыздығы $0,7625$. $2,8 \text{ дм}^3$ көлем (қ.ж) алатын осы қоспаны жаққанда жұмсалатын оттегінің көлемін (қ.ж, дм^3 -пен) есептеңіз.

Шешуі: Метан мен этанның қоспасының мольдік массасын есептейік.

$$M_{\text{қоспа}} = 32 \cdot 0,7625 = 24,4 \text{ г/моль.}$$

1 моль қоспада, метанның мольдік үлесін – x деп белгілесек, онда этанның мольдік үлесі $(1-x)$. Метанның мольдік массасы 16 г/моль , этандікі 30 г/моль . 1 моль газ қоспасы үшін теңдеу жазамыз.

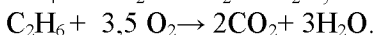
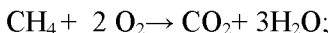
$$16x + 30(1-x) = 24,4, \quad x = 0,4.$$

Онда газ қоспасы 40% метан мен 60% этаннан тұрады. Сәйкесінше, $2,8 \text{ дм}^3$ (қ.ж) осы газ қоспасы,

$$2,8 \cdot 0,4 = 1,12 \text{ дм}^3 \text{ метаннан; } 1,12 / 22,4 = 0,05 \text{ моль } \text{CH}_4;$$

$$2,8 \cdot 0,6 = 1,68 \text{ дм}^3 \text{ этаннан; } 1,68 / 22,4 = 0,075 \text{ моль } \text{C}_2\text{H}_6.$$

Метан мен этанды жаққандағы теңдеу бойынша



$2,8 \text{ дм}^3$ (қ.ж) көлемдегі газ қоспасын жағу үшін қажет оттегінің моль саны $n(\text{O}_2) = 0,05 \cdot 2 + 0,075 \cdot 3,5 = 0,3625 \text{ моль}$. Көлемі (қ.ж), $V(\text{O}_2) = 22,4 \cdot 0,3625 = 8,12 \text{ дм}^3$.

Есептер

1. Ауамен салыстырғандағы газдың тығыздығы 1,45-ке тең. Газдың молекулалық массасын есептеңіз.

2. а) Газдың оттегімен салыстырғандағы тығыздығы 0,5;

б) азотпен салыстырғандағы тығыздығы 0,3 газдың молекулалық массасын есептеңіз.

3. Мына газдардың CO_2 , NO_2 , CO , Cl_2 , NH_3 қайсысы ауадан қанша есе жеңіл немесе ауыр?

4. 56 дм^3 (қ.ж) оттегі және 28 дм^3 (қ.ж) азоттан тұратын газ қоспасының сутегі бойынша салыстырмалы тығыздығын анықтаңыз.

5. 48% H_2 , 32% CH_4 , 5% N_2 , 2 % CO_2 , 4% C_2H_4 , 9% CO көлемдік құрамға ие газдың сутегі бойынша салыстырмалы тығыздығын есептеңіз.

6. Бірнегізді органикалық қышқылдың салыстырмалы тығыздығы $D_{(\text{ауа})} = 4$. Қышқылдың мольдік массасын табыңыз.

7. Күкірттің ауа бойынша салыстырмалы тығыздығы 0,62, ал фосфордікі – 4,28. Осы жағдайдағы фосфор мен күкірт молекулалары қанша атомнан тұрады?

8. $0,001 \text{ м}^3$ көлем (қ.ж) алатын газдың массасы 0,0021 кг. Газдың мольдік массасы және оның ауа бойынша тығыздығын есептеңіз.

9. Этиленнің оттек бойынша салыстырмалы тығыздығы 0,875. Этиленнің молекулалық массасын есептеңіз.

10. $11,1 \text{ дм}^3$ көлемде оттегі мен көміртегі диоксиді қоспасы берілген. Қоспаның сутек бойынша тығыздығы 16,5. Қоспаның көлемдік құрамын анықтаңыз.

11. 300 дм^3 (қ.ж) гелий мен 100 дм^3 (қ.ж) оттегі қоспасының сутегі бойынша салыстырмалы тығыздығын анықтаңыз.

12. Массалық үлестері 60 % күкірт диоксиді мен 40 % көміртегі бойынша салыстырмалы тығыздығын табыңыз.

13. а) 2 дм³ сутектің, 15 °С температура мен 100,7 кПа қысымдағы (755 мм.сын.бағ);

б) 10°С температурада мен 102,9 кПа (772 мм.сын.бағ) 1м³ азоттың;

в) 20 °С температурада мен 99,9 кПа (749,3 мм.сын.бағ) қысымдағы 0,5 м³ хлордың массасын есептеңіз.

14. 21°С температура мен 14 кПа (1065 мм.сын.бағ) қысымдағы 0,07 кг массадағы азоттың алатын көлемін есептеңіз.

15. 87 °С температурада мен 96 кПа (720 мм.сын.бағ) қысымда 500 см³ көлемді алатын массасы 0,93 г ацетонның мольдік массасын есептеңіз.

16. 17 °С температура мен 104 кПа (780 мм.сын.бағ) қысымда, 624 см³ көлем алатын газдың массасы—1,56 г. Газдың молекулалық массасын есептеңіз.

17. 17 °С температура мен 101325 Па қысымдағы массасы 1 кг газ қандай көлем алады?

18. Көлемі 20 дм³ газометр 103,3 кПа (7748 мм.сын.бағ) қысыммен, 17 °С температурада газбен толтырылған. Бұл газдың ауа бойынша тығыздығы 0,4. Газометрдің газ массасын есептеңіз.

19. 0°С температура мен 101325 Па қысымдағы көлемі 250 см³ хлордың массасы 0,7924 г. Хлордың молекулалық массасын анықтаңыз.

20. Көлемі 750 см³, 27°С температурада оттегімен толтырылған колбаның массасы 83,3 г. Бос колбаның массасы 82,1г. Колбадағы оттегінің қысымын есептеңіз.

21. 17 °С температурада мен 83,2 кПа (624 мм.сын.бағ) қысымда 1 м³ көлем алатын ауаның массасын есептеңіз.

22. Егер температура 500°C болса, массасы 5 кг азот 50 дм^3 көлемде қандай қысымға ие?

23. Көлемі 40 м^3 баллон 106640 Па қысымда 77 кг көміртегі диоксидімен толтырылған. Газдың температурасын анықтаңыз.

24. Көлемі 20 м^3 баллон 20°C температурада 30 кг оттегімен толтырылған. Балондағы қысымды анықтаңыз.

25. 42°C температура мен 102908 Па қысымдағы $0,865\text{ г}$ газ 344 см^3 көлем алады. Газдың молекулалық массасын анықтаңыз.

2.3. Эквивалент заңы бойынша есептеулер

Элемент эквиваленті деп 1 моль сутегі атомымен қосыла алатын не орнын баса алатын элементтің мөлшерін айтады.

16-мысал. HBr , H_2O , NH_3 қосылыстарындағы бром, оттегі, азоттың эквиваленттік массасы мен эквивалентін анықтаңыз.

Шешуі: Көрсетілген қосылыстардағы 1 моль сутегі атомымен 1 моль бром атомы, $1/2$ моль атом оттегі, $1/3$ моль атом азот әрекеттеседі. Осыған орай, бромның эквиваленті – 1 моль оттегінікі $1/2$ моль, азоттікі $1/3$ моль болады. Осы элементтер атомдарының мольдік массасы белгілі, олай болса бромның эквиваленттік массасы $79,9\text{ г/моль}$, оттегінікі $16 \cdot 1/2 = 8\text{ г/моль}$, азоттікі $14 \cdot 1/3 = 4,67\text{ г/моль}$.

Мольдік массалары белгілі болса, қосылыстың эквиваленттік массасын есептеуге болады:

1) $M_{\text{Э}}(\text{элемент}) : M_{\text{Э}} = A/B$, мұндағы A – элементтің атомдық массасы,

B – элементтің валенттілігі.

2) $M_{\text{Э}}(\text{оксид}) = M_{\text{Э}}(\text{элемент}) + 8$,

мұндағы 8 - оттегінің эквиваленттік массасы;

3) $M_{\text{Э}}(\text{гидроксид}) = \frac{M}{n_{(\text{OH}^-)}}$, мұндағы $n_{(\text{OH}^-)}$ – OH^-

тобының саны;

$$4) M_{\ominus} (\text{қышқыл}) = M / n_{(\text{OH}^{\pm})}, \text{ мұндағы } n_{(\text{OH}^{\pm})} - H^{\pm}$$

ионының саны;

$$5) M_{\ominus} (\text{тұз}) = M / n_{M_{\ominus}} B_{M_{\ominus}}, \text{ мұндағы } n_{M_{\ominus}} - \text{металл}$$

атомының саны;

$B_{M_{\ominus}}$ – металл валенттігі.

17-мысал. Төмендегі заттардың эквиваленттік массасын анықтаңыз.

Al, Fe₂O₃, Ca(OH)₂, H₂SO₄, CaCO₃, Al₂(SO₄)₃.

Шешуі:

$$M_{\ominus} (\text{Al}) = A / B = 27 / 3 = 9 \text{ г/моль};$$

$$M_{\ominus} (\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160 / 6 = 26.7 \text{ г/моль};$$

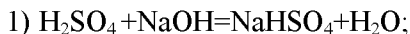
$$M_{\ominus} (\text{Ca(OH)}_2) = 74 / 2 = 37 \text{ г/моль};$$

$$M_{\ominus} (\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 / 2 = 49 \text{ г/моль};$$

$$M_{\ominus} (\text{CaCO}_3) = 100 / 2 = 50 \text{ г/моль};$$

$$M_{\ominus} (\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 342 / 6 = 57 \text{ г/моль}.$$

18-мысал. Төмендегі реакциядағы H₂SO₄-тің эквиваленттік массасын есептеңіз.



Шешуі: Заттардың эквиваленті жүретін реакцияға және оның түріне байланысты. Бірінші реакцияда 1 моль қышқыл 1 моль негізбен әрекеттеседі, демек

H₂SO₄ эквиваленті $M_{\ominus}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 / 1 = 98 \text{ г/моль}$, екінші реакцияда $M_{\ominus}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 / 2 = 49 \text{ г/моль}$.

19-мысал. 5 г металл жанғанда 9,44 г металл оксиді түзіледі. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

Шешуі: Есептің шарты бойынша оттегі массасы $9,44 - 5,00 = 4,44 \text{ г}$. Оттегінің эквиваленттік массасы 8 г/моль.

$$\frac{m_1}{M_{\text{Э}_1}} = \frac{m_2}{M_{\text{Э}_2}}$$

$$5,00 / M_{\text{Э}} = 4,44 / 8,0; \quad M_{\text{Э}}(\text{Me}) = 5,00 \cdot 8,00 / 4,44 = 9 \text{ г/моль.}$$

20-мысал. 16,7 металл екі валентті тотыққанда 21,5 г оксид түзілді. Металл мен оның оксидінің эквиваленттік массасы мен мольдік массасын есептеңіз.

Шешуі: Оксидтегі оттегі массасы

$$m(\text{O}_2) = 21,54 - 16,74 = 4,80 \text{ г эквивалент заңы бойынша.}$$

$$16,74 / M_{\text{Э}}(\text{Me}) = 4,8 / 8,00, \quad M_{\text{Э}}(\text{Me}) = 27,90 \text{ г/моль.}$$

Металл оксидінің массасы металл массасы мен оттегі массасы қосындысына тең.

$$27,90 + 8,00 = 35,90 \text{ г/моль.}$$

Металлдың мольдік массасы эквиваленттік пен валенттіліктің көбейтіндісіне тең.

$$27,90 \cdot 2 = 55,80 \text{ г/моль.}$$

Оксидтің мольдік массасы

$$55,80 + 16,0 = 71,8 \text{ г/моль.}$$

21-мысал. 7,27 г металл нитратынан 5,22 г хлорид алынған. Металдың эквиваленттік массасын анықтаңыз.

Шешуі: Металл нитратының эквиваленттік массасы металдың эквиваленттік массасы мен нитрат қышқыл қалдығының қосындысына тең.

$$7,27 / 5,22 = (x+62) / (x+35,5);$$

$$x = 32,0 \text{ г/моль} \quad M_{\text{Э}} = 32,0 \text{ г/моль.}$$

22-мысал. 15,202 (II) металл сульфатынан 9,00 г гидроксид алынған. Металдың эквиваленттік массасын есептеп, бастапқы тұздың формуласын анықтаңыз.

$$\text{Шешуі: } 15,2 / 9,00 = M_{\text{Э}}(\text{Me}) + 48 / M_{\text{Э}}(\text{Me}) + 17;$$

$$M_{\text{Э}}(\text{Me}) = 28 \text{ г/моль,} \quad M_{\text{Э}}(\text{Me}) = 28 \cdot 2 = 56 \text{ г/моль.}$$

Тұз формуласы: FeSO_4 .

Есептер

1. Реакцияда түзілетін

а) гидрофосфат;

в) дигидрофосфат;

б) ортофосфаттың эквивалентін және эквиваленттік массасын

есептеңіз.

2. H_2S , P_2O_5 , CO_2 қосылыстарындағы күкірт, фосфор, көміртегінің эквиваленттік массасын есептеңіз.

3. Калий гидроксидінің артық мөлшері

а) калий дигидрофосфаты

б) висмут (III) дигидроксонитратымен әрекетеседі. Осы реакциялар теңдеулерін жазып, олардың эквивалентін және эквиваленттік массасын есептеңіз.

4. Темір (III) гидроксидінің тұз қышқылымен әрекетесуінен

а) темірдің дигидроксохлориді;

б) темірдің гидроксо дихлориді;

в) темірдің трихлориді түзілуі реакцияларын жазыңыз. Темір (III) гидроксидінің әр реакциядағы эквиваленті және эквиваленттік массасын есептеңіз.

5. Сульфат пен гидросульфат түзілгендегі күкірт қышқылының эквиваленттік массасын есептеңіз.

6. Оттегі, сутегі және хлордың эквиваленттік көлемін (қ.ж) есептеңіз.

7. 2,20 г металл сутегімен әрекеттескенде 2,52 г гидрид түзіледі. Металдың эквиваленттік массасын анықтап, гидрид формуласын жазыңыз.

8. Қорғасын оксидінің құрамындағы оттегінің массалық үлесі 7,17 %. Қорғасынның эквиваленттік массасын анықтаңыз.

9. Хлоридтегі кальцийдің массалық үлесі 36,1 %. Хлордың эквиваленттік массасы 35,5 г/моль болса, кальцийдің эквиваленттік массасын есептеңіз.

10. 10,1 г металл Al жанғанда 18,9 г металл оксиді түзіледі. Алюминийдің эквиваленттік массасын есептеңіз.

11. 1,57 г (I) металл оксидінде 1,30 г металл бар. Металл мен оның оксидінің эквиваленттік массасын есептеңіз.

12. 0,464 г металл оксиді ыдырағанда 0,432 г металл алынған. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

13. 1,25 г металдан 5,22 г нитрат алынған. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

14. 2,45 г қышқылды бейтараптау үшін 2,00 г NaOH жұмсалған. Қышқылдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

15. 14,7 г ортафосфор қышқылын бейтараптау үшін 12 г NaOH жұмсалған. Ортафосфор қышқылының негізділігі және эквиваленттік массасын анықтаңыз.

16. Қышқылмен 0,32 г алюминий немесе 1,16 г мырыш әрекеттескенде сутектің бірдей көлемі бөлінеді. Алюминийдің эквиваленттік массасы 9 г/моль болса мырыштың эквиваленттік массасын анықтаңыз.

17. 20,8 г металл хлоридінен осы металдың 23,3 г сульфаты алынған. Металдың эквиваленттік массасын анықтаңыз.

18. 2,62 г металл нитратынан 2,33 г металл сульфаты алынған. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

19. 1,50 г металл иодидінен осы металдың 0,85 г нитраты алынған. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

20. 1,71 г металл сульфатынан осы металдың 0,78 г гидроксиді алынған. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

21. 1,36 г металл хлоридінен осы металдың 0,99 г гидроксиді алынған. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

22. 1,70 г металл нитратынан осы металдың 2,35 г иодиді алынған. Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

23. 1,28 г металл сумен әрекеттескенде 380 см^3 сутегі бөлінді ($T=21^\circ\text{C}$, $P=104,5\text{ кПа}$). Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

24. Металдың эквиваленттік массасы 23 г/моль. Қышқылдың $135,6\text{ см}^3$ (қ.ж) сутегін бөліп шығаруға кететін металл массасын есептеңіз.

25. 1,37 г металл (II) қышқылмен $0,5\text{ дм}^3$ сутекті бөліп шығарған ($T=18^\circ\text{C}$, $P=101325\text{ Па}$). Металдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

3. АТОМ ҚҰРЫЛЫСЫ

3.1. Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесі

Атомның электрондық бұлты элементтердің химиялық қасиеттерін, атомдардың спектрлерін зерттеу; атомда электрондар энергиялық деңгейлерде орналасатынын көрсетті.

Электронның кеңістіктегі орны оның энергетикалық күйіне байланысты болады. Электронның болу мүмкіндігінің максимал шамасы орбиталь деп аталады.

Электронның болу мүмкіндігі Ψ^2 / функциясымен сипатталады. Электронның орнын анықтау үшін бүтін сандар алынады. Ол сандар *квант сандары* деп аталады.

Бас квант саны n 1,2,3,4.... ∞ мәндерді қабылдайды. Ол электронның энергиясын және орбитальдың өлшемін анықтайды.

$n = 1$ болғанда электронның энергетикалық күйі ең төменгі деңгейге сәйкес келеді. Электрондық қабат саны артқан сайын энергия да артады. Сондықтан атомдағы орбитальдар белгілі бір энергетикалық деңгейге бөлінеді. Ол энергетикалық деңгейлерді кейде K, L, M, N, O, P, Q – латын алфавитінің әріптерімен белгілейді.

Қосымша квант саны – l , орбитальдың кеңістіктегі пішінін сипаттайды. Сонымен бірге белгілі бір деңгейдегі электронның әртүрлі энергетикалық жағдайын анықтайды.

l 0,1,2,... $n-1$ мәндерін қабылдайды. Қосымша квант санының әртүрлі мәндерін ажырату үшін латын әріптерімен белгілеу қабылданған. Мысалы: $s(l=0)$, $p(l=1)$, $d(l=2)$, $f(l=3)$, $g(l=4)$. Қосымша квант саны l -дың әртүрлі мәндеріндегі электронның пішіні әртүрлі болады, оларды энергетикалық деңгейшелер деп атайды.

$n = 1$, болғанда $l = 0$; демек I-деңгейде тек 2 электрон , ол электрон 1 s-ке толтырылады. $n = 2$, $l = 0, 1$; яғни II-деңгейде 6 электрон болады, олар 2s 2p-ға толтырылады. $n = 3$, $l = 0,1,2$; III-деңгейде 18 электрон болады, олар 3s 3p 3d-ға толтырылады.

$n = 4$, $l = 0, 1, 2, 3$; IV-деңгейде 18 электрон болады, олар 4s 4p 4d 4f-ке орналасады.

Электрон толқындық және бөлшектік қасиеттерін ала отырып ядроның маңында электрондық бұлт түзеді. Олардың пішіні s p d f күйде болады

Магниттік квант саны – m_l , орбитальдардың кеңістіктегі бағытталуын сипаттайды. Электрон орбитада қозғалғанда магнит өрісін туғызады. Оның қабылдайтын мәндері:

$$m_l = -l, \dots, 0, \dots, +l.$$

Кеңістіктегі бағытталуын анықтау үшін $(2l + 1)$ формуласын қолданамыз. $l = 0$; $m_l = 0$; (s-орбиталь); Кеңістіктегі пішіні тек бір пішінді шар тәрізді болады.

$l = 1$ (p-орбиталь болғанда $m_l = -1, 0, 1$ орбитальдың бағытталуы үш түрлі, яғни 3 p-орбитальға 6 электрон орналаса алады.

$l = 2$ мәнінде $2 \cdot 2 + 1 = 5$; демек 5 орбитальға $-2, -1, 0, 1, 2$, он электрон спиндері антипараллель болып орналаса алады. Бұл d орбитальға сәйкес келеді.

Шредингер теңдеуін шешу үшін енгізілген 3 квант саны жеткіліксіз, сондықтан 4-ші квант саны енгізілді. Оны Голланд ғалымы Уленбек 1925 жылы ұсынып, *спин квант саны* деп атады. Оны m_s әрпімен белгіледі. Электронның ерекше қасиетін сипаттайтын

бұл спинді квант санының қабылдайтын мәндері – $+\frac{1}{2}$; $-\frac{1}{2}$.

Спин дегеніміз – электронның кеңістіктегі қозғалысына байланыссыз, оның өзіндік импульс моментін сипаттайтын шама. Оны спин квант саны m_s деп атады.

Паули принципі бойынша, атомда барлық төрт квант сандары бірдей екі электрон болуы мүмкін емес.

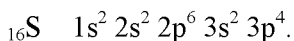
Хунд ережесі бойынша атомдарда электрондар спин сандарының қосындысы максимал болатындай орналасады.

Квант сандарының мәндері

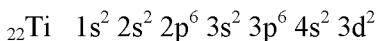
Кванттық				Маг- нит квант саны	Кванттық күй саны		Электрон- ның макси- мал саны	
деңгей		деңгейше			деңгей- ше ($2e+ l$)	деңгей n^2	деңгей- ше $2(2e+l)$	дең- гей $2n^2$
Белгі- леу	Бос квант саны	Белгі- леу	орби- таль квант саны					
K	1	s	0	0	1	1	2	2
L	2	s	0	0	1	4	2	8
		p	1	-1;0;1	3		6	
M	3	s	0	0	1		2	18
		p	1	-1;0;1	3	9	6	
		d	2	-2;1;0; 1;2	5		10	
N	4	s	0	0	1		2	32
		p	1	-1;0;1	3		6	
		d	2	-2;1;0; 1;2	5	16	10	
		f	3	-3;-2; 1;0;1; 2;3	7		14	

23-мысал. Реттік нөмірі 16 және 22 элементтердің электрондық-графикалық формуласын жазыңыз.

Шешуі: Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесіндегі реттік нөмірлері 16- күкірт элементі, 22 – титан элементі.



n= 3	↓↑	↑↓	↑	↑					
n=2	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓					
n=1	↑↓								



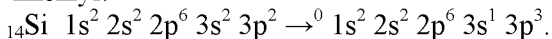
n=4	↑↓																
n=3	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑	↑											
n=2	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓													
n=1	↑↓																

24-мысал. 3d немесе 4s: осы екі деңгейшелердің қайсысы бірінші толтырылады?

Шешуі: d – орбиталь үшін $l=2$, s – орбиталь үшін $l=0$. Клечковский ережесі бойынша $n + e = 3 + 2 = 5$, 4 s деңгейшесі $4 + 0 = 4$. Сәйкесінше, бірінші 4 s, содан соң 3d толтырылады.

25-мысал. Кремний атомының қалыпты және қозған күйіндегі электрондық-құрылымдық формуласын жазыңыз.

Шешуі:



${}_{14}\text{Si}$

n=3	↑↓	↑	↑					
n=2	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓				
n=1	↑↓							

${}_{14}\text{Si}^*$

n=3	↑	↑	↑	↑				
n=2	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓				
n=1	↑↓							

Есептер

1. Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесін пайдаланбай, реттік нөмірі 49- элементтің қай топқа және қай периодқа жататынын анықтаңыз.

2. Кальций мен калийдің қайсысының литий элементімен ұқсастықтары көп?

3. 34-элементтің оттегі, сутегі және натриймен түзетін қосылыстарының формуласын жазыңыз.

4. V топтың негізгі топшасында орналасқан элементтің жоғарғы оксидінің құрамындағы оттегінің массалық үлесін есептеңіз.

5. Стронций элементінің периодтық жүйедегі орналасуына сүйеніп, оның жоғарғы оксиді, гидроксиді және хлоридінің формуласын жазыңыз.

6. V топтағы элементтің жоғары оксидіндегі оттегінің массалық үлесі 16,06 %. Бұл қай элемент?

7. Элемент ЭO_3 жоғарғы оксидін түзеді. Осы элемент сутегімен 5,881 массалық үлесте ұшқыш қосылыс түзеді. Элементті атаңыз, оның салыстырмалы атомдық массасын есептеңіз.

8. Периодтық жүйенің V периодындағы қай элемент нағыз бейметалл? Себебін түсіндіріңіз.

9. Темір мен сынап атомдарындағы электрон мен протон сандарын анықтаңыз.

10. Галий элементінің екі түрлі табиғи изотоптары бар: ^{69}Ga , ^{71}Ga . Элементтің салыстырмалы атомдық массасы 69,72 болса, осы изотоптардың массалық үлесін есептеңіз.

11. Технеций атомының ядросындағы нейтрон мен протон сандарын есептеңіз.

12. Табиғи магний ^{24}Mg , ^{25}Mg және ^{26}Mg изотоптарынан тұрады. Егер изотоптардың атомдық проценттері сәйкесінше 78,6; 10,1 және 11,3 болса, табиғи магнийдің орташа атомдық массасын есептеңіз.

13. Келесі элементтердің электрондарының энергетикалық деңгейде орналасуын көрсетіңіз: азот, титан, галий, цезий және вольфрам.

14. s-, p-, d- элементтеріне мысал келтіріп, электрондарының орбитальдарда орналасуын көрсетіңіз.

15. Магний, марганец және бромның атомдарындағы жұптаспаған электрондар санын анықтаңыз.

16. Никель, германий және рубидий атомдарының электрондық формуласын жазыңыз, қандай типке жататындығын (s-, p-, d-) анықтаңыз.

17. Реттік нөмірлері 18, 27 және 56 элементтердің электрондық формуласын жазыңыз. Атом құрылысы тұрғысынан қай элемент

қандай типке жатады?

18. IV топтың негізгі топшасы элементтерінің атом құрылысы тұрғысынан қандай ортақ қасиеттері бар?

19. Периодтық жүйедегі 33 элементтің қасиетін атом құрылысы тұрғысынан түсіндіріңіз. Жоғарғы оксидімен, сутекпен ұшқыш қосылысының формуласын жазыңыз.

20. Реттік нөмірлері 17, 29 және 42 элементтерінің атомдарында қанша энергетикалық деңгейлер бар?

21. Кремний мен ванадий атомдарының энергетикалық деңгейлері мен электрондық формулаларын жазыңыздар. Атом құрылысы тұрғысынан бұл элемент қай типке жатады?

22. Фосфор, калий, скандий және криптон атомдарының электрондық формулаларын жазыңыз.

23. VI топтың негізгі топшасының элементтерінің қайсысы сутегімен қосылыс түзеді?

24. Кадмий, индий және қорғасын элементтерінің қайсысы германий элементімен ұқсас қасиеттерге ие?

25. Фтор, селен және темір элементтерінің электрондық-құрылымдық формулаларын жазыңыз.

3.2. Периодтық заң

26-мысал. Мышьяк, селен және бром атомдары қандай төмен және жоғары тотығу дәрежесін көрсетеді?

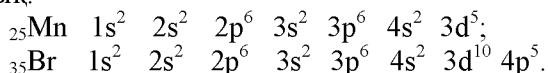
Шешуі: Элементтің жоғары тотығу дәрежесін Д.И. Менделеевтің периодтық системасындағы орналасқан тобы бойынша анықтайды. Төменгі тотығу дәрежесі аяқталған тұрақты қабат түзу үшін (ns^2, np^6) қанша электрон қосып алуымен анықталады.

Жоғарыдағы элементтер V, VI және VII топтың негізгі топшаларында және s^2p^3 , s^2p^4 , s^2p^5 энергетикалық деңгейлерінде орналасады. Осыған сәйкес атомдардың тотығу дәрежелері төмендегідей болады:

As^{+5} (жоғары), -3 (төменгі) – As_2O_5 , AsH_3 ;
 Se^{+6} (жоғары), -2 (төменгі) – SeO_3 , Na_2Se ;
 Br^{+7} (жоғары), -1 (төменгі) – KBrO_4 , KBr .

27-мысал. Төртінші периодтағы марганец пен бромның қайсысының металдық қасиеті басым?

Шешуі: Элементтердің электрондық формуласын жазайық:



Марганец – VII-топтың қосымша топшасының d-элементі, ал бром – VII-топтың негізгі топшасының p-элементі.

Нағыз металдардың сыртқы қабатында беріп жіберуге бейім электрондары болады. Олар тек тотықсыздандырғыш қасиет көрсетеді және теріс иондар түзбейді. Сыртқы қабатында 3-тен көп электрондары бар элементтер теріс тотығу дәрежесіне ие болып, теріс иондар түзеді. Сондықтан, марганец басқа металдар сияқты тек тотықсыздандырғыш қасиетке ие. Әлсіз тотықсыздандырғыш қасиет көрсететін бромға тотығу функциялары тән.

Есептер

1. Периодтық заңның қазіргі заманғы анықтамасын айтыңыз. Оның бұрынғы анықтамадан айырмашылығы неде?

2. Қандай 3 элементтің ашылуы периодтық заңның пайда болуына түрткі болды?

3. Периодтық заң – табиғат заңы. Ол санның сапаға ауысуын көрсететінін дәлелдеңіз.

4. Элементтің реттік нөмірінің физикалық мағынасы неде?

5. Периодтық жүйенің құрылымы қандай? Период, топ және топша дегеніміз не?

6. Периодтың нөмірі қандай кванттық санды анықтайды? Мысалмен түсіндіріңіз.

7. Кіші және үлкен периодтар дегеніміз не?

8. Асыл газдар периодтық жүйенің қай жерінде орналасқан? Бұрын олар қалай аталған?

9. Сутегі элементі неге І-ші және ІІ-ші топтарға орналас-
тырылған?

10. Негізгі топшадағы элементтердің қасиеттері период
және топ бойынша қалай өзгереді?

11. Қай элементтерде электронның “құлауы” басталады?
Осы эффектiнiң мәнін түсіндіріңіз.

12. Элементтер атомдарының электрондық формулалары
төмендегідей:

а) $3s^2 3p^2$ және $4s^2 4d^2$;

б) $4s^2 3d^3$ және $4s^2 3d^{10} 4p^3$.

Элементтер қай топта және қандай периодта орналасқан?
Олардың өзара ұқсастықтары бар ма?

13. Реттік нөмірлері 35, 42 және 56 элементтердің негізгі
химиялық қасиеттерін сипаттаңыз.

14. Периодта элементтің реттік нөмірі өскен сайын атом
радиусының төмендейтіндігін, ал топта реттік нөмірі өскен атом
радиусы артатындығын қалай түсіндіруге болады?

15. Хром мен күкірт элементтері неліктен периодтық
жүйенің бір тобына орналастырылған?

16. Фосфор мен ванадий элементтері неліктен периодтық
жүйенің бір тобына орналасқан? Неге олар әр топшада
орналасқан?

17. Төмендегі қай қатарда элементтер атом радиустарының
өсуі бойынша орналасқан?

а) Na, Mg, Al, Si,

б) C, N, O, F,

в) O, S, Se, Te,

г) I, Br, Cl, F.

18. а) F мен Cl

б) N мен P элементтерінің ұқсастықтары мен айырмашылықтары неде?

19. Мына қатарда $Mg \rightarrow Ca \rightarrow Sr \rightarrow Ba$ металл атомдарының электрон беру қабілеті қалай өзгереді?

20. ^{104}X элементі изотопының ядросында 58 нейтрон бар. Осы элементтің реттік нөмірін анықтаңыз.

21. ^{104}Sn изотобының ядросындағы нейтрон санын есептеңіз.

22. Бром атомы электрондарын энергетикалық деңгейлерге орналастырыңыз.

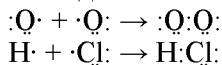
23. Натрий ионындағы электрондардың қандай энергетикалық деңгейлерге орналасқандығын анықтаңыз.

24. Квант сандарын толығымен сипаттаңыз.

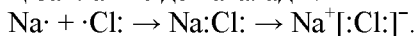
25. Квант сандарының өзара бір-бірімен байланысын түсіндіріңіз.

4. ХИМИЯЛЫҚ БАЙЛАНЫС

Жұп электрондары арқылы түзілген химиялық байланысты ковалентті байланыс деп атайды.



Электростатикалық тартылыс күші арқылы түзілген байланыс иондық байланыс деп аталады.



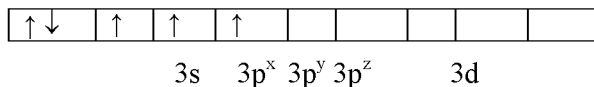
Хлор атомының электртерістігі натрийдікінен жоғары болғандықтан атомдық орбиталь хлор атомы жағына ығысқан. Соның салдарынан иондар түзілетіндігін көреміз.

28-мысал. HCl молекуласының диполь ұзындығы $0,22 \cdot 10^{-8}$ см. Дипольдің электрлік моментін есептеңіз.

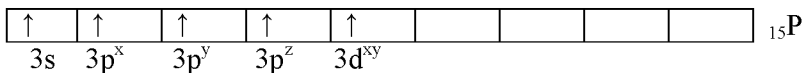
Шешуі: $q = 1,60 \cdot 10^{-19}$ Кл (q – электрон заряды), $l = 2,2 \cdot 10^{-11}$ м.
 $\mu = q \cdot l = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 2,2 \cdot 10^{-11} = 3,52 \cdot 10^{-30}$ Клм $= 3,52 \cdot 10^{-30} / (3,33 \cdot 10^{-30}) = 1,06$ D.

29-мысал. Фосфор қалыпты және қозған күйінде қандай жұптаспаған электрондар көрсетеді?

Шешуі: ${}_{15}\text{P}$



Фосфор атомында бос d-орбитальдар бар болғандықтан 3s-ты 3d-ге кемуі мүмкін.



${}_{15}\text{P}$

Фосфор қалыпты күйде III, қозған күйінде V валенттілік көрсетеді.

Есептер

1. Коваленттік байланыс деп қандай байланысты айтады? Негізгі қасиеттерін сипаттаңыз.

2. Коваленттік байланыс түзілгенде атомдар арасындағы қашықтық нақты сақталуы қажет. Ол қалай аталады?

3. Төмендегі молекуладағы атомдардың коваленттігі мен тотығу дәрежесін анықтаңыз:

C_2H_6 , C_2H_5OH , CH_3COOH , CH_3Cl молекуласындағы көміртектің.

4. HF (0,092 нм), HCl (0,128 нм), HBr (0,142 нм), HI (0,162 нм) молекулаларындағы байланыс ұзындығының өзгерістері заңдылықтарын түсіндіріңіз.

5. Иодты сутектегі, кремний оксидіндегі, магний оксидіндегі, калий нитратындағы және фтордағы байланыстың типтерін анықтаңыз. Жауаптарыңызды түсіндіріңіз.

6. C_2H_6 (0,154 нм), C_2H_4 (0,135 нм), C_2H_2 (0,120 нм) молекулаларындағы байланыс ұзындығының өзгерістерінің заңдылықтарын түсіндіріңіз.

7. CCl_4 , SiO_2 , $CaBr_2$, NH_3 молекулаларының қайсысында иондық байланыс айқын көрінген?

8. H_2O (0,097 нм), H_2S (0,133 нм), H_2Se (0,147 нм), H_2Te (0,167 нм) молекулаларындағы байланыс ұзындығының өзгеру заңдылықтарын түсіндіріңіз.

9. «Химиялық байланыс» түсінігіне анықтама беріңіздер. Химиялық байланыстың негізгі 3 түрін атап, төмендегі кестені толтырыңыз:

Химиялық байланыс түрі	Байланысты қандай элементтер түзеді	Атомның электрондық бұлттарындағы процестер	Түзілген бөлшектер мен заттар	Мысалдар

10. HF (561,5), HCl (427,2), HBr (359,9), HI (294,3) молекулаларындағы байланыс ұзындығының өзгерістері заңдылықтарын түсіндіріңіз.

11. CF_4 (434,7), CCl_4 (292,6), CBr_4 (238,3), Cl_4 (179,7) молекулаларындағы байланыс ұзындығының өзгеру заңдылықтарын түсіндіріңіз.

12. C_2H_2 (830), C_2H_4 (635), C_2H_6 (348) молекулаларындағы байланыс ұзындығының өзгеру заңдылықтарын түсіндіріңіз.

13. Химиялық байланыстың валенттік бұрышына анықтама беріңіздер. Әртүрлі валентті бұрышты мәнді көрсететін молекулаларға мысал келтіріңіз.

14. Иондық байланыс деп қандай байланысты айтады? Негізгі қасиеттерін сипаттаңыз.

15. Төмендегі молекулалардың коваленттігі мен тотығу дәрежесін анықтаңыз:

NaCl , NaClO_3 , NaClO_4 , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ молекулаларындағы хлордың.

16. HF (0,092 нм), HCl (0,128 нм), HBr (0,142 нм), HI (0,162 нм) молекулаларындағы байланыс ұзындығының өзгерістері заңдылықтарын түсіндіріңіз.

17. Магний оксиді, кремний оксиді, калий нитраты және иодты сутектегі байланыстың типтерін анықтаңыз. Жауабыңызды түсіндіріңіз.

18. Металдық деп қандай байланысты айтады? Мысалдар келтіріңіз. Ол металдың қандай қасиеттеріне әсер етеді?

19. Төмендегі молекулалардың электрондық бұлттарына гибридтенудің қандай түрі тән?

а) BCl_3 ; б) CaCl_2 ; в) GeCl_4 г) SiCl_4 ; д) ZnI_2 ; е) BeH_2 .

20. Фосфордың ең жоғары коваленттігі 5-ке тең болуы мүмкін екендігін және ондай валенттік күй азотта неге болмайтындығын түсіндіріңіз.

21. К-S, Н-S, Br-S, C-S осылардың ішінде қай байланыс неғұрлым полюсті және неліктен?

22. Бор хлориді мен аммиак молекулаларының кеңістіктегі құрылысының әртүрлі болуының себептерін түсіндіріңіз.

23. Азот, темір, көмірқышқыл газы, калий фториді және натрий сульфатындағы байланыстың типтерін анықтаңыз. Жауаптарыңызды түсіндіріңіз.

24. Этан – этилен – этин қатарында C-C байланысының мықтылығы қалай өзгереді?

25. $\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ қатарында π - байланысының саны қалай өзгереді?

5. ХИМИЯЛЫҚ ТЕРМОДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТТЕРІ. ХИМИЯЛЫҚ КИНЕТИКА. ХИМИЯЛЫҚ ТЕПЕ-ТЕҢДІК

5.1. Термохимия. Термохимия заңдары

Энергияның әртүрлі түрінің өзара өзгеру байланыстылығын зерттейтін ғылымды *термодинамика* деп атайды.

Химиялық реакцияның жылу эффектiсін қарастыратын термодинамиканың бөлімі термохимия деп аталады. Жылу бөлінетін реакцияны экзотермиялық, ал жылу жұтылатын реакцияны эндотермиялық реакция деп атайды.

Кез келген процесте энергияның сақталу заңы табиғаттың жалпы заңдылығы – материяның сақталу заңы ретінде айқындалады. Жүйенің ішкі энергиясының өзгерісі (ΔU) мен жұмыстың (A) атқарылуына жылу (Q) жұмсалады:

$$Q = \Delta U + A. \quad (5.1.1)$$

Жылу мен жұмыс күй функциясы болып саналмайды, олар энергияны тасымалдау формасы ретін атқарады және процеспен байланысты. Сондықтан жылу мен жұмыс жүйенің күйін сипаттайды. Химиялық реакция кезіндегі A – бұл сыртқы қысымға қарсы атқарылған жұмыс. Олай болса:

$$A = P \Delta V.$$

Мұндағы ΔV – жүйе көлемінің өзгерісі.

Көптеген реакциялар тұрақты қысым мен температурада ($P = \text{const}, T = \text{const}$) жүретіндіктен изобара-изотермиялық процесс үшін жылу:

$$Q_p = \Delta U + P \Delta V.$$

$P = \text{const}$ және $T = \text{const}$ кезінде жылу күй функциясы болады және процесс жүру жолына тәуелсіз. Демек, жүйе тек қана ұлғайту жұмысын атқаратын болса, онда изобара-изотермиялық процесс кезінде реакцияның жылуы (Q_p) жүйенің энтальпиясының өзгерісіне (ΔH) тең болады.

$$Q_p = \Delta H.$$

Ішкі энергия сияқты энтальпия да күй функциясы болып табылады, оның өзгерісі (ΔH) жүйенің бастапқы және соңғы күйлерімен анықталады және жүру жолына тәуелсіз. Бір

қарағанда, $V=0$ кезіндегі изохора-изотермиялық процесте ($V=\text{const}, T=\text{const}$) реакцияның жылуы жүйесінің ішкі энергиясының өзгерісіне тең:

$$Q_v = \Delta U$$

$P=\text{const}, T=\text{const}$ және $V=\text{const}, T=\text{const}$ болғандағы жылуы химиялық процестің жылу эффектісі деп аталады.

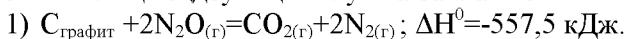
Экзотермиялық реакциясында жүйенің энтальпиясы төмендейді $\Delta H < 0$ ($H_2 < H_1$), ал эндотермиялық реакцияда жүйенің энтальпиясы өседі $\Delta H > 0$ ($H_2 > H_1$). Реакцияның жылу эффектісі ΔH әрпімен белгіленеді.

Гесс заңы (1840) термохимиялық есептеу негізінде жасалған: реакцияның жылу эффектісі бастапқы зат пен соңғы өнімнің табиғаты мен физикалық күйіне тәуелді, бірақ жүру жолына тәуелсіз.

Термохимиялық есептеуде Гесс заңының салдарын жиі пайдаланады: реакцияның жылу эффектісі ($\Delta H_{\text{х.р.}}$) стехиометриялық коэффициенттерін ескергенде реакция өнімдерінің түзілу энтальпиясының қосындысынан бастапқы заттардың түзілу энтальпиясының қосындысын алғанға тең:

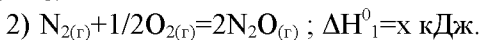
$$\Delta H_{\text{х.р.}} = \sum \Delta H_{\text{түз}}^{\text{өнім}} - \sum \Delta H_{\text{түз}}^{\text{баст}} \quad (5.1.2)$$

30-мысал. Көміртек диоксидінің түзілуі реакциясының термохимиялық теңдеуінің жылуына байланысты:

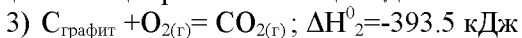


$\text{N}_2\text{O}_{(\text{г})}$ түзілу энтальпиясын есептеңіз.

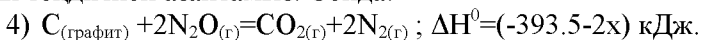
Шешуі: Есептелетін өлшемді x -пен белгілеп, қарапайым заттардан $\text{N}_2\text{O}_{(\text{г})}$ түзілу реакциясының термохимиялық теңдігін жазамыз:



Сонымен қатар, қарапайым заттарда $\text{CO}_{2(\text{г})}$ түзілу реакциясының термохимиялық теңдігін жазамыз:

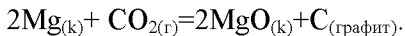


Реакцияның (2) мен (3) теңдігінен (1)-ші теңдікті алуға болады. Ол үшін (2)-ші теңдікті 2-ге көбейтіп, табылған теңдікті (3)-ші теңдігінен азайтамыз. Сонда:



1-ші мен (4)-ші теңдіктерді салыстырып, мынаны табамыз:
 $-393,5 - 2x = -557,5$. Бұдан $x = 82,0$ кДж/моль.

31-мысал. 4-ші кестедегі мәліметтерді пайдаланып, реакцияны ΔH^0 есептеңіз:



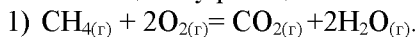
Шешуі: CO_2 мен MgO -ның стандартты түзілу энтальпиялары – 393,5 және -601,8 кДж/моль-ге тең (қарапайым заттардың стандартты түзілу энтальпиясы 0-ге тең). (5.1.2) теңдігінен реакцияны ΔH^0 табамыз:

$$\Delta H^0 = 2 \Delta H^0_{\text{MgO}} - \Delta H^0_{\text{CO}_2} = 2(-601,8) + 393,5 = -810,1 \text{ кДж}.$$

32-мысал. Метанның жану жылуын және бұл заттың 100 дм³ көлемі жанғандағы бөлінетін жылуды есептеңіз.

Шешуі: Органикалық қосылыстың жану өнімдері $\text{CO}_{2(r)}$ және H_2O .

Метанның жану реакциясы:



Гесс заңының салдары және заттың стандартты түзілу энтальпиясын пайдаланып, реакция жүру кезіндегі энтальпияның өзгерісін анықтаймыз:

$$\Delta H^0 = \Delta H^0_{\text{CO}_2} + 2\Delta H^0_{\text{H}_2\text{O}(r)} - \Delta H^0_{\text{CH}_4(r)}$$

немесе $\Delta H^0 = -393,5 + 2(-241,8) - (-74,9) = -802,2$ кДж.

$\Delta H^0 = -Q$, демек 1 моль CH_4 жанғанда 802,2 кДж жылу бөлінеді. Енді газдың мөлшерін есептейік:

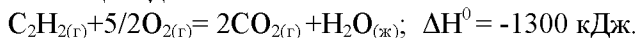
$$n(\text{CH}_4) = 100 \text{ дм}^3 / 22,4 \text{ дм}^3 = 4,46 \text{ моль}.$$

$$4,46 \text{ моль жанғандағы жылу } 4,46 \cdot 802,2 = 13577,8 \text{ кДж}.$$

33-мысал. Заттардың түзілу энтальпиясының мөлшерін есептеңіз: а) 1 моль ацетилен жанғанда 1300 кДж жылу бөлінеді; б) 2 моль этилен жанғанда 2822 кДж жылу бөлінеді.

Шешуі:

а) Есептің шартына сәйкес ацетиленнің жану реакциясының термохимиялық теңдігін жазамыз:



Бұдан мынаны жазуға болады:

$$\Delta H^0 = 2\Delta H^0(\text{CO}_2) + \Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_2) = -1300 \text{ кДж}.$$

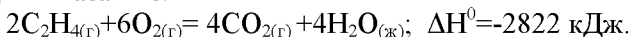
Олай болса:

$$\Delta H^0(C_2H_2) = 2\Delta H^0(CO_2) + \Delta H^0(H_2O) - \Delta H^0 = 2\Delta H^0(CO_2) + \Delta H^0(H_2O) + 1300.$$

Анықтамалықтан $\Delta H^0(CO_2)$ мен $\Delta H^0(H_2O)$ мәндерін пайдаланып, $\Delta H^0(C_2H_2)$ анықтаймыз:

$$\Delta H^0(C_2H_{2(g)}) = 228 \text{ кДж/моль.}$$

б) 2 моль этиленнің жану реакциясының термохимиялық теңдігін жазамыз:



Олай болса:

$$\Delta H^0 = 4\Delta H^0(CO_2) + 4\Delta H^0(H_2O) - 2\Delta H^0(C_2H_4) = -2822 \text{ кДж.}$$

Бұдан,

$$\Delta H^0(C_2H_4) = (4\Delta H^0(CO_2) + 4\Delta H^0(H_2O) - \Delta H^0) / 2 = (4\Delta H^0(CO_2) + 4\Delta H^0(H_2O) + 2822) / 2.$$

Анықтамалықтан мәліметтерін пайдаланып табамыз:

$$\Delta H^0(C_2H_{4(g)}) = 53 \text{ кДж/моль.}$$

Жылу бөлінетін немесе сіңірілетін реакциялар өздігінен жүруі мүмкін.

Берілген температурада жылу бөліне жүретін реакция басқа температурада жылу жұтыла жүруі мүмкін. Бұдан қарама-қайшылықтың бірлігі мен күресінің диалектикалық заңы айқындалады. Бір жағынан жүйе реттілікке ΔH -тың төмендеуіне талпынады (агрегация), ал екінші жағынан жүйе ретсіздікке (деагрегация) талпынады. Ретсіздікті сипаттайтын шаманы энтропия деп атайды.

Ішкі энергия U , энтальпия H , көлем V және тағы басқа функциялар сияқты энтропияда (S) заттың мөлшеріне пропорционал, яғни S, U, H және V аддитивті қасиеттерге ие. Энтропия зат бөлшегінің қозғалысын бейнелейді және жүйенің ретсіз өлшемі болып табылады. Ол заттың булануы, ұлғаюы, балқуы, қызуы кезінде атомдар арасындағы байланыстың әлсіреуі мен үзілуі барысында жоғарылайды; ал конденсация кристаллизацияда, полимеризацияда төмендейді. Энтропия күй функциясы болып табылады, яғни оның өзгерісі (ΔS) жүйенің тек бастапқы (S_1) және соңғы (S_2) күйіне тәуелді, ал процестің жолына тәуелсіз:

$$\Delta S_{x,p} = \sum S_{\text{өнім}}^0 - \sum S_{\text{баст}}^0. \quad (5.1.3)$$

Егер $S_2 > S_1$ болса, онда $\Delta S > 0$.

Егер $S_2 < S_1$ болса, онда $\Delta S < 0$.

Энтропияның өсуі температураның жоғарылауымен байланысты деп есептесек, онда ретсіздіктің шегі $\approx T\Delta S$. Энтропияның өлшем бірлігі Дж/(моль*К). Сөйтіп, процестің қозғаушы күші екі бөліктен тұрады: реттілікке талпыныс (H) және ретсіздікке талпыныс ($T\Delta S$).

$P = \text{const}$, $T = \text{const}$ кезіндегі ΔG әрпімен белгіленетін процестің жалпы қозғаушы күшін былай жазуға болады:

$$\Delta G = (H_2 - H_1) - (TS_2 - TS_1); \Delta G = \Delta H - T\Delta S. \quad (5.1.4)$$

G мөлшерін изобара-изотермиялық потенциал немесе Гиббс энергиясы деп атайды. Сонымен, химиялық ынтықтықтың өлшемі ретінде заттың табиғаты, мөлшері және температурасына тәуелді Гиббс энергиясының өзгерісі (ΔG) болып есептеледі. Гиббс энергиясы күй функциясы болып табылады, сондықтан: $\Delta G_{\text{ж.р}} = \Delta \sum G^{\text{өнім}} - \sum \Delta G^{\text{баст}}$.

Өз бетінше жүретін процестер потенциалдың кему бағытында (ΔG) жүреді. Егер $\Delta G < 0$ болса, процесс өздігінен жүреді; ал $\Delta G > 0$ болса, процесс өздігінен жүрмейді. ΔG кеміген сайын соғұрлым берілген процесс тереңірек жүреді. Тепе-теңдік орнағанда $\Delta G = 0$.

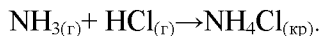
$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ қатынасынан $\Delta H > 0$ (эндотермиялық) процестері өз бетінше жүруі үшін $\Delta S > 0$, $T\Delta S > \Delta H$ болуы тиіс.

298 К (25°C) температура мен 1 атм (101325 Па) қысымдағы кейбір заттардың стандартты түзілу энтальпиялары ΔH^0 , энтропиялары S^0 және Гиббс энергияларының ΔG^0 мәндері 4 - кестеде көрсетілген.

34-мысал. Қай күйде 1 моль заттың энтропиясы ең жоғары болады?

Шешуі: Энтропия зат күйінің ретсіздігінің өлшемі болып табылады. Кристалл бөлшектер ретті орналасқан, ал газдар үшін мұндай шектеулер жоқ. Газда молекулалардың хаосты қозғалу мүмкіндігі әлдеқайда жоғары. Яғни, газда молекулалардың (атомдардың) хаосты қозғалуы жоғары болғандықтан, заттың газ күйіндегі энтропиясы кристалл және сұйық күйіндегіден жоғары болады.

35-мысал. Стандартты энтропиялар мен сәйкес абсолюттік стандарт энтропиялар мәндерін қолданып, реакцияның ΔG есептеңіз.



Бұл реакция қалыпты жағдайда өздігінен жүруі мүмкін бе?

Шешуі: Гиббс энергиясы (ΔG^0) күй функциясы және (5.1.4) қатынасымен есептелінеді. ΔH^0 мен ΔS^0 көрсеткіштерін (5.1.2) қатынасынан табамыз:

$$\Delta H^0 = \Delta H^0_{\text{H}_4\text{Cl}} - \Delta H^0_{\text{NH}_3(\text{r})} - \Delta H^0_{\text{HCl}(\text{r})};$$

$\Delta G < 0$ болғандықтан реакция қалыпты жағдайда өздігінен жүреді.

36-мысал. $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + 3\text{H}_{2(\text{r})} \rightarrow 2\text{Fe}_{(\text{кр})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$; $\Delta H = +96,61$ кДж реакциясы бойынша Fe_2O_3 тотықсызданады. Егер $\Delta S = 0,1387$ кДж (моль·К) энтропия өзгерісінде қалыпты жағдайда бұл реакция жүре алады ма? Қай температурада Fe_2O_3 тотықсыздануы басталады?

Шешуі: Реакцияны 298 К температурадағы ΔG есептейміз:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 96,61 - 298 \cdot 0,1387 = +55,28 \text{ кДж}.$$

$\Delta G > 0$ болғандықтан, қалыпты жағдайда реакция тура бағытта жүрмейді, керісінше, темірдің тотығу реакциясы (коррозия) жүреді.

$\Delta G = 0$ болуы үшін қажетті температураны табайық:

$$\Delta H = T\Delta S: T = \Delta H / \Delta S = 96,61 / 0,1387 = 696,5 \text{ К}.$$

Демек, 696,5 К температурада Fe_2O_3 тотықсыздана бастайды. Кейде бұл температураны реакция басталуы дейді.

37-мысал. $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{кр})} + 3\text{C}_{2(\text{графит})} \rightarrow 2\text{Fe}_{(\text{кр})} + 3\text{CO}_{(\text{r})}$ теңдігімен жүретін реакцияның $\Delta H^0_{\text{x.p.}}$, $\Delta S^0_{\text{x.p.}}$, ΔG мәндерін есептеңіз.

Fe_2O_3 -ті 500 К мен 1000 К температурада тотықсыздандыру мүмкін бе?

Шешуі: $\Delta H^0_{\text{x.p.}}$ мен $\Delta S^0_{\text{x.p.}}$ (5.1.2) мен (5.1.3) қатынасын табамыз.

$$\Delta H^0_{\text{x.p.}} = [3 \cdot (-110,53) + 2 \cdot 0] - [-822,16 + 3 \cdot 0] = -331,56 + 822,10 = +490,57 \text{ кДж/К};$$

$$\Delta S^0_{\text{x.p.}} = (2 \cdot 27,15 + 3 \cdot 197,55) - (87,45 + 3 \cdot 5,74) = 542,28 \text{ Дж/К}.$$

Гиббс энергиясын сәйкесінше температураларда (5.1.4)-тен табамыз:

$$\Delta G_{500} = 490,57 - 500 \cdot 542,28/1000 = 219,43 \text{ кДж};$$

$$\Delta G_{1000} = 490,57 - 1000 \cdot 542,28/1000 = - 51,71 \text{ кДж}.$$

$\Delta G_{500} > 0$, ал $\Delta G_{1000} < 0$ болғандықтан, Fe_2O_3 -тің көміртегімен тотықсыздануы 1000 К температурада мүмкін, бірақ 500 К температурада мүмкін емес.

Есептер

Берілген бөлімнің есептерін шешу үшін анықтамалық мәліметтерін қолданыңыз.

1. Мыс сульфаты (CuSO_4) мен мыс купоросының ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) балку (еру) жылулары -66,11 кДж мен 11,72 кДж-ге тең. Мыс сульфатының гидратациялану жылуын есептеңіз.

2. Нәтижесінде су буы мен көміртегі диоксиді түзілетін этанның ($\text{C}_2\text{H}_{6(\text{г})}$) бір молінің жану реакциясының термохимиялық теңдігін жазыңыз. 1 м³ (қ.ж) этан жану кезінде қанша жылу бөлінеді?

3. $\text{C}_6\text{H}_{6(\text{с})} + 7/2 \text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow 6 \text{CO}_{2(\text{г})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$ термохимиялық теңдеуі бойынша бензолдың жану реакциясының жылу эффектісін есептеңіз.

4. Этилен мен су буы әрекеттесуі нәтижесінде газ тәрізді этил спирті алуға болады. Осы реакцияның термохимиялық теңдеуін жазып, жылу эффектісін есептеңіз.

5. Нәтижесінде газ тәрізді метан мен су бөлінетін көміртегі (II) оксиді мен сутегі әрекеттесуінің термохимиялық теңдеуін жазыңыз. 67,2 дм³ (қ.ж) көлемдегі метан алынса, реакцияда қанша жылу бөлінеді?

6. HCl мен газды аммиактың әрекеттесуі нәтижесінде, кристалды аммоний хлориді түзіледі. Бұл реакцияның термохимиялық теңдеуін жазып, жылу эффектісін есептеңіз. 10 дм³ (қ.ж) көлемдегі аммиак шығындалса, қанша жылу бөлінеді?

7. Газ тәрізді аммиактың жануы кезінде су буы мен азот (II) оксиді түзіледі. 44,8 дм³ көлемінде азот (II) оксиді алынса, реакция барысында қанша жылу бөлінеді?

8. Термохимиялық теңдеуі $\text{CH}_3\text{OH}_{(c)} + 3/2 \text{O}_{2(r)} \rightarrow \text{CO}_{2(r)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(c)}$ болып келетін реакцияның метил спиртіне сәйкес жылу эффектісін есептеңіз.

9. Газ тәріздес күкірттісутек пен көміртегі диоксидінің әрекеттесуінен су буы мен күкіртті көмірсутек (CS_2) түзіледі. Осы реакцияның термохимиялық теңдеуін жазып, жылу эффектісін есептеңіз.

10. 5-кестеде келтірілген сілтілік металдардың оттекті қосылыстарының ΔG^0 мәндерін есептеп, қай сілтілік металл қосылыс түзілуі үшін ең қолайлы екендігін анықтаңыз. Бұл заңдылықты қалай түсіндіруге болады?

11. 1 моль сутегі мен 1 моль селен әрекеттескенде 77,4 кДж жылу бөлінді. Селенсутектің түзілу энтальпиясын есептеңіз.

12. 2 моль мышьяк пен 3 моль сутегі әрекеттесуі нәтижесінде 370 кДж жылу бөлінді. Арсиннің (AsH_3) түзілу энтальпиясын есептеңіз.

13. 1 моль сутегі мен 1 моль хлор әрекеттесіп, 184 кДж жылу бөлінді. Хлорсутектің түзілу энтальпиясын анықтаңыз.

14. Жай заттардан 1 моль су түзілгенде 242 кДж жылу бөлінеді. Судың түзілу энтальпиясы неге тең?

15. 1 моль азот пен 3 моль сутегі әрекеттесіп, 93 кДж жылу бөледі. Аммиактың түзілу энтальпиясын анықтаңыз.

16. Нәтижесінде 335,1 г темір тұзу үшін алюминиймен темір (III) оксидін тотықсыздандыру керек. Реакция нәтижесінде бөлінген жылуды есептеңіз.

17. Графит жанғанда 8,86 г көміртегі диоксиді түзіліп, 79,2 кДж жылу бөлінді. Диоксид түзілу энтальпиясын есептеңіз.

18. Магний карбонатының магний оксиді мен көміртегі диоксидіне ыдырауы 100,4 кДж жылу бөле жүреді. Магний карбонатының түзілу энтальпиясын анықтаңыз.

19. Массасы 11,5 г сұйық этил спиртіні жаққанда 308,71 кДж жылу бөлінеді. Нәтижесінде су буы мен көміртегі диоксиді түзілетін реакцияның термохимиялық теңдеуін жазыңыз. C_2H_5 түзілу энтальпиясын есептеңіз.

20. 80,0 г темір (III) оксидінің алюминиймен тотықсыздануы нәтижесінде 426,3 кДж жылу бөлінеді. Массасы 5,4 г металл алюминий алынса, 167,3 кДж жылу бөлінеді. Осы мәліметтерді қолданып, темір (III) оксидінің пайда болу энтальпиясын табыңыз.

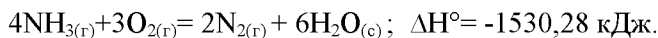
21. Анықтамалықтағы термодинамикалық мәліметтерді қолданып, ерітіндідегі иондардан $Ag\Gamma_{(к)}$ мен $Ca\Gamma_{2(к)}$ түзілу реакцияларын ΔG есептеңіз.

Иондар	ΔH° , кДж/моль	S° , Дж/моль·К
$Ag^+_{(p)}$	105	73
$AgBr_{(кр)}$	-100	107
$AgCl_{(кр)}$	-127	96
$AgI_{(кр)}$	-62	115
$AgF_{(кр)}$	-205	84
$Br^-_{(p)}$	-121	83
$Ca^{2+}_{(p)}$	-543	-53
$CaBr_{2(кр)}$	-683	130
$CaCl_{2(кр)}$	-796	105
$CaI_{2(кр)}$	-535	142
$CaF_{2(t)}$	-1220	69
$Cl^-_{(p)}$	-167	57
$I^-_{(p)}$	-57	107
$F^-_{(p)}$	-333	-14

$F^- \rightarrow Cl^- \rightarrow Br^- \rightarrow I^-$ қатынасындағы $Ag\Gamma$ және $Ca\Gamma_2$ ерігіштіктері қалай өзгереді? Осы қатардағы $\Delta G^0_{обр}$ және ЕК (ерігіштік көбейтінді) мәндерінің өзгеріс сипаттамасын құрастырамыз. Осы қатардағы күміс галогенидтері үшін ЕК шамалары келесі мәндерге ие (күміс

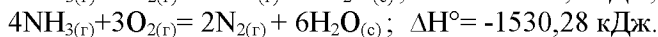
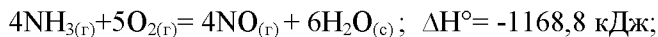
фторидінен басқа) $1,8 \cdot 10^{-10}$, $5,3 \cdot 10^{-13}$, $8,37 \cdot 10^{-17}$ сәйкесінше. Неліктен күміс фториді үшін ЕК бойынша мәндері жоқ?

22. Аммиактың жану реакциясы төмендегі термохимиялық тепе-теңдік арқылы өрнектеледі:

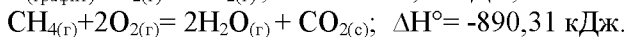
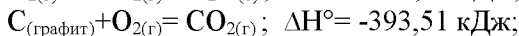
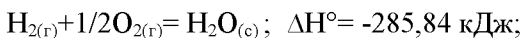


Аммиактың түзілу энтальпиясын есептеңіз.

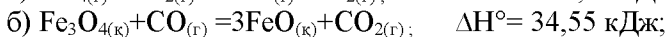
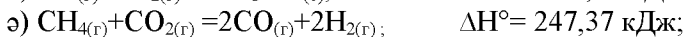
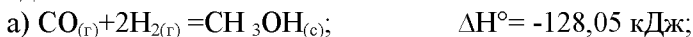
23. Келесі термохимиялық теңдеулер арқылы $\text{NO}_{(\text{r})}$ түзілу энтальпиясын анықтаңыз:



24. Келесі термохимиялық теңдеулер арқылы газ тәрізді метанның түзілу энтальпиясын анықтаңыз:



25. Температураның қандай мәнінде жүйеде тепе-теңдік орнайды:

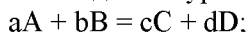


6. ХИМИЯЛЫҚ РЕАКЦИЯ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ЖҰРУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ

Химиялық реакциялар әртүрлі жылдамдықпен жүреді. Химиялық реакциялардың жылдамдығы көлем өзгермеген жағдайда реакцияға қатысатын не одан шыққан өнімнің бірінің концентрациясының белгілі бір уақыт бірлігінде өзгеруімен өлшенеді.

$$g = \frac{\Delta C}{\Delta t}.$$

Химиялық реакция жылдамдығы әрекеттесуші заттардың концентрацияларының көбейтіндісіне тура пропорционал.



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

Химиялық реакция жылдамдығына температураның әсері Вант-Гофф ережесімен анықталады.

Температураны әр 10 градусқа арттырғанда химиялық реакция жылдамдығы 2–4 есеге артып отырады.

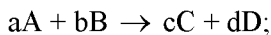
$$V_{t_2} = V_{t_1} - \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}.$$

мұндағы $V_{t_2} - t_2$ температурадағы реакция жылдамдығы;

$V_{t_1} - t_1$ температурадағы реакция жылдамдығы;

γ – температуралық коэффициент.

Тура реакцияның жылдамдығы мен кері реакция жылдамдығы тең болған жағдайда химиялық тепе-теңдік орнайды



$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}.$$

K – тепе теңдік тұрақтысы, ол температура мен әрекеттесуші заттардың табиғатына тәуелді.

Сыртқы жағдай (C, t^0, P) өзгергенде тепе-теңдіктің ығысу бағытын Ле-Шателье принципі бойынша анықтауға болады.

Тепе теңдік күйде тұрған жүйенің жағдайы (C, t^0, P) өзгерсе, онда тепе-теңдік сол өзгерісті әлсірететін бағытқа қарай ығысады.

38-мысал. 2 л ыдыста 4,5 моль А газы мен 3 моль В газы араластырылды. А мен В газдары $A+B=2C$ теңдеуі бойынша әрекеттескен. 2 с кейін реакциялық жүйеде 1 моль С газы түзілді. Реакцияның орташа жылдамдығын анықтаңыз. А мен В газының әрекеттеспеген мөлшерін есептеңіз.

Берілгені:

$$\Delta n(C) = 1 \text{ моль};$$

$$n_1(A) = 4,5 \text{ моль};$$

$$n_1(B) = 3 \text{ моль}.$$

Табу керек:

$$g - ? n_2(A) - ? n_2(B) - ?$$

Шешуі:

1) Реакция теңдеуі бойынша

$$\Delta n(A) = -\frac{1}{2} \Delta n(C) = -\frac{1}{2} \cdot 1 \text{ моль} = 0,5 \text{ моль};$$

Δn – реакция барысында өзгерген зат мөлшері.

”–“ белгісі реакция нәтижесінде А затының жұмсалудың көрсетеді.

$$2) \Delta n(B) = -\frac{1}{2} \Delta n(C) = -\frac{1}{2} \cdot 1 \text{ моль} = 0,5 \text{ моль}.$$

3) Енді А затының қалған қалған мөлшерін есептейміз.

$$n_2(A) = n_1(A) + \Delta n(A) = (4,5 - 0,5) \text{ моль} = 4 \text{ моль}.$$

4) Қоспада қалған затының мөлшері

$$n_2(B) = n_1(B) + \Delta n(B) = (3 - 0,5) \text{ моль} = 2,5 \text{ моль}.$$

Сонда реакцияның жылдамдығы мынаған тең болады:

$$5) g = -\frac{\Delta n}{V \Delta \tau} = -\frac{0,5 \text{ моль}}{2 \text{ л} \cdot 2 \text{ с}} = 0,125 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}.$$

Жауабы: $g = 0,125 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{с}}$, $n_2(A) = 4,0 \text{ моль}$, $n_2(B) = 2,5 \text{ моль}$.

39-мысал. Реакция 50°C температурада 2 мин 15 с жүрді. Егер реакция жылдамдығының температуралық коэффициенті 3-ке тең болса, бұл реакция 70°C температурада қанша уақыттан соң аяқталады?

Берілгені:

$$t_1 = 50^\circ\text{C};$$

$$t_2 = 70^\circ\text{C};$$

$$\Delta\tau_1 = 2 \text{ мин} \cdot 15 \text{ с} = 135 \text{ с};$$

$$\gamma = 3.$$

Табу керек:

$$\Delta\tau_2 - ?$$

Шешуі:

$$1) \frac{gt_2}{gt_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 3^{\frac{70 - 50}{10}} = 9;$$

$$2) gt_1 = -\frac{\Delta C}{\Delta\tau_1}, gt_2 = -\frac{\Delta C}{\Delta\tau_2};$$

2 температурада да ΔC бірдей, олай болса

$$\frac{\Delta\tau_1}{\Delta\tau_2} = \frac{gt_2}{gt_1}, \frac{\Delta\tau_1}{\Delta\tau_2} = 9.$$

3) Енді, 70°C температурадағы уақытты есептейміз

$$\Delta\tau_2 = \frac{\Delta\tau_1}{9} = \frac{135 \text{ с}}{9} = 15 \text{ с}.$$

40-мысал. $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ реакциясындағы йод пен сутек мөлшерін 2 есе арттырғанда реакция жылдамдығы қанша есе өседі?

Берілгені:

$$n_2(\text{H}_2) = 2n_1(\text{H}_2);$$

$$n_2(\text{I}_2) = 2n_1(\text{I}_2);$$

$V = \text{const.}$

Табу керек:

$$\frac{g_2}{g_1} - ?$$

Шешуі:

$$g_1 = \Re \cdot C_1(H_2) \cdot C_1(I_2) = \Re \frac{n_1(H_2)}{V} \cdot \frac{n_1(I_2)}{V};$$

$$g_2 = \Re \cdot C_2(H_2) C_2(I_2) = \Re \frac{2n_1(H_2)}{V} \cdot \frac{2n_1(I_2)}{V} = 4\Re \frac{n_1(H_2)}{V} \cdot \frac{n_1(I_2)}{V};$$

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{4\Re \frac{n_1(H_2)}{V} \cdot \frac{n_1(I_2)}{V}}{\Re \frac{n_1(H_2)}{V} \cdot \frac{n_1(I_2)}{V}} = 4.$$

Жауабы: Реакция жылдамдығы 4 есеге өседі.

41-мысал. $2SO_2(z) + O_2(z) = 2SO_3(c)$ реакцияда химиялық тепе-теңдік орнады. Қысымды арттырсақ, SO_2 концентрациясын төмендетсек, тепе-теңдік қалай әсер өзгереді?

Шешуі: Тура реакция барысында газ тәрізді заттардың мөлшері азаяды (2 моль SO_2 газы мен 1 моль O_2 газынан SO_3 түзіледі). Ле-Шателье принципі бойынша қысымды арттырсақ, тепе-теңдік аз көлемдегі зат түзілу жағына, яғни оңға қарай ығысады, концентрациясын азайтсақ, тепе-теңдік сол зат түзілу жағына ығысады.

42-мысал. $A + B \rightarrow 2C$ ($\Delta H < 0$) жүйесінде тепе-теңдік орнаған. Температураны төмендету мен катализатор тепе-теңдікке қалай әсер етеді?

Шешуі: 1) $\Delta H < 0$ болғандықтан, тура реакция экзотермиялық реакция, ал кері реакция эндотермиялық.

1) Ле-Шателье принципі бойынша температураны төмендетсек, тепе-теңдік экзотермиялық реакция бағытына ығысады. Температураны төмендетсек тепе-теңдік С заты түзілу жағына ығысады.

2) Катализатор тек реакция жылдамдығын арттыруға көмектеседі, тепе-теңдіктің ығысуына әсер етпейді.

Есептер

1. 0 °C температурадағы реакция жылдамдығы 1 моль/л·с. Осы реакцияның 30 °C температурадағы жылдамдығын есептеңіз. Реакция жылдамдығының температуралық коэффициенті 3-ке тең.

2. Реакция жылдамдығы 27 есе өсу үшін температураны қанша градусқа көтеру қажет? Реакцияның температуралық коэффициенті 3-ке тең.

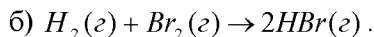
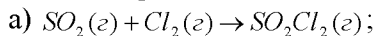
3. 20 °C температурада реакция екі минутта жүреді. 0 °C температурада бұл реакция қанша уақытта жүреді? Реакция жылдамдығының температуралық коэффициенті 2-ге тең.

4. 30 °C температурада реакция 25 минутта, 50 °C температурада 4 минутта өтеді. Реакция жылдамдығының температуралық коэффициентін есептеңіз.

5. $H_2(z) + I_2(z) = 2HI(z)$ реакциясының жылдамдығын 3 есе арттыру үшін сутектің концентрациясын қанша есе өсіру керек?

6. $H_2(z) + I_2(z) = 2HI(z)$ жүйесіндегі әрекеттесетін заттың біреуінің концентрациясы 1,5 есе азайған. Осы кезде реакция жылдамдығы қанша есеге азаяды?

7. Қысымды арттыру төмендегі жүйелердің тепе-теңдік күйіне қалай әсер етеді?



8. $CaCO_3(\kappa) \rightarrow CaO(\kappa) + CO_2(z)$ $\Delta H = 178 \text{ кДж}$ реакциясында тепе-теңдікті кальций карбонатының ыдырауы жағына ығыстыру үшін температура мен қысымды қалай өзгерту қажет?

9. $2SO_2(г) + O_2 \rightarrow 2SO_3(г), \Delta H = -284,2 \text{ кДж}$ жүйесі үшін температураны төмендету, қысымды азайту және катализатор қолдану тепе-теңдікке қалай әсер етеді?

10. а) $A + B = C, \Delta H = 110 \text{ кДж}$;

б) $D + E = 2F, \Delta H = -45 \text{ кДж}$

тепе-теңдіктерде температураны төмендету оған қалай әсер етеді?

11. а) $H_2(г) + I_2(г) = 2HI(г)$;

б) $4HCl(г) + O_2 = 2Cl_2(г) + 2H_2O(г)$;

в) $Fe(к) + H_2O(г) = FeO(к) + H_2(г)$

тепе-теңдіктерде қысымды арттыру жүйенің күйіне қалай әсер етеді?

12. $H_2(г) + Br_2(г) \rightarrow 2HBr(г) \Delta H = -68,2 \text{ кДж}$ реакциясында тепе-теңдікті бромсутек түзілу жағына ығыстыру үшін қандай параметрлерді өзгерту қажет?

13. $A(г) + B(г) = C(г); \Delta H = -205 \text{ кДж}$

а) қысымды арттыру;

б) температураны төмендету;

в) катализатор қолдану;

г) В затының концентрациясын арттыру тепе-теңдікке қалай әсер етеді?

14. $A + B \rightarrow C + D$ қайтымды реакциясының теңдеуі. Барлық заттар 1 мольден араластырылған. Тепе-теңдік орнағаннан кейін қоспада 1,5 моль С заты түзілгендігі анықталған. Тепе-теңдік константасын анықтаңыз.

15. $2CO_2 + O_2 \rightarrow 2CO$ жүйесінде тепе-теңдік орнаған. CO -1 моль, CO_2 -3 моль, O_2 - 2моль. CO_2 мен оттегінің бастапқы мөлшерін есептеңіз.

16. $2NO_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2NO(г)$. Химиялық тепе-теңдікке қысымды арттыру қалай әсер етеді?

17. $CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2 + Q$ осы химиялық тепе-теңдікке қысымды арттыру мен температураны төмендету қалай әсер етеді?

18. $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$ реакциясында тепе-теңдік орнаған. Егер C_2H_4 концентрациясын 2 есе арттырса, температураны $30^\circ C$ температураға көбейтсе, химиялық реакция жылдамдығы қанша есеге артады? Реакция жылдамдығының температуралық коэффициенті 3-ке тең.

19. $4HCl(\tilde{a}) + O_2(\tilde{a}) \rightarrow 2Cl_2(\tilde{a}) + 2H_2O(\tilde{a}) \quad \Delta H = -116,4 \text{ кДж}$ осы тепе-теңдікке

- а) қысымды арттыру;
- б) температураны көтеру;
- в) катализатор қолдану қалай әсер етеді?

20. Төмендегі реакциялардағы тепе-теңдік күйлерге қысымды төмендету қалай әсер етеді?

- а) $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$;
- б) $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$;
- в) $3Fe_2O_3(к) + CO(г) \rightarrow 2Fe_3O_4(к) + CO_2(г)$.

21. Температураны төмендету келесі жүйелерге қалай әсер етеді?

- а) $A + B = 2C, \quad \Delta H = 50 \text{ кДж}$;
- б) $2D + E = 2F, \quad \Delta H = -80 \text{ кДж}$.

22. $2SO_2(\tilde{a}) + O_2 \rightarrow 2SO_3(г), \Delta H = -284,2 \text{ кДж}$. Тепе-теңдікті SO_3 (VI) түзілу жағына қарай ығыстыру үшін қандай параметрлерді өзгерту қажет?

23. $Fe_2O_3(к) + 3H_2(г) \rightarrow 2Fe(к) + 3H_2O(г)$. Тепе-теңдікті солға ығыстыру үшін қандай параметрлерді өзгерту қажет?

24. $0^\circ C$ температурадағы реакция жылдамдығы 1 моль/л·с. Осы реакцияның $30^\circ C$ температурадағы жылдамдығын есептеңіз. Реакция жылдамдығының температуралық коэффициенті 3-ке тең.

25. Реакция жылдамдығы 27 есе өсу үшін температураны қанша градусқа көтеру керек, егер реакцияның температуралық коэффициенті 3-ке тең болса?

7. ЕРІТІНДІЛЕР

7.1. Электродиттік диссоциация

Ерітінді деп екі немесе одан да көп компоненттерден тұратын гомогенді жүйелерді айтады.

Ерітінді концентрациясы деп еріген заттың белгілі бір еріткіш көлеміндегі немесе массасындағы мөлшерін айтады.

Концентрацияны нақты түрде бірнеше әдіспен анықтайды: массалық үлес, мольдік үлес, мольдік концентрация, нормальдық концентрация, титр және молярлық концентрация.

Еріген заттың массалық үлесі дегеніміз еріген зат массасының ерітінді массасына қатынасы:

$$W = m_1/m_2;$$

мұндағы W – еріген заттың массалық үлесі; $m_{\text{е.з}}$ – еріген зат массасы; $m_{\text{е}}$ – ерітіндінің жалпы массасы.

Мольдік үлес – еріген зат мөлшерінің моль санының ерітіндідегі заттардың жалпы мөлшеріне қатынасына тең.

$$X_i = n_i / \sum n_i;$$

мұндағы X_i – i компонентінің мольдік үлесі; n_i – еріген заттың моль саны, $\sum n_i$ – жалпы моль саны.

Молярлік концентрация дегеніміз 1 л ерітіндідегі еріген заттың мөлшері:

$$c = \nu/V.$$

Молярлық концентрация дегеніміз 1 кг еріткіштегі еріген заттың мөлшері:

$$B = \nu/m.$$

Эквиваленттік концентрация дегеніміз 1 л ерітіндідегі еріген заттың эквиваленттік зат мөлшері:

$$C_N = V_3/V;$$

мұндағы V_3 – эквиваленттік зат мөлшері

Титр – еріген зат массасының ерітінді көлеміне қатынасына тең.

$$T = m/V; C_H = 1000 \cdot T/M_3.$$

43-мысал. 30 %-дық күкірт қышқылының мольдік концентрациясын есептеңіз ($\rho = 1,22$ г/мл).

Шешуі:

$$m = V \cdot \rho = 1000 \text{ мл} \cdot 1,22 \text{ г/мл} = 1220 \text{ г};$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) =$$

$$= m(\text{ер.}) \cdot W(\text{H}_2\text{SO}_4) / M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) =$$

$$= 1220 \text{ г.} \cdot 0,3 / 98 \text{ г/моль} = 3,73 \text{ моль};$$

$$C_M(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) / V = 3,73 \text{ моль/л} / 1 \text{ л} = 3,73 \text{ моль/л}.$$

44-мысал. 20 г мыс (II) сульфатының пентагидраты 100 мл суда ерітілген. Алынған ерітіндідегі тұздың массалық үлесін есептеңіз.

Шешуі:

$$m = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 100 + 20 = 120 \text{ г};$$

$$n = (\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) / M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 20 \text{ г} / 250 \text{ г/моль} = 0,08 \text{ моль}.$$

Сусыз тұз массасы:

$$m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,08 \text{ моль} \cdot 160 \text{ г/моль} = 12,8 \text{ г};$$

$$W(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) / m = 12,8 \text{ г} / 120 \text{ г} = 0,107 \text{ г} = 10,7 \text{ \%}.$$

45-мысал. 30 %-дық күкірт қышқылының ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясын есептеңіз ($\rho = 1,22$ г/мл).

Шешуі:

$$m = \rho \cdot V = 1,22 \text{ г/моль} \cdot 1000 \text{ мл} = 1220 \text{ г};$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot W(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1220 \text{ г} \cdot 0,3 \text{ г} = 366 \text{ г};$$

$$M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = f_{\text{э}} \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,5 \cdot 98 \text{ г/моль} = 49 \text{ г/моль} \cdot \text{э} \cdot \text{кв};$$

$$n_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / M_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 366 \text{ г} / 49 \text{ г/моль} \cdot \text{э} \cdot \text{кв} =$$

$$= 7,47 \text{ моль} \cdot \text{э} \cdot \text{кв};$$

$$C_{\text{Н}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_{\text{э}}(\text{H}_2\text{SO}_4) / V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 7,47 \text{ моль} \cdot \text{э} \cdot \text{кв/л} / 1 \text{ л} =$$

$$= 7,47 \text{ моль} \cdot \text{э} \cdot \text{кв/л}.$$

46-мысал. 12 %-дық тұз қышқылы ерітіндісінің титрін есептеңіз ($\rho = 1,06$ г/мл).

Шешуі:

$$m = \rho \cdot V = 1,06 \cdot 1000 = 1060 \text{ г}.$$

$$1 \text{ л ерітіндіде} - 2 \text{ моль } \text{H}_2\text{SO}_4;$$

$$196 : 2 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 196 \text{ г};$$

$$1060 \text{ г} - 196 \text{ г} = 864 \text{ г}.$$

2 моль H_2SO_4 – 864 г еріткіш;

X моль – 1000 г ;

$$X = 2,315 \text{ моль}.$$

Жауабы: 1 кг еріткіште 2,315 моль қышқыл бар.

Есептер

1. Ерітінді концентрациясын белгілеудің кең таралған түрлеріне сипаттама беріңіз.

2. Концентрацияның өлшем бірліктері қандай болады? Мысалдар келтіріңіз.

3. Ерітінділердегі еріген заттың массалық үлесі немесе пайыздық концентрациясы нені білдіреді? Мысал келтіріңіз. Осындай ерітіндіні қалай дайындау керек?

4. Көлемі – 2,0 л, ал ондағы еріген заттың массалық үлесі 10 % ($\rho=1,10 \text{ г/мл}$) болатын ерітіндіні дайындау үшін, сол заттың массалық үлестері 20 % ($\rho=1,2 \text{ г/мл}$) және 5 % ($\rho=1,05 \text{ г/мл}$) ерітінділерінің әрқайсысының қанша көлемнен алып араластыру қажет?

5. Массалық үлесі 8 % ($\rho=1,065 \text{ г/см}^3$) КОН ерітіндісінің молярлық концентрациясын анықтаңыз.

6. Массалық үлесі 10 % темір (II) сульфаты ерітіндісінің ($\rho=1,05 \text{ г/мл}$) қандай көлемінде 27,8 г кристаллогидратты ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) еріткенде, темір сульфатының массалық үлесі 15 % ерітіндісі түзіледі?

7. 500 см^3 0,5 н ерітінді дайындау үшін, 2 н ерітіндіден қанша көлем алу қажет?

8. 15°C температурада алынған концентрлі аммиак ерітіндісіндегі NH_3 -тің молярлық концентрациясы 18-ге тең.

Тура осындай 1 л ерітінді дайындау үшін, қ.ж. өлшенген NH_3 -тің қандай көлемі жұмсалады?

9. 5 л суда 460 г глицерин ($\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$) ерітілген. Осы ерітіндінің молярлығы қаншаға тең болады?

10. а) 0,1 н күкірт қышқылындағы; б) 0,1 М тұз қышқылындағы; еріген заттың титрін анықтаңыз.

11. Массалық үлесі 18 % сулы ерітіндідегі глюкозаның ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) құрамындағы компоненттердің мольдік үлесін анықтаңыз.

12. Тығыздығы 1,22 массалық үлесі 36 %-дық HNO_3 ерітіндісі үшін еріген заттың мольдік үлесі, титрі, молярлығы, эквивалентті және молярлық концентрациясын есептеңіз.

13. Реакция нәтижесінде тек қана калий дигидрофосфаты түзілуі үшін 24,5 г ортофосфор қышқылы мен калий гидроксидінің қандай массасы әрекеттесуі қажет?

14. 50 мл күкірт қышқылы ерітіндісін бейтараптау үшін, концентрациясы 0,4 н, 25 мл сілті ерітіндісі жұмсалған. Күкірт қышқылы ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясын анықтаңыз.

15. Титрі 0,012-ге тең, 20 мл сілті ерітіндісін бейтараптауға, молярлық концентрациясы 0,25 н 24 мл қышқыл жұмсалған. Сілтінің эквиваленттік массасын анықтаңыз. Бұл қандай сілті?

16. 24,3 г магниймен әрекеттесу үшін 15 %-дық күкірт қышқылының ($\rho = 1,10$) қандай көлемі қажет?

17. Көлемі 28 л (қ.ж.) этилен газын жакқанда түзілген көмірқышқыл газын кальций карбонатының судағы жүзінді ерітіндісі арқылы өткізген. Сол кезде жүзінді күйінде жүрген кальций карбонатының массасы қалай өзгереді?

18. Құрамында 4,0 г натрий сілтісі бар ерітіндіге 3,92 г ортофосфор қышқылын қосқанда түзілетін заттардың массаларын анықтаңдар.

19. Массалық үлесі 11,6 %, тығыздығы 11,6-ға тең күкірт қышқылы ерітіндісінің эквиваленттік концентрациясын есептеңіз.

20. 89,0 мл су мен натрий металының қандай массасы әрекеттескенде натрий гидроксидінің массалық үлесі 20 % болады?

21. 0,1 н HCl ерітіндісінің 1 л дайындау үшін су мен массалық үлесі 20 %-дық HCl ($\rho=1,10$ г/мл) ерітіндісінен қандай көлем алу керектігін есептеңіз.

22. Массасы 200 г, массалық үлесі 6,0 % натрий гидроксиді ерітіндісі арқылы 6,72 л (қ.ж.) көмірқышқыл газын өткізгенде қандай тұз түзілетінін және оның массасын анықтаңыздар.

23. Реакция нәтижесінде калий дигидрофосфаты түзілуі үшін құрамында 12,25 г ортофосфор қышқылы бар ерітіндіге калий гидрофосфатының қандай массасын қосу керек?

24. а) 6 М HCl ($\rho=1,1$ г/мл); б) 10 н H_2SO_4 ($\rho=1,289$ г/мл) ерітінділеріндегі еріген заттың массалық үлесін есептеңіз.

25. Массалық үлесі – 5%, көлемі 500 мл ($\rho=1,04$ г/мл) барий хлориді ерітіндісіне көлемі 44,5 мл ($\rho=1,24$ г/мл), массалық үлесі 25 % калий карбонаты ерітіндісін қосқан. Түскен тұнбаның және ерітіндіде қалған заттардың массаларын табыңыз.

7.2. Сутектік көрсеткіш. Буферлі ерітінділер

47-мысал. Сутегі ионының ерітіндідегі концентрациясы $4 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³ тең. Ерітіндінің рН-ін анықтаңыз.

Шешуі: $pH = -\lg[H^+]$;

$$pH = -\lg(4 \cdot 10^{-3}) = \lg 4 - \lg 10^{-3} = 3 - \lg 4 = 3 - 0,6 = 2,40.$$

48-мысал. Ерітіндідегі сутек ионының концентрациясын анықтаңыз, мұндағы $pH = 4,60$ тең.

Шешуі: Есептің шартына сәйкес $-\lg[H^+] = 4,60$. Бұдан:

$$\lg[H^+] = -4,60 = 5,40$$

Осыдан логарифмдер кестесі бойынша: $[H^+] = 2,5 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³ табамыз.

49-мысал. рН 10,80-ге тең болатын ерітіндідегі су тотығы гидроксид ионының концентрациясы нешеге тең?

Шешуі: $pH + pOH = 14$;

$$pOH = 14 - pH = 14 - 10,80 = 3,20.$$

Осыдан: $-lg[OH^-] = 3,20$ және $lg[OH^-] = -3,20 = -4,80$.

Логарифмнің осы мәніне сәйкес $6,31 \cdot 10^{-4}$ мәні сәйкес келеді. Сондықтан: $[OH^-] = 6,31 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³.

50-мысал. 1дм³ ерітіндіде массасы 0,1г натрий гидроксиді бар. Сілтінің диссоциациясы толық жүреді деп есептейміз. Ерітіндінің сутектік көрсеткішін анықтаңыз.

Шешуі: 1 дм³ ерітіндідегі NaOH мөлшері.

$$0,1/40 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/дм}^3.$$

Сондықтан, толық диссоциация жүруін ескере отырып:

$$[OH^-] = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/дм}^3;$$

$$pOH = -lg(2,5 \cdot 10^{-3}) = 3 - lg 2,5 = 3 - 0,4 = 2,6.$$

Өйткені, $pH + pOH = 14$ болса, онда $pH = 14 - 2,6 = 11,4$.

51-мысал. Диссоциация деңгейі 4,2 %-ға тең, концентрациясы 0,01 моль/дм³ сірке қышқылы ерітіндісінің сутектік көрсеткішін есептеп шығарыңыз.

Шешуі: Әлсіз электролиттер үшін:

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot c_k}. \quad (7.2.1)$$

$$[H^+] = \alpha \cdot c = 0,042 \cdot 0,01 = 4,2 \cdot 10^{-4};$$

$$pH = -lg(4,2 \cdot 10^{-4}) = 4 - lg 4,2 = 4 - 0,6 = 3,4.$$

52-мысал. Бірінші саты бойынша H₂S диссоциация константасы $6 \cdot 10^{-8}$ тең болғандағы, диссоциация деңгейі (%) және 0,1М H₂S ерітіндісінің бірінші сатысы бойынша диссоциация $[H^+]$ деңгейін анықтаңыз.

Шешуі: 1) $H_2S = H^+ + HS^-$, 2) $HS^- = H^+ + S^{2-}$,

$$\alpha = \sqrt{K/c}, \quad (7.2.2)$$

$$\alpha = \sqrt{K/c} = \sqrt{6 \cdot 10^{-8}/0,1} = \sqrt{60 \cdot 10^{-8}} = 7,8 \cdot 10^{-4} \text{ немесе } 7,8 \cdot 10^{-2} \text{ \%}.$$

$$[H^+] = \sqrt{K_c}, \quad (7.2.3)$$

$$[H^+] = \sqrt{1,4 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1} = 7,8 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3.$$

53-мысал. 0,05 М КОН ерітіндісінің рН анықтаңыз.

Шешуі : $[OH^-] = c(KOH) = 0,05 \text{ моль/дм}^3$;

$$pOH = -\lg [OH^-] = -\lg(5 \cdot 10^{-2}) = 2 - \lg 5 = 1,3;$$

$$pOH + pH = 14; \quad pH = 14 - pOH = 14 - 1,3 = 12,7.$$

54-мысал. $[H^+]$ ионының концентрациясын және 0,05М пропион қышқылы C_2H_5COOH ерітіндісінің рН анықтаңыз ($K_d(C_2H_5COOH) = 1,4 \cdot 10^{-5}$).

Шешуі: (C_2H_5COOH) – әлсіз қышқыл. $[H^+]$ – әлсіз қышқыл үшін (7.2.3) формуласы арқылы табады, сонда

$$[H^+] = \sqrt{1,4 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5} = 2,6 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3,$$

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg(2,6 \cdot 10^{-5}) = 5 - \lg 2,6 = 2,58.$$

55-мысал. 80 см³ 0,1н CH_3COOH ерітіндісіне 20 см³ 0,2 н CH_3COONa ерітіндісін қосты. Алынған ерітіндінің рН есептеңіз ($K_d(CH_3COOH) = 1,78 \cdot 10^{-5}$).

Шешуі: Бастапқы ерітінділерді құйғаннан кейін алынған ерітіндінің көлемі мынаған

$$V = 80 + 20 = 100 \text{ см}^3 \text{ тең,}$$

$$C_K = n(CH_3COOH) V(CH_3COOH) / V_{ерітінді} = 0,1 \cdot 80 / 100 = 0,08 \text{ моль/дм}^3,$$

$$c_c = n(CH_3COONa) V(CH_3COONa) / V_{ерітінді} = 0,2 \cdot 20 / 100 = 0,04 \text{ моль/дм}^3.$$

Әлсіз қышқыл мен осы қышқылдың тұзымен түзілген буферлі ерітіндіні $[H^+]$, мына формуламен табады:

$$[H^+] = K_c c_K / c_c, \quad (7.2.4)$$

$$[H^+] = 1,78 \cdot 10^{-5} \cdot 0,08 / 0,04 = 3,56 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3,$$

$$pH = -\lg [H^+]; \quad pH = -\lg(3,56 \cdot 10^{-5}) = 5 - \lg 3,56 = 4,45.$$

56-мысал. Формиатты буферлі ерітіндінің рН=2,75. Осы ерітіндідегі құмырсқа қышқылы мен натрий формиаты концентрациясының қатынасын есептеп шығарыңыз ($K_d(HCOOH) = 1,77 \cdot 10^{-4}$).

$$\text{Шешуі: } pH = 2,75; \quad [H^+] = 10^{-2,75} = 10^{-3} \cdot 10^{0,25} = 1,77 \cdot 10^{-3} \text{ моль/дм}^3.$$

(7.4) формуласынан $c_{\text{к}}/c_{\text{с}}=[\text{H}^+]/K_{\text{к}}=1,77 \cdot 10^{-3}/1,77 \cdot 10^{-4}=10:1$.

Есептер

1. Сутектік көрсеткіші 11-ге тең, 10 дм^3 ерітіндіде қанша грамм калий гидроксиді бар?

2. Бірінші ерітіндінің сутектік көрсеткіші 2-ге тең, ал екінші ерітіндінің сутектік көрсеткіші 6-ға тең. 1 дм^3 -те қай ерітіндінің сутек ионының концентрациясы көп және неше есе?

3. Реакцияның ортасын көрсетіңіз және ерітіндідегі $[\text{H}^+]$ және $[\text{OH}^-]$ иондарының концентрациясын табыңыз. Егер pH мынаған тең болса:

а) 1,6; б) 10,5.

4. Ерітіндінің pH мәнін есептеңіз, егер $[\text{H}^+]$ - иондарының концентрациясы мынаған (моль/ дм^3) тең болса:

а) $2,0 \cdot 10^{-7}$; б) $8,1 \cdot 10^{-3}$; в) $2,7 \cdot 10^{-10}$.

5. Ерітіндінің pH мәнін есептеңіз, егер $[\text{OH}^-]$ - иондарының концентрациясы мынаған (моль/ дм^3) тең болса:

а) $4,6 \cdot 10^{-4}$; б) $8,1 \cdot 10^{-6}$; в) $9,3 \cdot 10^{-9}$.

6. Ерітіндідегі (HAn) бір негізді қышқылдың молярлық концентрациясын табыңыз, егер:

а) $\text{pH}=4$; $\alpha=0,01$ б) $\text{pH}=3$; $\alpha=1\%$; в) $\text{pH}=6$; $\alpha=0,001$.

7. $0,01 \text{ н}$ сірке қышқылы ерітіндісінің, қышқылдың диссоциация дәрежесі 0,042-ге тең болғандағы pH мәнін есептеңіз.

8. Төмендегі әлсіз электролит ерітінділеріндегі pH мәнін анықтаңыз:

а) $0,02 \text{ М NH}_4\text{OH}$; б) $0,1 \text{ М HCN}$;
в) $0,05 \text{ Н HCOOH}$; г) $0,01 \text{ М CH}_3\text{COOH}$.

9. $\text{pH}=5,2$ тең болса, сірке қышқылының молярлық концентрациясы неге тең?

10. Егер $\alpha=6\%$, $K_{\text{НСООН}}=1,86 \cdot 10^{-4}$, құмырсқа қышқылы (НСООН) ерітіндісінің молярлық концентрациясын анықтаңыз.

11. 0,1 М CH_3COOH ерітіндісінің диссоциация дәрежесі (%) және $[\text{H}^+]$ сірке қышқылының диссоциация константасы $1,8 \cdot 10^{-5}$ мәніне тең болғанда деп есептеңіз.

12. 0,01 М және 0,05 н H_2SO_4 ерітіндісінің, $[\text{H}^+]$ және рН мәнін есептеңіз.

13. Қышқылдың массалық үлесі 0,5% ($\rho=1,00\text{г/см}^3$), H_2SO_4 ерітіндісінің $[\text{H}^+]$ және рН мәнін есептеңіз.

14. Егер 2 дм³ ерітіндісінде 1,12 г КОН болғанда, калий гидроксидінің рН мәнін есептеңіз.

15. 0,5 М аммоний гидроксиді ерітіндісінің $[\text{H}^+]$ және рН мәнін есептеңіз ($K_{\text{д}}=(\text{NH}_4\text{OH})=1,76 \cdot 10^{-5}$).

16. 500 см³ 0,02М CH_3COOH және бірдей көлемде 0,2 М CH_3COOK араластыру кезінде алынған ерітіндінің рН мәнін есептеңіз.

17. Құрамында бірдей көлемде NH_4OH және NH_4Cl ерітінділері бар, массалық үлестері 5,0 % буферлі қоспаның рН мәнін есептеңіз.

18. рН=5 буферлі ерітінді алу үшін, натрий ацетаты мен сірке қышқылын қандай қатынаста араластыру керек?

19. Қай сулы ерітіндіде диссоциация дәрежесі ең үлкен:

а) 0,1 М CH_3COOH ; б) 0,1 М НСООН; в) 0,1 М НСН ?

20. а) ацетатты буферлі қоспаның;

б) аммиакты буферлі қоспаның;

рН мәнін анықтау үшін формуласын қорытып шығарыңыз.

21. рН=3 тең, НСООН ерітіндісінің молярлық концентрациясын анықтаңыз.

22. Төмендегі ерітінділердің рН шамасын анықтаңыз:

0,1 н күкіртсутек ($K_1 = 8.7 \cdot 10^{-8}$), 0,1 н бор қышқылы ($K_1 = 5.7 \cdot 10^{-7}$), 0,1н сутек пероксиді ($K_1 = 2 \cdot 10^{-12}$).

23. Көлемдері бірдей 0,04М HCl мен 0,03М NaOH әрекеттескенде алынған ерітіндінің pH-мәнін есептеңіз.

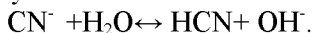
24. 0,001 М және 0,01 н HNO_3 ерітіндісінің, $[\text{H}^+]$ және pH мәнін есептеңіз.

25. Қышқылдың массалық үлесі 0,1% ($\rho = 1,00 \text{ г/см}^3$), HNO_3 ерітіндісінің $[\text{H}^+]$ және pH мәнін есептеңіз.

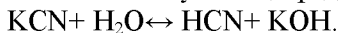
7.3. Тұздар гидролизі

57-мысал. Тұздар гидролизінің иондық-молекулалық және молекулалық теңдеуін құрастырыңыз: а) KCN, б) Na_2CO_3 , в) ZnSO_4 . Осы тұздар ерітінділері ортасының реакциясын анықтаңыз.

Шешуі: а) KCN калий цианді – әлсіз бірнегізді HCN қышқылының және KOH гидроксидінің тұзы. KCN молекуласы суда еріген кезде K^+ мен CN^- анионына толық диссоциацияланады. K^+ катионы OH^- су иондарын байланыстыра алмайды, өйткені KOH – күшті электролит. CN^- анионы HCN әлсіз электролитінің молекуласын түзе отырып, судың H^+ ионын байланыстырады. Тұз анион бойынша гидролизденеді. Гидролиздің ионды-молекулалық теңдеуі:



Немесе молекулалық күйде:

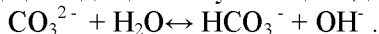


Гидролиз нәтижесінде ерітіндіде OH^- ионы көп мөлшерде пайда болады. Сондықтан KCN ерітіндісінің реакциясы сілтілік ортада жүреді ($\text{pH} > 7$).

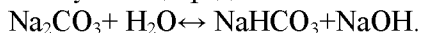
б) Na_2CO_3 натрий карбонаты – әлсіз көпнегізді қышқыл мен күшті гидроксидінің тұзы. Бұл жағдайда тұз аниондары CO_3^{2-} судағы сутек иондарын байланыстыра отырып, HCO_3^- қышқыл тұздың анионын түзеді, H_2CO_3 молекуласын емес, өйткені HCO_3^- ионы диссоциацияға ұшырауы қиын, H_2CO_3 молекуласына

қарағанда. Қалыпты жағдайда гидролиз бірінші саты бойынша жүреді. Тұз анион бойынша гидролизденеді.

Гидролиздің иондық-молекулалық теңдеуі:



Немесе молекулалық күйде:

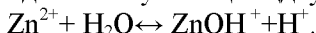


Ерітіндіде OH^- ионы көп мөлшерде пайда болады, сондықтан H_2CO_3 ерітіндісінің реакциясы сілтілік ортада жүреді ($\text{pH} > 7$).

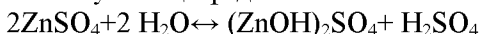
в) ZnSO_4 мырыш сульфаты - $\text{Zn}(\text{OH})_2$ әлсіз көп қышқылды гидроксид пен күшті қышқылдың H_2SO_4 тұзы. Бұл жағдайда Zn^+ катионы $\text{Zn}(\text{OH})^+$ негіз тұзы катионын түзе отырып, судың гидроксильді ионын байланыстырады.

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ молекулалары түзілмейді, өйткені ZnOH^+ ионы $\text{Zn}(\text{OH})_2$ молекуласына қарағанда неғұлым қиынырақ диссоциацияланады. Гидролиз қалыпты жағдайда бірінші саты бойынша жүреді.

Гидролиздің иондық-молекулалық теңдеуі:

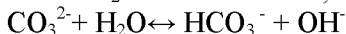


Немесе молекулалық күйде:



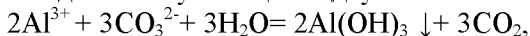
58-мысал. $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ және K_2CO_3 ерітінділерін араластырғанда қандай өнімдер түзіледі? Иондық-молекулалық және молекулалық теңдеуін құрыңыз.

Шешуі: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ тұзы – катион бойынша гидролизденеді, ал – анион бойынша: $\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{AlOH}^{2+} + \text{H}^+$,

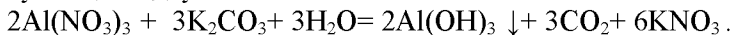


Егер осы тұздар ерітінділері бір ыдыста болса H^+ және OH^- иондары H_2O әлсіз электролит молекуласын түзетін болғандықтан, олардың әрқайсысында гидролиз өзара күшейе түседі. Сол кезде гидролиздік тепе-теңдік оң жаққа ығысады да, алынған тұздардың гидролизі $\text{Al}(\text{OH})_3$ және CO_2 (H_2CO_3) түзе отырып, соңына дейін жүреді.

Ионды-молекулалық теңдеуі:

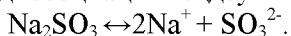


молекулалық теңдеуі:



59-мысал. Na_2SO_3 тұзының гидролиз реакциясының теңдеуін жазыңыз. Ерітіндіге осы тұздарды а) NaOH , б) HCl , в) K_2CO_3 , г) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ қосқанда тепе- теңдіктің қай жаққа ығысуын анықтаңыз.

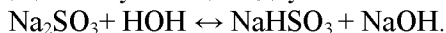
Шешуі: Na_2SO_3 диссоциация теңдеуін құрамыз



SO_3^{2-} ионы әлсіз қышқылдың қышқыл қалдығы болады, сондықтан, гидролиздің иондық теңдеуі мынадай:



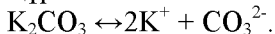
Гидролиздің молекулалық теңдеуі:



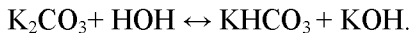
а) Натрий сульфитін гидролиздеу нәтижесінде сілтілік орта түзіледі, Ле-Шателье принципіне сәйкес, NaOH қосқанда тепе- теңдік бастапқы заттардың түзілу жағына қарай ығысады.

б) Қышқылды қосқанда H^+ және OH^- иондары су түзеді, сондықтан, OH^- ионының концентрациясы төмендейді, тепе- теңдік заттардың түзілу жағына қарай ығысады.

в) K_2CO_3 тұзын қосқанда тепе-теңдіктің қай жаққа ығысуын анықтау үшін, қышқылдық ортада осы тұздың гидролиздеу теңдеуін құрамыз.

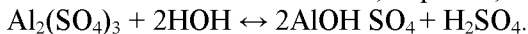


CO_3^{2-} ионы әлсіз қышқылдың қышқыл қалдығы болады, сондықтан, гидролиз процесін мына түрде жазамыз.

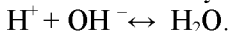


K_2CO_3 гидролиздеу процесі нәтижесінде, Na_2SO_3 гидролизіндей, OH^- ионы бос күйінде қалыптасады, Ле-Шателье принципіне сәйкес, Na_2SO_3 ерітіндісіне K_2CO_3 қосқанда тепе- теңдік бастапқы заттардың түзілу бағытына әкеледі.

г) Аллюминий сульфатын қосқанда системаның тепе-теңдігінің ығысу бағытын анықтау үшін $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ гидролиз теңдеуін құрамыз.



$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ гидролиздеу нәтижесінде сутектің бос иондары түзіледі, ол OH^- гидроксил ионымен су түзеді.



Жүйеде OH^- құрамы азаяды, сондықтан, Ле-Шателье принципіне сәйкес, тепе-теңдік заттардың түзілу бағытына қарай ығысады.

Есептер

1. Тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз:

а) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ және Na_2SO_3 ; б) FeCl_3 , Na_2CO_3 және KCl ;

в) AlCl_3 , K_2CO_3 және NaNO_3 ; г) K_2S , ZnSO_4 және NaCl .

Ерітіндіде осы тұздардың рН шамасы қандай (7-ден үлкен немесе кіші)?

2. Ерітінділерді араластыру кезіндегі қосарланған гидролиздің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз.

а) Na_2S және AlCl_3 ;

б) K_2SO_3 және $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

3. Бірдей жағдайда осы екі тұздың қайсысы жоғары гидролиз дәрежесіне ұшырайды:

а) K_2CO_3 және K_2S ;

б) FeCl_3 және FeCl_2 .

Неге? Тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз.

4. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ерітіндісіне келесі заттарды қосыңыз:

а) H_2SO_4 ;

б) Na_2CO_3 .

Қай жағдайда $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ гидролизі көбейеді? Неге? Сәйкес тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз.

5. ZnCl_2 ерітіндісіне келесі заттарды қосыңыз:

а) HCl ; б) KOH ; в) K_2CO_3 .

Қай жағдайда ZnCl_2 гидролизі көбейеді? Неге? Сәйкес тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз.

6. FeCl_3 ерітіндісіне келесі заттарды қосыңыз:

а) HCl ; б) NaOH ; в) Na_2CO_3 .

Қай жағдайда FeCl_3 гидролизі көбейеді? Неге? Сәйкес тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз.

7. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ерітіндісіне келесі заттарды қосыңыз:

а) HNO_3 ; б) Na_2SO_3 ; в) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

Қай жағдайда $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ гидролизі көбейеді? Неге? Сәйкес тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз.

8. Қай қатарда тұздар ерітіндісінің қышқылдығы артады?

1) KCl , Na_2CO_3 ; 2) CaCl_2 , FeCl_3 .

9. Қай қатарда тұздар ерітіндісінің сілтілігі артады?

1) K_3PO_4 , KCl ; 2) $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

10. Төмендегі тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз:

K_2CO_3 , NaAlO_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Cr_2S_3 .

11. Төмендегі тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз: NH_4CN , K_3PO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Fe_2S_3 .

12. Төмендегі тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз. NH_4NO_3 , Na_2S , FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$.

13. Бірдей жағдайда осы екі тұздың қайсысы жоғары гидролиз дәрежесіне ұшырайды:

а) KCN және CH_3COOK ; б) K_2PO_3 және K_2BO_3 .

Неге? Тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз (3-кесте).

3-кесте

Кейбір қышқылдар мен гидроксидтердің диссоциация константасы (Кд)

Қосылыс	Диссоциация дәрежесі	Кд	Қосылыс	Диссоциация дәрежесі	Кд
H_2CO_3	I II	$4,30 \cdot 10^{-7}$ $4,70 \cdot 10^{-11}$	H_2S	I II	$8,00 \cdot 10^{-8}$ $2,00 \cdot 10^{-15}$
$Fe(OH)_3$	I II III	$6,30 \cdot 10^{-3}$ $1,82 \cdot 10^{-11}$ $1,36 \cdot 10^{-12}$	$Fe(OH)_2$	II	$5,50 \cdot 10^{-8}$
H_3BO_3	I	$6,00 \cdot 10^{-10}$	H_3PO_4	I II III	$7,60 \cdot 10^{-3}$ $5,90 \cdot 10^{-8}$ $3,50 \cdot 10^{-13}$
$Mg(OH)_2$	II	$2,50 \cdot 10^{-3}$	$Zn(OH)_2$	II	$4,90 \cdot 10^{-7}$
HCN	I	$7,00 \cdot 10^{-10}$	CH_3COOH	I	$1,80 \cdot 10^{-5}$
$HCOOH$	I	$1,80 \cdot 10^{-4}$	H_2SO_3	I II	$1,70 \cdot 10^{-2}$ $6,20 \cdot 10^{-8}$
HNO_2	I	$5,10 \cdot 10^{-4}$	NH_4OH	I	$1,80 \cdot 10^{-5}$

14. Тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз:

а) $NaClO$, $ZnCl_2$ және K_2SO_4 ; б) $Pb(NO_3)_2$, KCN және $NaNO_3$.

15. Тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз:

а) Na_3PO_4 , $CuSO_4$ және CH_3COOK ; б) BaS , $FeSO_4$ және $NaCN$;
в) K_2SO_3 , NH_4NO_3 және KCl .

16. Бірдей жағдайда осы екі тұздың қайсысы жоғары гидролиз дәрежесіне ұшырайды:

а) Na_3BO_3 және Na_3PO_4 ; б) $MgCl_2$ және $ZnCl_2$.

Неге? Тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-

молекулалық теңдеуін құрыңыз (3-кесте).

17. Төмендегі тұздар гидролизінің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз: CH_3COOK , $\text{Ba}(\text{CN})_2$, ZnSO_4 , $\text{Al}(\text{NO}_2)_3$.

18. Қай қатарда тұздар ерітіндісінің қышқылдығы артады?

- 1) CuSO_4 , Na_2SO_4 ; 2) NaCl , KBr .

19. Қай қатарда тұздар ерітіндісінің сілтілігі артады?

- 1) RbCl , CuCl_2 2) K_2HPO_4 , K_3PO_4

20. Ерітінділерді араластыру кезіндегі қосарланған гидролиздің молекулалық және ионды-молекулалық теңдеуін құрыңыз.

- 1) $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ және K_2CO_3 ; 2) FeCl_3 және Na_2S .

21. Тұз гидролизінің жүру жағдайларына мысалдар келтіріңіз.

22. Гидролиз дәрежесі дегеніміз не? Гидролиз дәрежесі қандай факторларға байланысты?

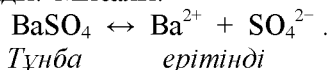
23. «Тұздар гидролизіне» түсініктеме беріңіз. Қандай тұздар құрамы бойынша гидролизге ұшырайтындарға жатады?

24. NaNO_3 , BaCl_2 тұздары гидролизінің молекулалық және иондық теңдеулерін жазып, олардың не себепті гидролизденбейтінін түсіндіріңіз.

25. CH_3COONa , Na_3PO_4 , NaCl тұздары гидролизінің молекулалық, иондық қысқаша иондық теңдеулерін жазып, олардың қандай дәрежеде гидролизденетінін және ерітінділерінің орталарын түсіндіріңіз.

7.4. Ерігіштік көбейтінді. Тұнбаның түзілу шарттары

Аз еритін электролиттер аса қаныққан ерітіндісінде электролит тұнбасымен (қатты фаза) және электролит иондарының арасындағы тепе-теңдікті орнатады. Мысалы:



Егер электролиттер ерітіндісінің иондар жағдайын активтілікпен анықтайтын болса, онда соңғы процесс тепе-теңдік константасы келесі теңдеу арқылы өрнектеледі:

$$K = a(\text{Ba}^{2+}) a(\text{SO}_4^{2-}) / a(\text{BaSO}_4).$$

Осы бөлшектің алымы, қатты барий сульфатының активтілігі, тұрақты өлшемі бар, онда көбейтіндісі $Ka(\text{BaSO}_4)$, онда белгілі температурада константа бола алады. Осыдан Ba^{2+} және SO_4^{2-} иондары активтілік көбейтіндісі де тұрақты өлшем бола алады, *ерігіштік көбейтіндісі* деп аталады және ЕК белгілейді.

$$a(\text{Ba}^{2+}) a(\text{SO}_4^{2-}) = EK(\text{BaSO}_4).$$

Ерігіштік көбейтіндісі – аса қаныққан ерітіндідегі аз еритін электролит иондарының активті көбейтіндісі. Белгілі температурада өлшем тұрақты. Егер электролит өте аз еритін болса, онда оның иондық күштері аса қаныққан ерітіндіде 0-ге жақын, ал иондардың активтілік коэффициенті 1-ден айырмашылығы аз. Осындай жағдайда иондардың активтілік көбейтіндісін ЕК концентрациялық көбейтіндісімен ауыстыруға болады. BaSO_4 аса қаныққан ерітіндісінің иондық күші 10^{-5} -ке тең және BaSO_4 ерігіштік көбейтіндісі келесі формада жазуға болады.

$$EK(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}].$$

Жалпы түрде электролиттер үшін: $A_m B_n$:

$$EK = [A^{n+}]^m [B^{m-}]^n. \quad (7.4.1)$$

Кейбір заттардың ерігіштік көбейтіндісінің мәні 3-кестеде берілген.

60-мысал. Магний гидроксидінің $(\text{Mg}(\text{OH})_2)$ ерігіштігі 18°C температурада $1,7 \cdot 10^{-4} \text{ м/дм}^3$ тең. Осы температурада $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -тың ерігіштік көбейтіндісін табыңыз.

Шешуі:

$\text{Mg}(\text{OH})_2$ әрбір молі ерігенде ерітіндіде Mg^{2+} ионы 1мольге айналады және OH^- иондары 2 есе көп болады. Сондықтан, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ аса қаныққан ерітіндіде:

$$[\text{Mg}^{2+}] = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3; \quad [\text{OH}^-] = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3;$$

осыдан:

$$EK (Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}] [OH^-] = 1,7 \cdot 10^{-4} (3,4 \cdot 10^{-4})^2 = 1,96 \cdot 10^{-11}.$$

4-кесте

25 °C аз еритін заттардың ерігіштік көбейтіндісі

Қосылыс	EK
Ag ₂ CO ₃	6,2·10 ⁻¹²
Ag ₂ CrO ₄	1,1·10 ⁻¹²
AgCl	1,8·10 ⁻¹⁰
BaCO ₃	4,9·10 ⁻⁹
BaSO ₄	1,8·10 ⁻¹⁰
BaCrO ₄	2,0·10 ⁻¹⁰
CaCO ₃	4,8·10 ⁻⁹
CaCrO ₄	7,0·10 ⁻⁹
CaC ₂ O ₄	2,6·10 ⁻⁹
CaSO ₄	9,1·10 ⁻⁶
Ca ₃ (PO ₄) ₂	2,0·10 ⁻²⁹
Mg(OH) ₂	5,0·10 ⁻¹²
PbI ₂	1,1·10 ⁻⁹
PbCl ₂	1,7·10 ⁻⁵
PbCrO ₄	1,8·10 ⁻¹⁴
PbSO ₄	2,2·10 ⁻⁸
Pb ₃ (PO ₄) ₂	7,9·10 ⁻⁴³
SrSO ₄	3,2·10 ⁻⁷

61- мысал. Қорғасын иодидінің ерігіштік көбейтіндісі 20° C температурада $8 \cdot 10^{-9}$ тең. Берілген температурада тұздардың ерігіштігін (моль/дм³ және г/дм³) анықтаңыз.

Шешуі: Ерігіштіктің ізделіп отырған шамасын x деп белгілейміз (моль/дм³). PbI₂ аса қаныққан ерітіндісінде x Pb²⁺ ионы деп белгілеп, моль/дм³ және $2x$ моль/дм³ I⁻ ионы, осыдан:

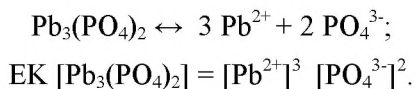
$$EK (PbI_2) = [Pb^{2+}] [I^-] = x(2x)^2 = 4x^3,$$

$$x = \sqrt[3]{EK (PbI_2) / 4} = \sqrt[3]{8 \cdot 10^{-9} / 4} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ моль/дм}^3.$$

Егер PbI₂ мольдік массасы 461 г/моль тең болса, онда PbI₂ ерігіштігі г/дм³ беріледі. $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 461 = 0,6$ г/дм³ құрайды.

62- мысал. $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ ерігіштігін анықтап, оның моль/дм³ және г/дм³ табу керек, егер де $\text{ЕК} (\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2) = 1,50 \cdot 10^{-32}$ болса:

Шешуі:



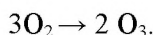
Аз еритін заттардың құрамының ерігіштігі Аа Вв тең:

$$\sqrt[a+b]{\text{ЕК} (A_a B_b) / a^a b^b}. \quad (7.42)$$

Сонда $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ ерігіштігі құрайды:

63-мысал. Көлемі 1,0 дм³ ауадан толық озонға айналуы нәтижесінде газ қоспасының қысымын анықтаңыз.

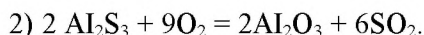
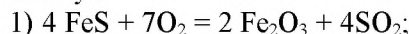
Шешуі:



Көлемі 1 дм³ ауада 0,21 дм³ оттегінің көлемі болады. Реакция теңдеуінде $2 \cdot 0,21 = 0,42$ дм³ озон көлемі түзіледі. Ауа көлемі $0,21 + 0,42 = 0,63$ дм³ азаяды және $1 - 0,63 = 0,37$ дм³ тең болады. Қоспаның соңғы қысымы мынаған тең: $0,93 \cdot 1/1 = 0,93$ атм.

64-мысал. Массасы 4,00 г алюминий сульфиді мен темірдің (II) қоспасын сыққанда күкірт диоксидінің 3,65 г массасы түзіледі. Бастапқы қоспаның құрамын анықтаңыз (ω , %).

Шешуі:



$M(\text{FeS}) = 88$ г/моль; $M(\text{Al}_2\text{S}_3) = 150$ г/моль; $M(\text{SO}_2) = 64$ г/моль.

Қоспада FeS массасы – x болсын, онда $m(\text{Al}_2\text{S}_3) = (4-x)$ болады. 1 реакция бойынша SO_2 массасы $a = 64x / 88$ г болса, ал 2 реакция бойынша SO_2 массасы $b = 3 \cdot 64 \cdot (4-x) / 150$ г болады.

Сондықтан,

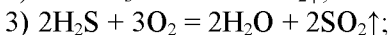
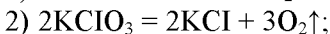
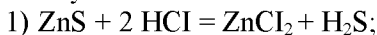
$$a + b = 64x / 88 + (4-x) 3 \cdot 64 / 150 = 3,65; \quad x = 2,66 \text{ г FeS}$$

$$\omega(\text{FeS}) = 2,66 \cdot 100 / 4 = 66,5\%; \quad \omega(\text{Al}_2\text{S}_3) = 33,5\%.$$

65-мысал. Мырыш сульфидін тұз қышқылымен өңдеу нәтижесінде бөлініп шыққан газды, бертолли тұздарының

термиялық айыру кезінде шыққан газдың артық мөлшерімен араластырады. Сығу нәтижесінде пайда болған қоспаның көлемі 13,44 дм³-ге төмендейді. Мырыш сульфидінің ұстап қалған массасын есептеңіз.

Шешуі:

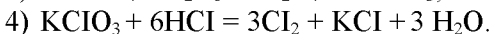
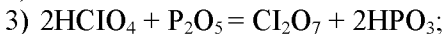
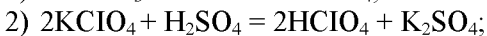


$$M(\text{ZnS}) = 97 \text{ г/моль.}$$

Есептің жағдайы мен 3 реакция теңдеуі бойынша, 13,44 – бұл оттегі көлемі, $13,44/22,4=0,6$ моль 3 реакция құрамына кіреді. 1–3 реакция теңдеулері бойынша $\text{ZnS} \quad 2 \text{ моль} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
 $2 \text{ моль} \rightarrow \text{O}_2 \quad 3 \text{ моль}$ және $\text{ZnS} \quad 2 \text{ моль} \rightarrow \text{O}_2 \quad 2 \text{ моль}$, т.б. құрайды, мырыш сульфидінің мөлшері $2 \cdot 0,6/3=0,4$ моль-ге тең және $0,4 \cdot 97=38,8$ г.

66-мысал. Бертолет тұздары катализатордың қатысынсыз қыздырғанда калий хлориді және X тұзы түзіледі – А күшті тұз қышқылының құрамындағы хлор жоғары деңгейлі тотықтырғышты көрсетеді. X тұзына концентрленген күкірт қышқылы әсер еткенде жеке А қышқылы түзілуі мүмкін. Жеке А қышқылын P_2O_5 -пен қыздырған кезде А қышқылының ангидридi түзіледі. Массасы 12,25 г бертолет тұзы мен тұз қышқылының артық мөлшерінің ерітіндісімен әрекеттескендегі түзілген хлордың (қ.ж) көлемін анықтаңыз.

Шешуі:



$$M(\text{KClO}_3)=122,5 \text{ г/моль.}$$

4-ші реакция теңдеуінен 1 моль $\text{KClO}_3 \rightarrow 3$ моль Cl_2 болатынын білеміз, $12,25/122,5=0,1$ моль KClO_3 мөлшеріне тең. Демек, хлордың мөлшері 0,3 немесе $0,3 \cdot 22,4=6,72$ дм³ тең.

67-мысал. Массалық үлестері калий – 31,8% , оттегі – 39,2 %, қалғаны – оттегі түзетін элементтерден тұратын тұздың формуласын анықтаңыз.

Шешуі: Электронейтралдық теңдеуді жазыңыз.

$$(+1) \cdot 31,8/39 + (-2) \cdot 39,2/16 + n (100-31,8-39,2)/Ar = 0.$$

$$Ar=7, In$$

N	1	2	3	4	5
Ar	7,1	14,2	21,3	28,4	35,5

Демек, мынау $KClO_3$ тұзының формуласы.

Есептер

1. Келесі реакцияларды жүзеге асыру үшін теңдеу реакциясын жазыңыз. а) Алюминий – алюминий нитраты – натрий алюминаты – алюминий гидроксиді – алюминий оксиді – магний метаалюминаты;

б) Кальций силикаты – кремний (IV) оксиді – натрий силикаты – кремний–кремний тетрафториді;

в) Алюминий – алюминий оксиді – алюминий сульфаты – алюминий хлориді – алюминий гидроксиді – алюминий оксиді – натрий тетрагидроксоалюминаты;

г) Пирит– SO_2 – натрий гидросульфиті – SO_2 – күкірт – күкірт қышқылы – 1) сутек, 2) күкіртсутек, 3) SO_2 ;

д) калий хлораты – оттегі – озон – күміс оксиді – күміс–күміс нитраты– азот (IV) оксиді – азот қышқылы;

е) Натрий хлориді – хлор – калий хлораты–озон–күміс оксиді –күміс нитраты –азот (IV) оксиді – азот қышқылы – N_2O ;

ж) Кальций оксиді – кальций гидроксиді – кальций фосфаты – көміртек (II) оксиді – темір –азот – аммиак – мыс – азот (II) оксиді;

з) оттегі – озон – күміс оксиді – күміс нитраты – күміс– азот (IV) оксиді–азот қышқылы – аммоний нитраты;

и) Азот – аммиак – аммоний сульфаты – аммоний хлориді – аммиак – мыс – мыс (II) нитраты – мыс (II) оксиді – мыс (II) сульфаты;

к) кремний оксиді – кремний – натрий силикаты – кремний қышқылы – кремний оксиді – көміртек (IV) оксиді.

2. Келесі айналымдардың реакциясын келтіріңіздер: көміртек – азот (IV) оксиді – азот қышқылы – күкірт қышқылы – күкіртсутек. Күкіртсутек тотықтырғыш болып келетін теңдеуді жазыңыз.

3. Келесі айналымдардың реакциясын жазыңыз. $S^{-2} - S^0 - S^{+6} - S^0$.

Келтірілген мысалда күкірт ионы тотығу-тотықсыздану реакциясында қайсысы тотықтырғыш рөлін атқарады. Жауапты реакциямен дәлелдеңіз.

4. Мына қатардан қандай химиялық қосылыстарды алуға болады?

а) CN_4 , O_2 , $Ca(OH)_2$;

б) C_2H_2 , Cl_2 , H_2O ;

в) $NaOH$, HCl , SiO_2 , 1-бутен ;

г) C_2H_4 , H_2O , H_2SO_4 ;

д) Zn , P , O_2 ;

е) S , O_2 , H_2 , Na ?

Жүру жағдайындағы реакция теңдеуін жазып, атаңыз.

5. Егер мыс пен алюминийдің 1,0 г құймасын $NaOH$ ертіндісінің артық мөлшері өндегендегі құйманың құрамын анықтаңыз ($\omega, \%$). Қалған қалдықты жуып азот қышқылында ерітті. Ерітіндіні буландырды және күйдірді. Күйдіргеннен кейін қалдықтың массасы 0,4 г құрады.

6. Мыс (II) сульфаты ерітіндісіне темір пластинасын салғанда оның массасы 1,54 г өзгереді. Темір пластинасынан мысты бөліп алу үшін жұмсалған азот қышқылының көлемін анықтаңыз ($\omega=96\%$; $\rho=1,50\text{г/см}^3$).

7. Массалық үлесі 0,15 аммиак ерітіндісін алу үшін судың 700 см^3 көлемінде аммиактың қандай көлемін анықтаңыз.

8. Массасы 3,0 г алюминий және мыс қоспасына концентрленген азот қышқылының артық мөлшерін қосты. 24 % еріген заттың массалық үлесі бар натрий гидроксидінің 10,0 г массасы бөлініп шыққан газ толық жұтылу үшін қолданылады.

Бастапқы қоспадағы алюминий мен мыстың массасын анықтаңыз.

9. Алюминий, мыс және магнийден тұратын 11,5 г қоспаны HCl еріткенде 7 дм^3 газ бөлінді. ($T=273\text{K}$, $P=0,8 \cdot 10^5 \text{ Па}$). Ерімеген қалдықты концентрлі HNO_3 еріткенде қ.ж $4,48 \text{ дм}^3$ газ бөлінді. Қоспадағы әр металдың массасын анықтаңыз.

10. Көміртектің (IV) оксиді мен оттег қоспасының көлемі $11,2 \text{ дм}^3$ сутекпен салыстырмалы тығыздығы 16,5. Қоспа компонентінің көлемін анықтаңыз.

11. Алюминий мен Na_2CO_3 тұратын 35 г ұнтақ қоспасы оттег атмосферада ашық ыдыста балқытылған. Балқытқаннан кейін қоспаның массасы 37,9 г болды. Алынған қоспаның құрамын анықтаңыз.

12. Көлемі 100 дм^3 фосфор қышқылының ерітіндісінде ($\omega=10\%$ $\rho=10,5 \text{ г/см}^3$) 30 г фосфор (V) оксидін қосқан. Алынған ерітіндідегі фосфор қышқылының концентрациясын анықтаңыз.

13. Массасы 2,8510 г шойын бөлшектері өндеуден өткен соң, массасы 0,0824 г кремний (IV) оксиді алынады. Алынған шойынның құрамындағы кремнийдің массалық үлесін табыңыз ($\omega, \%$).

15. 1400 т шойынды домна пешінде балқытқан кезде кремний (IV) оксидінің қандай массасы тотықсыздандыруға жұмсалады?

16. Кальций карбонаты мен кремнийдің қоспасы берілген. Егер осы қоспаны натрий гидроксиді ерітіндісімен өндегенде $22,4 \text{ дм}^3$ көлемде газ бөлініп шығады, ал дәл осы массада тұз қышқылымен өндегенде 0,1 моль газ бөлінеді. Қоспаның құрамын анықтаңыз.

17. HClO_3 ерітіндісінің массасы 6 г тұз қышқылының артық мөлшерімен араласқанда, нәтижесінде $4,48 \text{ дм}^3$ көлемде хлор түзіледі. Ерітіндіде HClO_3 массалық үлесін табыңыз ($\omega, \%$).

18. Массасы 1 кг, құрамында Na_2O_3 – 13,0 %, CaO – 11,7 %, SiO_2 – 75,3 % массалық үлестері бар. Шыны алу үшін қанша мөлшерде сода, кремнезем, әктас алу керек?

19. Ыдыс-аяқ жасауға арналған белгілі шыны сортында құрамында массалық үлестері бар Na_2O_3 – 16,0 %, CaO – 9 %, SiO_2 – 75, %, 1 моль CaO үшін осы шыны сортының құрамында қанша натрий оксиді және кремний диоксиді бар?

20. 2,5 г мыс ерітіндісі еріп кету үшін, HNO_3 ерітіндісінің ($\omega=10\%$; $\rho=1,055 \text{ г/см}^3$) қандай көлемі қажет?

21. Көлемі 90,1 см^3 аммоний нитраты ерітіндісіне массасы 75 г KOH ерітіндісін қосамыз. Ерітіндіні буландырады, қалдықты күйдіреді. Күйдіргеннен кейін заттың қатты қалдығының массасын есептеңіз.

22. Белгісіз 13 г металды (II) сұйытылған HNO_3 өңдеді. Алынған ерітіндіде KOH ерітіндісінің артық мөлшерін қосқанда қ.ж 1,12 дм^3 газ бөлінді. HNO_3 ерітілген металды табыңыз.

23. 70 г масса сөндірілген әктас пен 50 г аммоний хлоридінің қоспасынан аммиактың қанша көлемі алынады?

24. Егер 40 % өндірістен жоғалтқандағы азот қышқылының 1 т массасын алу үшін аммиактың массасын есептеңіздер.

25. Техникалық мочевина тыңайтқыш ретінде $\text{CO}(\text{NH}_2)$ 85 % жуық үлесін қолданылады. Осы мочевинада азоттың қанша массалық үлесі қажет?

26. Төмендегі азот тыңайтқыштарында азоттың қанша массалық үлесі қажет?

а) Чили селитрасы;

б) аммиак селитрасы;

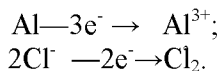
в) аммоний сульфаты;

г) кальций цианамиді.

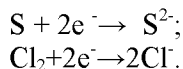
8. ТОТЫҒУ-ТОТЫҚСЫЗДАНУ РЕАКЦИЯЛАРЫ

Химиялық реакция кезінде әрекеттеуші заттар құрамындағы атомдар тотығу дәрежесін өзгерте жүретін реакциялар тотығу-тотықсыздану реакциялары деп аталады.

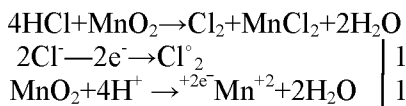
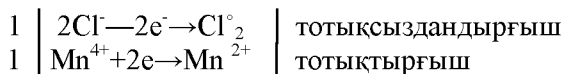
Әрекеттеуші заттардың атомы, молекуласы не ионы электрон беру процесін тотығу деп атайды. Тотығу кезінде тотығу дәрежесі артады.



Әрекеттеуші атомдар, молекулалар не иондар электрон қосып алу процесін тотықсыздану дейді. Тотықсыздану кезінде тотығу дәрежесі кемиді.

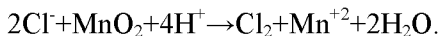


Тотығу тотықсыздану реакцияларының теңдеуін құру үшін электрондық баланс және жартылай реакция әдістері қолданылады.



Теңдеудің оң жағында оттегі жетіспегендіктен, су молекуласы арқылы толтырамыз. Сол жақта сутегі жоқ, оны толтыру үшін H^+ ионын қосамыз.

Екі жартылай теңдеуді коэффициенттерді ескеріп, бір біріне қосамыз.

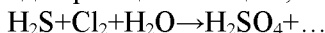


Осы теңдеудегі коэффициенттерді молекулалық теңдеуге қоямыз.

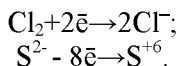
68-мысал. KClO_3 молекуласындағы хлордың тотығу дәрежесін табыңыз.

Шешуі. Молекулада калий атомының тотығу дәрежесі +1, ал оттегінің 3 атомының әрбіреуі +2; ортақ заряды -6. Молекуланың электронейтралдығы сақталу үшін хлор +5 тотығу дәрежесін көрсетуі қажет.

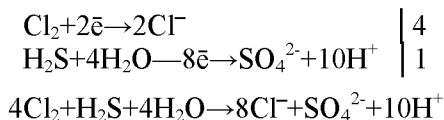
69-мысал. Төмендегі реакцияны аяқтап, теңдеуді теңестіріңіз:



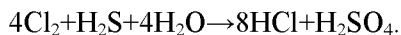
Шешуі: Реакция нәтижесінде хлор тотығу дәрежесін 0-ден -1-ге дейін төмендетеді (тотықсызданады), күкірт тотығу дәрежесін -2-ден +6-ға дейін жоғарылатады (тотығады).



Иондық-электрондық әдіспен теңестірсек



бұл теңдеудің молекулалық формасы төмендегідей:



70-мысал. H_2SO_4 қатысында көлемі 100 см^3 0,25 Н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ерітіндінің көмегімен қанша грамм FeSO_4 тотықтыруға болады?

Шешуі:



$$M_3(\text{FeSO}_4) = M_1(\text{FeSO}_4) / 1 = 152 / 1 = 152 \text{ г/моль}.$$

FeSO_4 ерітіндісінің көлемін 100 см^3 деп алайық, онда

$$\text{FeSO}_4 = 100 \cdot 0,25 / 100 = 0,25 \text{ моль/дм}^3.$$

$$\text{FeSO}_4 \text{ мөлшері } m = 0,25 \cdot 152 \cdot 100 / 1000 = 3,8 \text{ г}.$$

Есептер

1. Төмендегі заттардың қайсысы тек тотықтырғыш қайсысы тек тотықсыздырғыш қасиет көрсетеді:

- а) MnO_2 ; KMnO_4 ; P_2O_5 ; Na_2S ;
- б) K_2SO_3 ; HNO_3 ; H_2S ; NO_2 ;
- в) Cr ; Na_2CrO_4 ; KCrO_2 ; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;
- г) NH_3 ; KClO_2 ; N_2 ; KNO_3 ; K_2MnO_4 .

2. Электронды теңдеулерін құрастырып, қайсысы тотықтыру қайсысы тотықсыздандыру процесі екенін анықтаңыз:

- а) $\text{NH}_3 \rightarrow \text{N}^\circ$; $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NH}_3$; $\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^\circ$; $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}^\circ$;
- б) $\text{Mn}^{+2} \rightarrow \text{MnO}_4^{-2} \rightarrow \text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^\circ \rightarrow \text{MnO}_2$;
- в) $\text{CrO}_7^{-2} \rightarrow \text{Cr}^{+3} \rightarrow \text{Cr}^\circ$; $\text{ClO}_4^- \rightarrow \text{ClO}^- \rightarrow \text{Cl}^\circ_2$.

3. Төмендегі тотығу-тотықсыздану реакцияларын теңестіріп, тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты көрсетіңіз:

- а) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
- в) $\text{MnSO}_4 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{PbSO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$.

4. Төмендегі ауысулардың реакция теңдеулерін жазыңыз:

- а) көміртегі → кальций карбиді → кальций гидроксиді → әк → хлор → калий хлораты → оттегі;
- б) күкіртсутек → күкірт → күкірт диоксиді(IV) → күкіртті қышқыл → натрий сульфиті → натрий сульфаты.

5. Төмендегі жай заттарды қолданып, қандай күрделі заттар алуға болады? Алынған өнімдердің атын, атап реакция теңдеулерін жазыңыз:

- а) кремний, сутегі, оттегі, натрий;
- б) азот, оттегі, күміс, сутегі.

6. Төмендегі заттар арасындағы мүмкін болатын химиялық реакция теңдеулерін жазыңыздар: алюминий, күкірт диоксиді, калий дихроматы, сілті және күкірт қышқылы.

7. Төмендегі реакция теңдеулерін иондық-электрондық әдіспен теңестіріңіз:

- а) $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{KOH}$.

8. "Тотықтырғыш", "Тотықсыздандырғыш" ұғымдарына анықтама беріңіздер. Төмендегі теңдеулерді аяқтап, теңестіріп, тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты көрсетіңіз:

- а) $\text{KI} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \dots$;
- б) $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \dots$

9. Төмендегі реакция теңдеуін тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш алдындағы коэффициенттерді қойыңыз:

- а) $\text{FeSO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.

10. Төмендегі реакция теңдеулерін иондық-электрондық әдіспен теңестіріп, тотықтырғыш пен тотықсыздандырғышты көрсетіңіз.

- а) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{KOH} + \text{KClO} \rightarrow \text{H}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$.

11. Төмендегі реакциялардағы тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш алдындағы коэффициенттерді қойыңыз:

- а) $\text{HClO}_3 + \text{P} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$;
- б) $\text{N}_2\text{O} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.

12. Көрсетілген реакция теңдеулерін иондық-электрондық әдіспен теңестіріңіз:

- а) $\text{MnSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$;
- б) $\text{HNO}_3 + \text{HI} \rightarrow \text{NO}_2 + \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

13. Төмендегі ауысулардың реакция теңдеулерін жазыңыз:

- а) $\text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$;
- б) $\text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$.

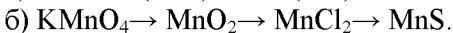
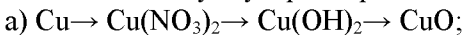
14. Төмендегі қосылыстардағы барлық элементтердің тотығу дәрежелерін табыңыз: H_2SO_4 ; HNO_3 ; Na_2SiO_3 ; K_2FeO_4 ; MnOHCl ; NH_4OH ; Mg_3N_2 ; KH_2PO_4 .

15. Иондық-электрондық әдіспен төмендегі теңдеулерді теңестіріңіз:

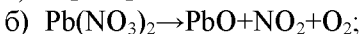
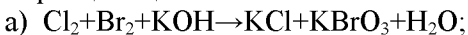
- а) $\text{KI} + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{NO} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{AgNO}_3 + \text{PH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HNO}_3$.

16. Төмендегі иондар құрамындағы элементтердің тотығу дәрежелерін табыңыз: ClO_4^- , MnO_4^- , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, NH_4^+ .

17. Төмендегі ауысулардың реакция теңдеулерін жазыңыз:

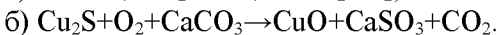


18. Төмендегі тотығу-тотықсыздану реакциясының коэффициенттерін қойыңыз:

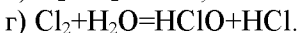
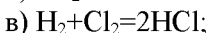
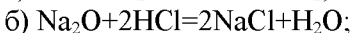
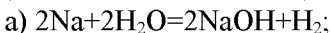


19. Бейтарап ерітіндідегі 8 г калий сульфитін тотықтыру үшін калий перманганатының қанша массасы жұмсалады?

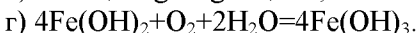
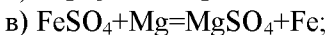
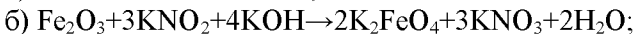
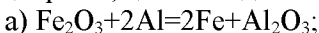
20. Төмендегі реакция теңдеулеріндегі тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш алдындағы коэффициенттерді қойыңыз:



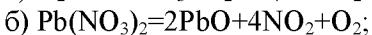
21. Төмендегі реакциялардың қайсысы тотығу-тотықсыздану реакциясына жататынын анықтаңыз:



22. Төмендегі реакциялардың қайсысында темір қосылысы тотықтырғыш, қайсысында тотықсыздандырғыш рөлін атқарады:



23. Төмендегі тотығу-тотықсыздану реакцияларының типтерін анықтаңыз:



24. Төмендегі қосылыстардың қайсысында хроммен тотықсыздандырғыш және тек тотықтырғыш қасиет көрсететінін анықтаңыз:

- а) $\text{Cr}(\text{SO}_4)_3$;
- б) CrO_3 ;
- в) K_2CrO_4 ;
- г) Cr ; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

25. Төмендегі қосылыстардың қайсысында күкірт тек тотықсыздандырғыш және тек тотықтырғыш қасиет көрсететінін анықтаңыз:

- S; H_2S ; H_2SO_3 ; SO_3 ; FeS ; SO_2 ; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

9. ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕР

9.1. Электродтық потенциал. Гальваникалық элемент

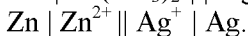
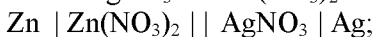
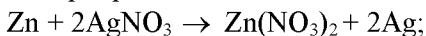
Химиялық процестер кезінде электр тогы түзілетін болса, ондай процестерді электрохимиялық процестер деп атайды. Электрохимиялық процестерге гальваникалық элементтер, электролиз, металдар каррозиясы кезінде жүретін тотығу-тотықсыздану реакциялары жатады.

Егер тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыш кеңістіктерін бөліп, электрондарды сеталл өткізгіш бойымен жүргізетін болса, онда гальваникалық элемент алынады.

Гальваникалық элемент тотығу-тотықсыздану кезінде түзілетін химиялық энергияны электр энергиясына айналдырады.

Кез келген гальваникалық элемент өз ерітіндісіне батырылған екі металдан тұрады. Тотығу процесі жүретін электрод – анод, тотықсыздану процесі жүретін электрод – катод деп аталады.

Гальваникалық элементтерді схема түрінде бейнелегенде металл мен ерітінді арасын бір тік сызықпен, электролит ерітінділері арасын екі тік сызықпен бейнелейді.

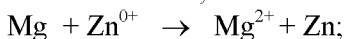
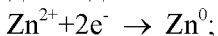


71-мысал. $[\text{Mg}^{2+}] = [\text{Zn}^{2+}] = 1$ моль/дм³ магний – цинк гальваникалық элементінің электрлік қозғаушы күшін және электродтық процестеріндегі теңдеулерін жазып, схемасын құрыңыз.

Шешуі: Осы гальваникалық элементтің схемасы.



Магнийдің потенциалы аз шама болғандықтан (-2,3713), тотығу процесі жүретін анод болады, $\text{Mg}^0 - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}^{2+}$. Цинк потенциалы -076В болғандықтан, тотықсыздану процесі жүретін катод болады.



$$\text{ЭҚК} = \varphi_{\text{Zn}^{2+} | \text{Zn}} - \varphi_{\text{Mg}^{2+} | \text{Mg}} = -0.76 - (-2.37) = 1.61 \text{ В.}$$

72- мысал. Гальваникалық элемент 0,1 М цинк нитратына батырылған цинк металынан және 0,02 М қорғасын нитратына батырылған қорғасын нитратынан тұрады. Гальваникалық элементтің схемасын сызып, электродтық процестер теңдеуін жазып, элементтің ЭҚК есептеңіз.

Шешуі: Элементтің ЭҚК есептеу үшін электродтық потенциалдарды анықтау қажет. Ол үшін Нернст теңдеуі қолданылады:

$$\varphi = \varphi^0 + (0,059 / n) \lg C.$$

Мұндағы φ^0 – стандартты электродтық потенциал; n – электрон саны; C – ерітіндідегі металдың гидратталған иондарының концентрациясы.

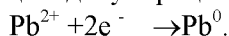
$$\varphi_{\text{Zn}^{2+} | \text{Zn}} = -0,76 + (0,059/2) \lg 0,1 = -0,76 + 0,03(-1) = -0,79 \text{ В;}$$

$$\varphi_{\text{Pb}^{2+} | \text{Pb}} = -0,13 + (0,059/2) \lg 0,02 = -0,13 + 0,03(-1,7) = -0,18 \text{ В.}$$

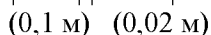
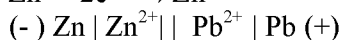
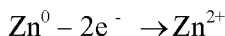
Элементтің ЭҚК есептейміз

$$E = \varphi_{\text{Pb}^{2+} | \text{Pb}} - \varphi_{\text{Zn}^{2+} | \text{Zn}} = -0,18 - (-0,79) = 0,61 \text{ В.}$$

$\varphi_{\text{Pb}^{2+} | \text{Pb}} > \varphi_{\text{Zn}^{2+} | \text{Zn}}$ болғандықтан, қорғасын электродында тотықсыздану процесі жүреді де, ол катод болады.

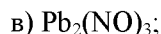


Цинк электродында тотығу процесі жүреді.



Есептер

1. Цинк пластинкасын төмендегі ерітінділерге салсақ, оның массасы қалай өзгереді? Өзгерсе неге? Реакция теңдеулерін жазыңыз.



2. Өз тұзының ерітіндісіндегі марганец электродының потенциалы – 1,23В. Mn^{+2} ионының концентрациясын (моль/дм³) есептеңіз.

3. Концентрациялық гальваникалық элемент деген не? 0,01 және 0,1 күміс нитратына батырылған күміс электр гальваникалық элементінің ЭҚК есептеңіздер және электродтық процестердің теңдеулерін жазып, схемасын сызыңыз.

4. Төмендегі жартылай элементтердің қайсысынан ЭҚК шамасы көп болатын гальваникалық элемент құруға болады?

а) $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ және $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$;

б) $\text{Cr}^{2+} / \text{Cr}$ және $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$;

в) $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$ және $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$.

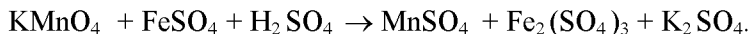
5. $[\text{Pb}^{2+}] = [\text{Mg}^{2+}] = 0,01$ моль/дм³ өз тұздарының ерітінділеріне батырылған қорғасын мен магний пластинкасынан тұратын гальваникалық элементтің ЭҚК есептеп, электродтық процестердегі электрондық теңдеулерді жазыңыз. Гальваникалық элементті схемамен көрсетіңіз.

6. Біреуінде никель катод, екіншісінде анод болатын екі гальваникалық элементтердегі электродтық процестердің электрондық теңдеулерін жазыңыз.

7. Химиялық энергияны электр энергияға айналдыратын заттарға мысал келтіріңіз. Себебін түсіндіріңіз.

8. Гальваникалық элементтің қандай бөлігі электрод деп аталады? Қандай электрод – оң, қандай электрод – теріс зарядталған? Электродтарда қандай процестер жүреді? Мысалдармен түсіндіріңіз.

9. Төмендегі реакция бойынша гальваникалық элементтің схемасын құрыңыз:



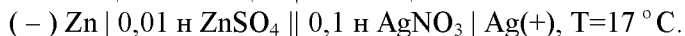
10. $\text{pH}=2$ және $\text{pH}=4$ қышқыл ерітінділеріне батырылған, екі сутектік электродтардан тұратын концентрациялық элементтің ЭҚК есептеңіз.

11. Аккумулятор деп қандай құрылғыны айтады? Автомобильдің қорғасын аккумуляторын зарядтағанда қандай реакциялар жүреді?

12. Төмендегі реакция бойынша жүретін гальваникалық элементтің схемасын құрыңыз:



13. Төмендегі гальваникалық элементте жүретін электродтық процестердің схемасын құрып, реакция теңдеулерін жазыңыз. Көрсетілген концентрация мен температураны пайдаланып, гальваникалық элементтің ЭҚК есептеңіз.



14. $(-) \text{Mg} \mid 0,2 \text{ н } \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \parallel 0,03 \text{ н } \text{SnSO}_4 \mid \text{Sn}(+), T = 17^\circ \text{C}$ осы гальваникалық элементте жүретін электродтық процестерді электрондық реакция теңдеулерін жазып, ЭҚК есептеңіз.

15. $(-) \text{Ni} \mid 0,04 \text{ н } \text{NiCl}_2 \parallel 0,08 \text{ н } \text{CuCl}_2 \mid \text{Cu}(+), T = 65^\circ \text{C}$ берілген гальваникалық элементтегі электродтық процестердегі теңдеулерді жазып, элементтің ЭҚК есептеңіз.

16. Күміс нитратының қаныққан ерітіндісіндегі күмістің электродтық потенциалы 0,5913. Күміс хроматаның ерігіштігін (моль/л) анықтаңыз.

17. Біреуінде мыс-катод, екіншісінде мыс анод болатын екі гальваникалық элементтің схемасын құрыңыз. Осы элементтердің стандартты жағдайдағы ЭҚК есептеңіз.

18. $(-) \text{Mn} \mid 0,01 \text{ н } \text{MnCl}_2 \parallel 0,5 \text{ н } \text{CoCl}_2 \mid \text{Co}(+), T = 25^\circ \text{C}$ осы гальваникалық элементтегі электродтардағы теңдеулерді жазыңыздар және гальваникалық элементтің ЭҚК есептеңіз.

19. Гальваникалық элемент жұмысының қандай жағдайлары стандартты деп аталады? Даниэль-Якоби элементі қалай жұмыс істейді? Даниэль-Якоби гальваникалық элементінің стандартты жағдайдағы электр қозғаушы күшін есептеңіз.

20. Қорғасын аккумуляторын разрядтағанда және зарядтағанда электродтарда қандай химиялық процестер жүреді?

21. Темір-никель аккумуляторын разрядтағанда және зарядтағанда электродтарда қандай химиялық реакциялар жүреді?

22. Электр қозғаушы күші максимал мәнге тең гальваникалық элементтің схемасын құрыңыз. Стандартты жағдайдағы электр қозғаушы күшін есептеңіз.

23. (–) Sn | 0,4 н Sn(NO₃)₂ || 0,08 н AgNO₃ | Ag (+), T=57 °C берілген гальваникалық элементтегі электродтық процестердегі теңдеулерді жазып, элементтердің электрлік қозғаушы күшін есептеңіз.

24. (–) Li | 0,1н LiNO₃ || 0.1 н AgNO₃ | Ag(+), T=0 °C осы гальваникалық элементтің берілген концентрация мен температурадағы ЭҚК есептеп, электродтардағы химиялық реакция теңдеулерін жазыңыз.

25. Төмендегі реакция бойынша жүретін гальваникалық элементтің схемасын құрыңыз:



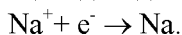
9.2. Электролиз

Электролит балқымасы немесе ерітіндісі арқылы электр тогы өткен кезде электродтарда жүретін тотығу-тотықсыздану процесін электролиз деп атайды.

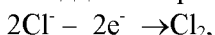
Электролиз кезінде тотықсыздану процесі жүретін электрод – катод, тотығу процесі жүретін электрод – анод деп аталады.

Егер электролиз жүретін жүйеде әртүрлі тотықтырғыштар болса, онда катодта неғұрлым активтісі тотықсызданады.

Натрий хлориді балқымасында натрий ионы Na⁺ катодта электрон қосып алып тотықсызданады:



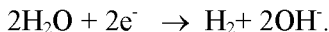
Ал хлорид ионы Cl⁻ анодқа электрон беріп тотығады:



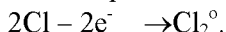
осының нәтижесінде катодта натрий, анодта хлор бөлінеді.

Электролит балқымалары мен ерітінділерінде электролиз процесі түрліше жүреді. Өйткені, электролит ерітіндісінде су молекулалары да электролизге ұшырайды. Натрий хлориді концентрлі ерітіндісінің көмір электродтар қатысуымен

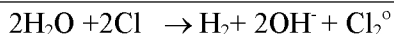
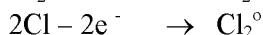
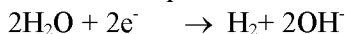
электролизінде натрий ионы катод, хлор ионы анодқа бағытталады. Дәл осы уақытта су да электролизге ұшырайды. Егер натрий ионы тотықсыздану үшін $-2,71413$ В потенциал қажет болса, су тотықсыздану үшін $-0,418$ В потенциал қажет екен. Сондықтан катодта су молекуласы бірінші тотықсызданады:



Дәл осы негізде анодта хлорид-ион тотығады:



Катод жақта гидроксид иондар OH^- , ал анод жақта натрий ионы Na^+ жиналады. Олар қосылып натрий гидроксидін түзеді:



молекулалық түрінде:

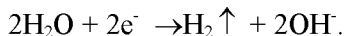


73-мысал. Натрий сульфатының судағы ерітіндісінің инертті анодтағы электролиз процесінің теңдеулерін жазыңыз.

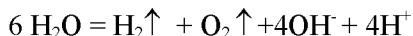
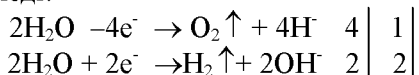
Шешуі: $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}^0$ ($-2,71\text{В}$).

Жүйенің стандартты электродтық потенциалы бейтарап сулы ортадағы сутек электродының потенциалынан әлдеқайда төмен ($-0,41\text{ В}$).

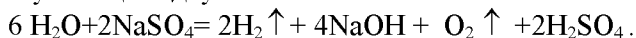
Сондықтан катодта сутегі молекуласын бөле су молекуласы тотықсызданады:



Ал натрий иондары катодта жиналады. Анодта су тотығып, оттегі бөлінеді:



Молекулалық теңдеуі:



Электролиз процесінің сапалық сипаттамасы Фарадей заңдарымен сипатталады. Фарадейдің бірінші заңы: электродта бөлінген заттың массасы электролит арқылы өткен ток мөлшеріне тура пропорционал.

$$m = EQ \text{ немесе } m = Eit;$$

мұндағы, m – электродта бөлінген зат массасы, г;

E – электрохимиялық эквивалент, ол электролит арқылы бір кулон ток өткенде түзілетін заттың массасы, г;

Q – ток күші мен уақыттың көбейтіндісіне тең мөлшері.

Фарадейдің екінші заңы: Электролиз кезінде токтың бірдей мөлшері электродтарда әртүрлі заттардың эквиваленттілік массасын бөліп шығарады.

$$m = \frac{A}{n \cdot F} \cdot I \cdot \tau ;$$

мұндағы, A – атомдық масса; n – «е» саны, яғни оның қосылыстардағы заряды;

F – Фарадей саны=96500 Кл.

74-мысал. $ZnSO_4$ сулы ерітіндісінің электролизі негізінде катодта 768 секундта 0,12 г цинк бөлінген. Шығымы 90 % болу үшін, электролиз негізінде қандай ток күшін ұстап тұру қажет?

Шешуі: ток бойынша шығым

$$T_{ш} = (m_{пр} / m_{теор}) \cdot 100 \%;$$

$$m_{теор} = (m_{пр} / T_{ш}) \cdot 100 \% = 0.12 / 0.9 = 0.13333 \text{ г};$$

$$I = m \cdot 96500 = 0.1333 \cdot 96500 = 0.523 \text{ А}.$$

Есептер

1. Электролиз процесіне анықтама беріңіздер. Электролиз кезіндегі катод және анодтағы процестерді сипаттаңыз. Электролизге мысалдар келтіріңіз.

2. Қандай электролиттердің электролизінде катодта тек металл, ал қандайда тек сутегі бөлінеді? Неліктен кейбір металл

тұздарының электролизінде катодта бір мезгілде металл да сутегі де бөлінеді? Мысалдармен түсіндіріңіз.

3. Электролиттердің сандық сипатын қандай формула бейнелейді?

4. Фарадей заңының физикалық мағынасы қандай?

5. 3 А ток күшімен 1 сағатта NaNO_3 ерітіндісі арқылы ток жүргенде түзілетін сутегі мен оттегінің массасын есептеңіз.

6. Сулы ерітіндінің электролизі арқылы графитті электродтарда жүретін катодтық және анодтық процестердің реакция теңдеулерін жазыңыз:

а) қорғасын (II) нитраты; ә) күкірт қышқылы

7. Қай жағдайда тұздардың сулы ерітіндідегі электролизі кезінде:

а) катодта сутегі бөлінеді;

ә) анодта оттегі бөлінеді;

б) электролиттің құрамы өзгермейді.

8. Қандай тұздардың сулы ерітіндіде электролизі катодта жүреді:

а) тек металл катиондарының тотықсыздануы;

ә) бір уақытта металл катиондарының және судың тотықсыздануы;

б) тек судың тотықсыздануы.

9. 1 сағат ішінде NaNO_3 ерітіндісі арқылы күші 3 А болатын ток өткенде пайда болатын сутегі мен оттегі массасын есептеңіз.

10.1 сағ ішінде темір (II) сульфаты және темір (III) ерітінділері арқылы күші 1,5 А болатын ток өткенде бөлініп шыққан темірдің массасын есептеңіз.

11. Электролит ерітіндісі арқылы күші 0,5А-ге тең (1 сағ ішінде) ток өткенде 0,55 г металл бөлініп шығады. Металдың эквивалентті массасын анықтаңыз.

12. Ерітінділердің электролизі арқылы электродта өтетін электрондық реакция теңдеулерін жазыңыз:

- а) мыстық анодпен CuSO_4 ;
- ә) никельдік анодпен NiSO_4 ;
- б) күмістік анодпен AgNO_3

13. 50 мин уақыт ішінде күміс нитраты сулы ерітіндісінің электролизі кезінде күші 3А ток арқылы катодта массасы 9,6 г күміс бөлініп шықты. Ток бойынша шығынды есептеңіз (η , %).

14. Натрий хлориді сулы ерітіндісінің электролизі нәтижесінде құрамында 20 г NaOH бар ерітінді алынды. Анодта бөлініп шыққан газ массасы 332г калий йодиді ерітіндісімен толығымен әрекеттесті. Ерітіндідегі калий йодидінің үлесін (ω , %) анықтаңыз.

15. Калий хлориді сулы ерітіндісінің электролизі нәтижесінде катодта көлемі $13,44 \text{ дм}^3$ (қ.ж.) сутегі бөлініп шықты. Анодта бөлініп шыққан газ массасы 38,4 г мыс сымын толығымен тотықтырды. Мыстың мольдік массасын есептеңіз.

16. Калий сульфаты сулы ерітіндісінің электролизін 3 сағ бойы күші 5А ток кезінде жүргізген. Электродта жүретін процестердің электрондық теңдеулерін құрастырыңыз. Судың қандай массасы ыдырады және катод пен анодта бөлінген (қ.ж.) газдардың көлемдері неге тең?

17. Қандай да бір металл сульфаты сулы ерітіндісінің электролизін 45 мин бойы күші 6А болатын ток арқылы өткізген. Нәтижесінде катодта массасы 5,49 г металл бөлініп шықты. Металлдың эквиваленттік массасын есептеңіз.

18. 15 мин уақыт ішінде мыс (II) сульфаты сулы ерітіндісінің электролизі кезінде күші $2,5\text{А}$ ток арқылы массасы 0,72 г мыс бөлініп шықты. Мыстық және көмірлік анодты электродтарындағы жүретін процестердің электрондық теңдеулерін құрастырыңыз. Ток бойынша шығынды (η , %) есептеңіз.

19. Массасы 8 г белгісіз зат балқымасының электролизі кезінде анодта көлемі $11,2 \text{ дм}^3$ (қ.ж.) сутегі бөлінді. Бұл қандай

зат? Бұл заттың сулы ерітіндісінің электролизін жүргізуге болады ма?

20. 32 мин 10 сек уақыт ішінде массалық үлесі 5 % ($P=1,05 \text{ г/см}^3$) 150 см^3 калий хлориді ерітіндісінің күші 5А ток кезінде инертті электродтармен электролизі кезінде анодта көлемі $1,12 \text{ дм}^3$ (қ.ж.) газ бөлінді. Түзілген ерітіндідегі сілтінің концентрациясын (ω , %) анықтаңыз.

21. 45 минут бойы мырыш (II) сульфаты ерітіндісі арқылы тұрақты ток өткізген. Егер бір электродтың массасы 1,1 г-ға көбейгені, катод пен анодта бірдей көлемде газ бөлінгені белгілі болса, ток үшін есептеңіз. Электродтар инертті.

22. Массалық үлесі 6 % ($P=1,02 \text{ г/см}^3$) көлемі 200 см^3 мыс (II) сульфаты ерітіндісінің электролизін ерітіндінің массасы 5 г-ға азайғанға дейін жүргізген. Электролизден кейін ерітіндіде мыс (II) сульфатының қанша массасы қалды?

23. Көлемі 200 см^3 КОН ерітіндісінің ($\omega=20 \%$, $P=1,22 \text{ г/см}^3$) инертті электродтармен электролизі нәтижесі анодта көлемі $11,2 \text{ дм}^3$ (қ.ж.) газ жиналды. Электролизден кейін қалған КОН ерітіндісінің массалық үлесін (ω , %) есептеңіз.

24. 0,5 кг металл күйіндегі натрий алу үшін ток күші 2300 А болғанда натрий гидроксидінің балқымасының электролизіне қанша уақыт кетеді? Ток бойынша шығымы 40 %. Осы жағдайда қанша көлем оттегі бөлінеді?

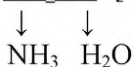
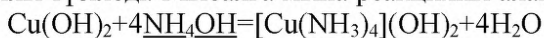
25. $\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$ реакциясы бойынша тепе-теңдік потенциалын есептеңіз. $E^0_{\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-} = +1,45\text{В}$, $[\text{ClO}_3^-] = [\text{Cl}^-] = 0,1 \text{ моль/л}$, $T=298\text{К}$, $\text{pH}=5$.

10. КОМПЛЕКСТІ ҚОСЫЛЫСТАР

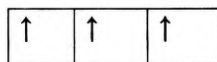
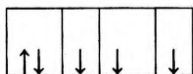
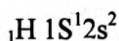
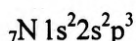
Комплексті қосылыстар – ерекше байланыс – донорлы-акцепторлы байланыс арқылы түзілген жоғары ретті қосылыстар.

Комплексті қосылыстарды адамдар ерте заманнан практика жүзінде қолданған. Комплексті қосылыстар – асыл тастар, минералды немесе органикалық бояулар, бұлар – ерте заманда папируста жазу үшін қолданылған және т.б. Бірақ комплексті қосылыстарды зерттеп және оның құрылысын түсіндіретін теорияны тек 1893 жылы Швейцария химигі А. Вернер ұсынған.

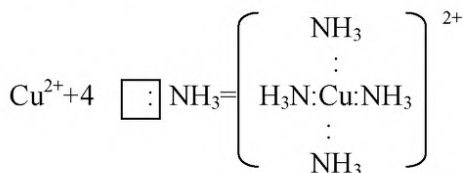
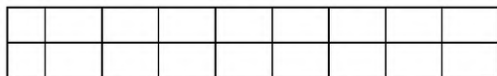
Донорлы-акцепторлы байланыс донордың дайын валенттік электрон жұбы және акцептордың бос кванттық ұяшығы арқылы түзіледі. Мысалға мына реакцияны алайық:



Аммиакта дайын валенттік электрондар жұбы бар: NH_3



Мыс катионының $\text{Cu}(\text{OH})_2$ гидроксиді құрамында бос кванттық ұяшықтары бар атом ${}_{29}\text{Cu } 1s^2 2s^2 p^6 3s^2 p^6 4s^1 3d^{10}$, яғни ион $\text{Cu}^{2+} \dots 4s^0 p^0 d^9 f^0$, бос ұяшықтар



Нейтралды мыс атомының электрондық формуласының аяғы $\dots 3d^{10}4s^14p^0$, ал Cu^{2+} ионы - $\dots 3d^94s^04p^0$, яғни 4-ші сыртқы энергетикалық деңгейі бос.

Мыс катионы өзінің айналасына аммиактың полярлы молекулаларын жинақтайды, ол үшін өзінің бос ұяшықтарына аммиактың дайын валенттік электрондар жұбын тартып алады. Түзілген байланыс донорлы-акцепторлы немесе координативті байланыс деп аталады.

Жоғары ретті комплекс қосылыстардың бірінші ретті қосылыстардан – NaCl , H_2O , т.б. айырмашылығы бар. Комплекс қосылыстардың ішкі және сыртқы сфералары бар. Ішкі сферасын тік жақшаның [] ішіне жазады және оның құрамына:

- 1) комплекс түзуші металл ионы;
- 2) лиганда;
- 3) n – координациялық саны жазылады.

Комплекс түзушілерге «d» және «f» элементтерге жататын ауыр металдар, сирек «р» элементтерінің металдары жатады. Сонымен қатар d-элементтердің нейтралды атомдары Mn , Cr , Fe , Co , Ni жатады.

Лигандаларға қышқыл қалдығы аниондары (ацидо-иондары): I^- , Ba^+ , Cl^- , F^- , CN^- , CNS^- , NO_2^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, OH^- ..., сонымен қатар полярлы нейтралды молекулалар NH_3 , H_2O , CO , NO ... жатады.

Комплекс түзушінің координациялық саны оның тотығу дәрежесінен екі есе көп болады, бірақ кейде одан аз болуы мүмкін.

Комплекс түзушілер	Координация-лық саны
Ag^+ , Cu^+ , Hg_2^{+2} , Au^{+1}	2
Cu^{+2} , Zn^{+2} , Hg^{+2} , Pt^{+2} , Sn^{+2} , Pb^{+2} , Pd^{+2} , Cd^{+2}	4
Cr^{+3} , $\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}^{+3}$, $\text{Ni}^{+2}/\text{Ni}^{+3}$, $\text{Co}^{+2}/\text{Co}^{+3}$, Al^{+3} , Au^{+3} , Nb^{+4} , Ta^{+4} , Zr^{+4} , Ge^{+4} , Ti^{+4}	6

10.1. Комплексі қосылыстардың ерітінділері

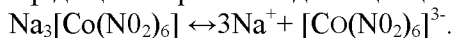
75-мысал. $3\text{NaNO}_2 \cdot \text{Co}(\text{NO}_2)_3$; $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $2\text{KNO}_2 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{Co}(\text{NO}_2)_3$ кобальттың (III) комплекстік қосылыстарының

координациялық формулаларын құрыңыз. Кобальттың (III) координациялық саны 6-ға тең. Осы қосылыстардың судағы ерітіндісінің диссоциация теңдеуін жазыңыз және комплекстік иондардың тұрақсыздық константаларын (K_T) анықтаңыз.

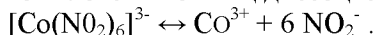
Шешуі: Co^{3+} (кобальт d-элемент) иондық-комплектүзуші болады. Лигандалар NO_2^- иондары болады, себебі Na^+ иондары лигандалар бола алмайды және комплекстік ионның ішкі сферасына кіреді.

Co^{3+} координациялық саны 6-ға тең болса, онда комплекстік ионның құрылысы $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$ болады. Комплекстік ионның заряды $(+3)+(-6)=-3$. Осыдан, комплекстік ионның заряды (-3) натрийдің үш ионының оң зарядымен комплекстік қосылыстың сыртқы сферасындағы сәйкес келуі керек. Олай болса, комплекстік қосылыстың формуласы $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ болады.

Тұздың электролиттік диссоциациясы:



Комплексті ионның диссоциациясы:

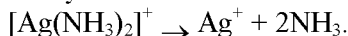


Тұрақсыздық константа өрнегі:

$$K_T = [\text{Co}^{3+}] [\text{NO}_2^-]^6 / [[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}].$$

76-мысал. Концентрациясы $0,1 \text{ моль/дм}^3$ $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ комплекстік тұзының ерітіндісінен күміс ионының концентрациясын және де $0,5 \text{ моль/дм}^3$ аммиакты анықтаңыз. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ионының тұрақсыздық константасы $5,9 \cdot 10^{-8}$ тең.

Шешуі: Комплекстік ионның диссоциациясы:



$$K_T([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+) = [\text{Ag}^+] [\text{NH}_3]^2 / [[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+] = 5,9 \cdot 10^{-5}.$$

Аммиактың артық мөлшері диссоциация теңдігін сол жаққа қатты ығыстырады, сондықтан аммиактың концентрациясы, комплекстік ионның диссоциация нәтижесінде алынған, есепке алмай және оны $[\text{NH}_3] = 0,5 \text{ моль/дм}^3$. Комплекстік ионның концентрациясы есеп шарты бойынша $1 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$. K_T мәнінен табамыз:

$$[\text{Ag}^+] = 5,9 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-2} / 0,5^2 = 5,9 \cdot 10^{-10} / 0,25 = 2,36 \cdot 10^{-9} \text{ моль/дм}^3.$$

77- мысал. $[\text{FeF}_6]^{4+}$ және $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ комплекстік иондарын валенттік байланыс әдісімен қарастырыңыз.

Шешуі: Екі жағдайда да комплекстүзуші Fe^{2+} ионы. Нейтралды темір атомының электрондық структурасы $4s^2 3d^6 4p^0 4d^0$; ал Fe^{2+} ионы келесі электрондық структураны иеленеді: $4s^0 3d^6 4p^0 4d^0$, немесе кванттық жәшікше ретінде:

3d					4s	4p			4d				
↓	↑	↑	↑	↑									

F^- лигандалары, комплекстік ионның құрамына кіретін, комплекстік түзуші электрондардың қайта реттеуін болдырмайды және олармен донорлы-акцепторлы байланыс түзеді, бос орбиталдарды пайдаланып:

3d					4s	4p			4d				
↑↓	↑	↑	↑	↑	X	X	X	X					

Бұл жердегі X-тар F^- лигандаларының электрондық жұптары, донор рөлінде.

Олай болса, валенттік байланыс әдісінің зерттеуімен $[\text{FeF}_6]^{4+}$ комплекстік ионы донорлы-акцепторлы байланыс түзілуінде лигандалармен келесі комплекстүзуші орбиталдар қатысады: бір орбиталь 4s, үш орбиталды 4p және екі орбиталды 4d.

Екінші комплекстік ион да $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ дәл сол комплекстүзуші Fe^{2+} NH_3 лигандасымен байланысқан. Олардың ерекшелігі, комплекстүзушімен байланысқан кезде электрондардың қайта реттеуін сол орбиталда талап етеді:

3d					4s	4p			4d				
↑↓	↑↓	↑↓	X	X	X	X	X	X					

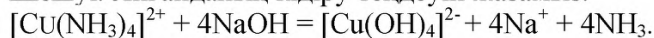
Сондықтан, дәл осы жағдайда байланыс түзуге лигандалармен бірге келесі комплекстүзуші орбиталдар қатысады: екі орбиталды 3d, бір орбиталды 4s, үш орбиталды 4p. Валенттік байланыс әдісінде $[\text{FeF}_6]^{4+}$ комплекстік ионын

сыртқы орбиталды, ал $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ ионын ішкі орбиталды, өзінің орбиталында комплекстүзуші электрондарды реттеу ерекшелігімен байланысты.

$[\text{FeF}_6]^{4-}$ комплексі парамагнитті, себебі ол жалқы электрондарға ие, ал $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ диамагнитті, себебі жұптаспаған электрондар кездеспейді.

78-мысал. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ комплекстік ионы бар ерітіндіге NaOH ерітіндісімен әсер етті. Лигандалардың кідіруі пайда болады ма? Жауапты түсіндіріңіз.

Шешуі: Лиганданың кідіру теңдеуін жазамыз:



Иондардың тұрақсыз константалары:

$$K_T([\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}) = 2,1 \cdot 10^{-13};$$

$$K_T([\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}) = 7,6 \cdot 10^{-17}.$$

Реакция солдан оңға қарай ығысады, себебі $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$ тұрақты комплекс. Комплексті иондардың тұрақсыздық константаларының мәндері 5-кестеде көрсетілген.

5-кесте

Комплекстік иондардың тұрақсыздық константалары

Ион	K_T
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^{1+}$	$5,9 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^{1-}$	$1,0 \cdot 10^{-21}$
$[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^{1-}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$	$1,0 \cdot 10^{-18}$
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$2,1 \cdot 10^{-13}$
$[\text{CuCl}_4]^{2-}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$
$[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{2-}$	$7,6 \cdot 10^{-17}$
$[\text{Co}(\text{CN})_4]^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-16}$
$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$	$7,7 \cdot 10^{-18}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$1,0 \cdot 10^{-42}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	$1,0 \cdot 10^{-35}$
$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$	$3,0 \cdot 10^{-42}$
$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$9,8 \cdot 10^{-9}$
$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$	$1,8 \cdot 10^{-14}$
$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	$7,1 \cdot 10^{-16}$
$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$2,0 \cdot 10^{-9}$
$[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-16}$

Есептер

1. Комплекс түзуші A^{+4} катионның координациялық саны 6-ға тең. Осы катионның аммиакпен және цианид-ионмен түзген комплекстерінің формуласын жазыңыз.

2. Келесі қосылыстардың координациялық формулаларын құрастырыңыз:

$PtCl_4 \cdot NH_3 \cdot KCl$; K_2SO_4 ; $Al_2(SO_4)_3$; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; $CuSO_4 \cdot 4NH_3$; $Fe(CN)_3 \cdot 3KCN$; $HgI_2 \cdot 2KJ$; $CrCl_3 \cdot 5H_2O$.

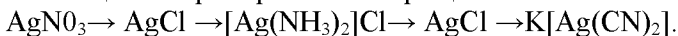
3. Мына қосылыстардағы $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$, $[Pt(NH_3)_4]$, $[PtCl_4]$ комплекс түзуші атомның тотығу дәрежесін анықтаңыз.

4. Мына лигандтардың қайсысы: NH_3 , Cl^- , CN^- , H_2O , $C_2O_4^{2-}$, $NH_2-CH_2CH_2-NH_2$ монодентатты, полидентатты және көпіршелі болуы мүмкін?

5. $K_4[Fe(CN)_6]$ және $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ тұздарының судағы ерітіндідегі диссоциация теңдеуін жазыңыз. Қандай жағдайда темір (II) гидроксидінің тұнбасы түзіледі, егер әрбіреуіне сілті ерітіндісін құйсақ? Реакцияның молекулалық және ионды-молекулалық теңдігін жазыңыз.

6. Аммиак ерітіндісінде күміс хлориді және мыс (II) гидроксиді ериді. Осы реакциялардың молекулалық және ионды-молекулалық теңдігін жазыңыз.

7. Реакция өзгерістерін іске асырыңыз:



8. $[Cu(NH_3)_4]SO_4$; $K_2[PtCl_6]$; $K[Ag(CN)_2]$ қосылыстардың комплекстік ионы, қышқылдық дәрежесі және координациялық санын анықтаңыз. Олардың судағы ерітінділерінің диссоциация теңдеуін жазыңыз.

9. $[Ni(NH_3)_4]SO_4$; $K_3[Fe(CN)_6]$; $K_4[Fe(CN)_6]$ қосылыстардың комплекстік ионы, қышқылдық дәрежесі және координациялық санын анықтаңыз. Осы тұздардың судағы ерітінділерінің диссоциация теңдеуін жазыңыз.

10. Платина (II) комплекстік қосылыстарының координациялық формулаларын құрыңыз, олардың координациялық сандары төртке тең $\text{PtCl}_2 \cdot 3\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_2 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{KCl}$; $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$. Осы қосылыстардың судағы ерітіндісінің диссоциация теңдігін жазыңыз. Осы қосылыстардың ішінде қайсысы бейэлектролит болып келеді?

11. Co(II) , Hg(II) және Cd(II) цианды комплекстер берілген. Тұрақсыздық константаларының мәндерін қолдана отырып, қай ерітіндіде, осы иондардың бірдей молярлық концентрациясында CN^- ионы көбірек? Берілген комплекстік иондар үшін тұрақсыздық константасын жазыңыз.

12. Келесі комплекстік иондар үшін тұрақсыздық константасын жазыңыз: $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$; $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$; $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^-$. Осы иондардың тұрақсыздық константасын қолдана отырып, қандай ерітіндіде, иондардың бірдей молярлық концентрациясында Ag^+ ионы көбірек?

13. Үш молекулалы $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ және артық мөлшердегі AgNO_3 араластырғанда түзілетін тұнбаның массасын табыңыз.

14. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ерітіндісіне KCN ерітіндісін қосқанда еритін комплекстік қосылыс түзіледі $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$. Реакцияның молекулалық және ионды-молекулалық теңдігін жазыңыз. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ немесе $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ қай иондарының тұрақсыздық константасы көбірек?

15. Массасы 8,0 г мыс (II) гидроксидін ерітуге газды аммиактың қандай көлемі қажет болады?

16. Қышқылдық ерітінді H_2O_2 массалық үлесі 3 % реакция кезінде сілтілік ортада қан қызыл тұз $[\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]]$ ерітіндісінен 560 см^3 (қ.ж.) көлемді ауа алынды. Жұмсалған заттардың массаларын анықтаңыз.

а) H_2O_2 ; б) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

17. 0,01 моль $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ -дан хлор ионының тұнбасына қанша грамм AgNO_3 қажет болады?

18. $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ эмпирикалық формуласының комплекстік тұзы бар. Комплекстік қосылыстың координациялық формуласын құрыңыз. Ионгендік хлордың тұнбасына 0,1 н күміс нитрат ерітіндісінің қандай көлемі 100 см^3 0,1 н комплекстік тұз құрамында (барлық су ішкі сфералық байланыста).

19. Мынадай комплексті иондар: $[\text{NiCl}_4]^{2-}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ арқылы пара - және диамагниттік құбылыстарды түсіндіріңіз.

20. FeF_6^{4-} және $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ иондардағы темірдің атомдық орбитальдарының октаэдрлік бағытталуын және олардың гибридтену типтері де бірдей $/\text{sp}^3\text{d}^2/$ екендігін ескере отырып, $[\text{FeF}_6]^{4-}$ ионның парамагниттігін, ал $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ ионның диамагниттігін қалай түсіндіруге болады?

21. Координациялық сан комплекс түзуші ион немесе атомның электрондық құрылымы, радиусы және лигандтың табиғатына қалай тәуелді болады? Al, Si және B элементтерінің фтормен түзген комплексті иондары $(\text{AlF}_6)^{3-}$, $(\text{SiF}_6)^{2-}$, $(\text{BF}_4)^{-}$ – оларға сәйкес хлорлы комплекстермен салыстырғанда неге тұрақты болады? Алюминийдің $[\text{AlCl}_4]^{-}$ ионы ғана белгілі; ал кремний мен бордың хлорлы комплекстері алынбаған.

22. Өртүрлі комплекс түзуші иондар арқылы түзілген комплексті иондардың кеңістіктегі пішіндері неліктен біріне-бірі ұқсамайтындығын түсіндіріңіз:

Комплекс түзуші ион	Комплексті ионның пішіні
Ag^+ , Cu^+	Сызықтық
Al^{3+} , Zn^{2+} , Co^{2+}	Тетраэдрлік
Cr^{3+} , Co^{3+} , Ni^{2+}	Октаэдрлік

23. Комплекс түзуші гибридті орбитальдардың бағытталуын ескере отырып $/\text{sp}^3$, sp^3d , sd^3 , $\text{sp}^3\text{d}^2/$ мына комплексті иондардың: $(\text{BF}_4)^{-}$, $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$, $\text{Al}(\text{OH})_4^{-}$, $(\text{AlF}_6)^{3-}$, $(\text{Co}(\text{CN})_6)^{3-}$, $(\text{PF}_6)^{-}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ кеңістіктегі пішінін анықтаңыз.

24. Комплекс түзуші электронының орбитальдарға көрсетілген схема бойынша таралуы қандай? Өріске ме, әлде әлсіз өріске ме?

- 1) A $\uparrow\uparrow$ ---- B $\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow$ --- C $\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow\uparrow$
2) A $\uparrow\downarrow$ ---- B $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$ --- C $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\downarrow$ --

25. $(\text{CoF}_6)^{3-}$ комплексіндегі Co^{3+} ионы жоғары спинді, ал $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ комплексіндегі Co^{3+} ионы төменгі спинді күйде екендігін қалай түсіндіруге болады?

11. ХИМИЯЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОСЫЛЫСТАРЫ

11.1. Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесінің s-элементтері

Бірінші топтың s-элементтері. Сутек (H) ешбір элементке ұқсамайтын периодтық кестедегі бірінші ең жеңіл элемент.

Екінші топтың s-элементтері. Екінші топтың s – элементтеріне немесе екінші негізгі топшаға бериллий Be, магний Mg, кальций Ca, стронций Sr, барий Ba, радий Ra жатады. Бұл элементтерден радий радиоактивті болғандықтан, табиғатта өте аз, ал бериллий, стронций және барий аз мөлшерде, магний мен кальций әртүрлі қосылыстар түрінде жер қыртысында өте көп тараған.

Судың кермектілігі 1дм^3 суда (мэкв/дм³) болатын Ca^{2+} және Mg^{2+} иондарының миллиэквивалент қосындысынан білінеді. Кермектіліктің бір миллиэквивалентінде Ca^{2+} 20,04 мг/дм³ және Mg^{2+} 12,16 мг/дм³ болады.

79-мысал. 1дм^3 суда салмағы 222 г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ және салмағы 175 г $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ бар. Судың кермектілігін анықтаңыз?

Шешуі: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ және $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ тұздарының M_3 , $M/2$ тең, яғни $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ үшін $M_3=162/2=81\text{г/моль}$; ал $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ үшін $M_3=146/2=73\text{г/моль}$.

1дм^3 су құрамындағы тұз мөлшері:

$$222/1000 = 0,222\text{г Ca}(\text{HCO}_3)_2;$$

$$175/1000=0,175\text{г Mg}(\text{HCO}_3)_2.$$

Осы тұздардың болуына байланысты:

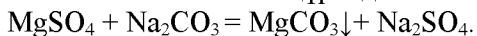
$$Ж(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2)=0,222 \cdot 1000/81=2,7\text{мэкв/дм}^3;$$

$$Ж(\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2) = 0,175 \cdot 1000/73=2,4\text{мэкв/дм}^3;$$

$$Ж=2,7+2,4=5,1\text{мэкв/дм}^3.$$

80-мысал. Егер судың кермектілігі 5 мэкв/дм³ болып, 1дм^3 судың құрамында салмағы бойынша қанша MgSO_4 бар, осындай кермектілікті жою үшін Na_2CO_3 -тің қанша мөлшерін қосу керек?

Шешуі: $M_e(\text{MgSO}_4) = 120/2 = 60$ г/моль. 1 м^3 судағы тұздың салмағы $5 \cdot 1000 \cdot 6 = 300000$ мг = 300 г құрайды.



Магний сульфаты мен натрий карбонаты (сода) эквиваленттік мөлшерде әрекеттеседі.

$$M_e(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 53 \text{ г/моль}.$$

1 дм^3 ерітіндідегі магний сульфаты эквиваленттерінің санын анықтаңыз:

$$5 \cdot 1000 = 5000 \text{ мэкв} = 5 \text{ экв}.$$

Демек, судың кермектілігін жою үшін Na_2CO_3 5 экв немесе $5 \cdot M_e(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5 \cdot 53 = 265$ г.

81- мысал. Судың 500 дм^3 құрамында 202,5 г $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ бар екендігіне көз жеткізе отырып, судың кермектігін анықтаңыз.

Шешуі: 1 дм^3 суда $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 202,5: 500 = 0,405 г бар, ол $0,405:81 = 0,005$ эквивалент салмақ немесе 5 мэкв/ дм^3 (81 г/моль- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ эквиваленттік масса). Демек, судың кермектілігі 5 мэкв/ дм^3 құрайды.

82-мысал. Егер судың кермектілігі CaSO_4 тұзының болуына байланысты 4 мэкв тең болса, 1 м^3 суда CaSO_4 тұзының қанша граммы бар?

Шешуі: CaSO_4 мольдік массасы 136,42 г/моль экв массасы $136,42:2 = 68,07$ г/моль кермектілігін 4 мэкв болатын 1 м^3 суда $4 \cdot 1000 = 4000$ мэкв немесе $4000 \cdot 68,07 = 272280$ мг = 272,280 г болады.

83-мысал. Судың 5 мэкв/ дм^3 -ге тең кермектілігін жою үшін 500 дм^3 суға соданың қанша мөлшерін қосу керек?

Шешуі: 500 дм^3 судың құрамында оның кермектілігін білдіретін $500 \cdot 5 = 2500$ мэкв тұз бар, кермектілігін жою үшін $2500 \cdot 53 = 132500$ мг = 132,5 г сода қосу керек (53 г/моль – Na_2CO_3 эквиваленттік массасы).

84- мысал. Құрамында кальций гидрокарбонаты бар 100 см^3 суды титрлеу үшін көлемі $6,25\text{ см}^3$, 0,08 н HCl ерітіндісі

қажет екенін біле отырып, судың карбонаттық кермектілігін анықтаңыз.

Шешуі: Кальций гидрокарбонаты ерітіндісінің нормальдығын (C_1) мына формула бойынша есептеп шығарамыз.

$$V_1 C_1 = V_2 C_2 \text{ және } C_1 \cdot 100 = 6,25 \cdot 0,08; \quad C_1 = 0,005 \text{ моль/дм}^3. \quad (11.1)$$

Сөйтіп, зерттеліп отырған су құрамында $0,005 \cdot 1000 = 5$ мэкв Ca^{2+} иондары бар. Судың карбонаттық кермектілігін 5 мэкв/дм^3 құрайды. Келтірілген мысалды мына формуланы қолданып шығарады:

$$K = m / M_{\text{э}} V. \quad (11.2)$$

Мұндағы, K – судың кермектілігі, мэкв/дм³; m – судың кермектілігімен оны жою үшін қолданылған зат массасы, мг; $M_{\text{э}}$ – алынған эквиваленттік массасы, г/моль; V – судың көлемі, дм³.

84-есепті мына формуламен есептейміз:

$$K = 202500 / 81 \cdot 500 = 5 \text{ мэкв/дм}^3.$$

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ эквиваленттік массасы оның мольдік массасының жартысына тең.

(11.2) формула бойынша аламыз:

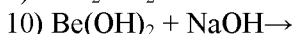
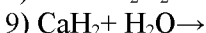
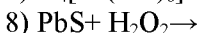
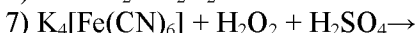
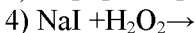
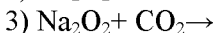
$$m = 4 \cdot 68,07 \cdot 1000 = 272 \, 280 \text{ мг} = 272,280 \text{ г } \text{CaSO}_4.$$

Есептер

1. Келесі айналымды жүзеге асыру үшін реакция теңдеуін жазыңыз:

- а) $\text{NaCl} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_2$;
- б) $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{NaN} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3$;
- в) $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 \cdot \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2$;
- г) $\text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4$;
- д) натрий хлориді $\rightarrow$ натрий $\rightarrow$ натрий пероксиді $\rightarrow$ натрий оксиді $\rightarrow$ натрий гидроксиді $\rightarrow$ натрий тетрагидроксоалюминаты;
- е) Кальций $\rightarrow$ кальций нитридi $\rightarrow$ натрий гидроксиді $\rightarrow$ кальций хлориді $\rightarrow$ кальций нитраты.

2. Коэффициенттерін қойып, реакция теңдеуін аяқтаңыз:



3. Массасы 40 кг литий гидридi бар пакеттен алынған сутек қандай (қ.ж.) көлемдi алады?

4. Литий мен магний құймасын тұз қышқылы араласқан ерітіндіде массалық үлесте (ω , %) құйманың құрамын анықтаңыз.

5. Металл (I) гидридi мен массасы 100 г су әрекеттескенде, массалық үлесі 2,38 ерітінді түзіледі. Соңғы ерітіндінің массасы, су және бастапқы гидрид массасынан 0,22 г кіші. Қандай гидрид алынғанын анықтаңыз.

6. Массасы 10 т кальцинирленген сода мен қанша сөндірілген әк әрекеттесіп, массасы 6,7 каустикалық сода алынады?

7. 6 экв/дм³ тең кермектілігін жою үшін 800 дм³ суға қанша натрий карбонатының массасын қосу керек?

8. Құрамында 500 см² суы бар магний гидрокарбонаты реакцияға түсу үшін 20 см³ 0,12 н HCl ерітіндісі қажет. Судың карбонаттық кермектілігін анықтаңыз.

9. 1 дм³ суда массалары 38 мг және 108 мг қатынаста Mg^{2+} және Ca^{2+} иондары бар. Судың жалпы кермектілігін анықтаңыз.

10. Егер 100 дм^3 -ді жұмсарту үшін кальций гидроксидінің 7 г қажет болғандағы судың кермектілігін анықтаңыз.

11. Құрамында 200 см^3 суы бар кальций гидрокарбонаты реакцияға түсу үшін $15 \text{ см}^3 0,08 \text{ н}$ тұз қышқылының ерітіндісі қажет. Судың карбонаттық кермектілігін анықтаңыз.

12. 4 экв/дм^3 тең тек судың кермектілігі кальций гидрокарбонаты ғана еріген құрамында 75 см^3 суы бар кальций гидрокарбонаты реакциясына $0,1 \text{ н}$ тұз қышқылы ерітіндісінің қандай көлемі қажет?

13. 1 м^3 суда массасы 140 г магний сульфаты бар. Осы судың кермектілігін анықтаңыз.

14. Құрамында тек магний гидрокарбонаты бар, судың кермектілігі $3,5 \text{ мэкв/дм}^3$ тең. 200 дм^3 судың құрамында магний гидрокарбонаттың қандай массасы қажет?

15. 1 м^3 кермек суға массасы $132,5 \text{ г}$ натрий карбонатын қосты. Кермектілік қанша есеге төмендеді?

16. 50 дм^3 судың кермектілігін жою үшін $21,2 \text{ г}$ натрий карбонатын қосқан еді, судың кермектілігін анықтаңыз.

17. Судың кермектілігін анықтаңыздар, егер 1 дм^3 :

а) Массасы $1,0 \text{ г}$ кальций хлориді болса;

б) $0,01 \text{ моль}$ кальций гидрокарбонаты болса;

в) массасы 102 мг магний гидрокарбонаты болса.

18. 50 дм^3 суда массасы $4,5 \text{ г}$ магний гидрокарбонаты бар. Судың карбонаттық кермектілігін анықтаңыз.

19. Кейбір сулардың кермектілігі құрамындағы кальций гидрокарбонатына байланысты болады. 10 дм^3 осындай суды қайнатқанда массасы 3 г кальций гидрокарбонаты тұнбаға түсті. Судың кермектілігі неге тең?

20. Судың кермектілігін 14 мэкв/дм^3 -тан -6 мэкв/дм^3 -қа кішірейту керек. 1000 м^3 суды жұмсарту үшін кальций гидроксидінің қандай массасы қажет?

21. Кальций сульфатының ерігіштігі $8 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³ тең CaSO4 ерігіштігіне байланысты судың кермектілігін анықтаңыз.

22. 100 см³ титрлеуге кеткен судың кермектілігі неге тең:

а) 2 мэкв HCl;

б) 6 см³, 0,1н HCl ерітіндісі;

в) 14см³, 0,04н HCl ерітіндісі.

23. Кейбір сулардың кермектілігі құрамындағы магний сульфатына байланысты. Осы алынған судың 100 см³-ін карбонаты натрий карбонатымен өңдегенде массасы 25,2 мг магний карбонаты тұнбаға түсті. Судың кермектілігі неге тең?

24. Судың уақытша кермектілігі 6,32 мэкв/дм³ тең. Осы судың 24 дм³ қайнатқанда массасы 8,56 г кальций карбонаты мен гидрокарбонатының қоспасы бөлініп шықты. Қоспаның құрамындағы әр компоненттің массасын анықтаңыз.

25. 50 см³ суды титрлеу үшін 8 см³ 0,05 н трилон Б ерітіндісі жұмсалды. Құрамында 5 дм³ суы бар кальций хлоридінің массасы және судың кермектілігін анықтаңыз.

11.2. Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесінің р-элементтері

Д.И. Менделеев кестесіндегі р-элементтері s-элементтерге карағанда валенттік электрондарының саны жоғары болуымен ерекшеленеді және металдық қасиеттері нашар болып келеді. Мысалы, алюминий, қалайы, қорғасынның қасиеттерін қарастырайық: алюминийдің балку температурасы – 660 °С, ал қалайы – 232 °С, қорғасын – 327 °С. Қайнау температурасы алюминий – 2270 °С, қалайы – 2200 °С, қорғасын – 1700 °С. Алюминийдің иондану энергиясы – 5,98 эВ, қалайы – 7,33 эВ, қорғасын – 7,42 эВ. Ал алюминийдің электродтық потенциалы теріс таңбамен алынған – 1,66 В, қалайы – 0,14 В, қорғасын – 0,13 В. Алюминий тұрақты +3 тотығу дәрежесін, ал қалайы мен қорғасын +2 және +4 тотығу дәрежесін көрсетеді.

Үшінші топтың р-элементтері. Бұл топқа бор, алюминий, галлий, индий, таллий жатады. Элементтердің реттік нөмірлерінің артуына байланысты олардың атомдарының радиустары артады, соған сәйкес осы бағытта металдық қасиеттері де артады – бор бейметалл, ал таллий нағыз металл.

Төртінші топтың р-элементтері. Бұл топқа көміртегі, кремний, германий, қалайы, қорғасын, жатады. Көміртегі өзінің қосылыстарының көптүрлілігі жағынан Д.И. Менделеевтің периодтық системасында орналасқан элементтердің ішінде бірінші орын алады. Құрамы негізінен көміртегінен тұратын табиғи заттар – таскөмір, мұнай, табиғи газдар отын қоры ретінде қолданылады және осы заттарды өңдеу арқылы толып жатқан бағалы заттар – кокс, тас көмір смоласы, ал смоладан бензол, фенол, нафталин алады, кокс металлургияда шойын қорытуда қолданады.

Бесінші топтың р-элементтері. Бұл топқа азот, фосфор, мышьяк, сурьма, висмут жатады. Топша элементтерінің барлығы сутегімен ЭН_3 типтес қосылыс түзеді: NH_3 – аммиак, PH_3 – фосфин, AsH_3 – арсин, SbH_3 – стибин, BiH_3 – висмутин.

Топша элементтері оттегімен $\text{Э}_2\text{O}_3, \text{Э}_2\text{O}_5$ типтес оксидтер түзеді. Элементтердің реттік нөмірлерінің өсуіне сәйкес бейметалдық қасиеттері кемиді де, металдық қасиеттері артады.

Алтыншы топтың р-элементтері. Бұл топты оттегі, күкірт, селен, теллур, полоний құрайды. Топша элементтері $\text{H}_2\text{Э}$ типтес сутекті қосылыстар түзеді. Бұларды суда еріткенде сәйкес қышқылдар түзеді. Оттегі жер шарының қатты, сұйық және газ тәрізді қабатында ең көп тараған элемент.

Жетінші топтың р-элементтерін фтор, хлор, бром, иод, астат құрайды. Бұл топшаның элементтерін галогендер (тұз түзушілер) деп атайды.

Сегізінші топтың р-элементтері гелий, неон, аргон, криптон, ксенон, радон.

Бұлардың барлығы қалыпты жағдайда газ күйінде болады және химиялық активтіктері өте төмен болғандықтан, инертті газдар деп аталады. Олар түссіз, иіссіз болады.

85-мысал. V см³ аузы жабылған ампулада NH_4NO_2 өлшендісін қыздырып, ауаны жойып жібереді. Ампуланы суытқан соң 0⁰ ампуладағы қысым P атм қысымға тең болады. Аммоний нитратының массасын анықтаңыз.

Шешуі: Реакция схема бойынша жүреді:



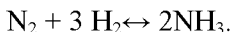
$$M(\text{NH}_4\text{NO}_2) = 64 \text{ г/моль.}$$

Реакцияға түскен аммоний нитратының массасын теңдеу бойынша табамыз:

$$m(\text{NH}_4\text{NO}_2) = 2,0 \cdot 10^{-3} PV, \text{ г.}$$

86-мысал. Жабық түтікте 100 моль азот және сутек қоспасы бар, 1:3 қатынаста. Қоспаның қысымы 300 атм. Газдың бастапқы температураға келтіріп реакцияға 10 % азот түскендегі қоспаның құрамын және қысымын анықтаңыз.

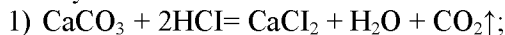
Шешуі:



Бастапқы қоспада (100:4) 25 моль азот және 75 моль сутек болды. Реакцияға 10 % яғни, 2,5 моль азот және 7,5 моль сутек түсті, реакция теңдеуі бойынша 5 моль аммиак түзілуіне әкеледі. Реакциядан соң 22,5 моль азот пен 67,5 моль сутек қалды. Барлығы: $22,5 + 67,5 + 5,0 = 95,0$ моль. Реакциядан соң қоспаның қысымы $95 \cdot 300 / 100 = 285$ атм-ға тең.

87-мысал. Таразы табағында сұйытылған HCl ерітіндісі бар екі түтік теңестірілген. Бір түтікке массасы 1г CaCO_3 қосты. Таразыдағы тепе-теңдікті бұзу үшін екінші түтікке BaCO_3 -нің қанша массасын қосу қажет?

Шешуі:



$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}; \quad M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{BaCO}_3) = 197 \text{ г/моль};$$

$$n(\text{CaCO}_3) = 1,0 / 100 = 0,01 \text{ моль және } 0,01 \cdot 44 = 0,44 \text{ г.}$$

1-ші реакциядан кейін қалған ерітіндінің массасы $1,0 - 0,44 = 0,56$ г тең. $m(\text{BaCO}_3) = x$ г; сонда x г; BaCO_3 $0,44x / 1,97$ г CO_2 ; $x = 0,44x / 1,97 + 0,56$; осыдан $x = 0,72$ г.

Есептер

1. Күкірттің тотықтырғыш және тотықсыздандырғыштық қасиет көрсететін реакцияларына мысал келтіріңіз. Күкірт молекулалары неше атомнан құралған? Ең тұрақты молекулалардың типі қандай?

2. 3,2 г күкірт және 7,8 г темір қоспасын ауа қатыстырмай қыздырды. Алынған өнімді тұз қышқылының артық мөлшерімен өңдеді. Пайда болған газ қоспасының (қ.ж.) құрамы мен көлемі қандай?

3. Жабық ыдыста (қ.ж.) әрқайсысының көлемі 2,8 дм³ болатын күкіртсутек және күкірт диоксидін араластырады. Бөлініп шыққан күкірт массасы мен реакциядан кейінгі ыдыс ішіндегі қысымды есептеңіздер. Егер ыдыс ішіндегі бастапқы қысым 1 атм болса.

4. Температурасы 25⁰ С бөлмеге дистилденген су және массалық үлесі 80 % күкірт қышқылы бар екі стакан салады. Біраз уақыттан кейінгі стакандардағы температура туралы не айтуға болады?

5. Бірдей көлемдегі күкірт диоксиді мен оттегі қоспасын 40⁰-та катализатордан өткізгенде 60 % күкірт диоксиді реакцияға түсіп кетеді. Егер температура мен қысым тұрақты болса, алынған қоспаның құрамын анықтаңыз (φ, %).

6. 25 % қоспасы бар, 800 т пириттен (FeS₂) күкірт қышқылының (ω=93 %, ρ=1,83 г/см³) қандай көлемін алуға болады? Өнеркәсіптік шығындар 5 %-ды құрайды.

7. 268 °С 4 атм қысымда массасы 350 г галитті (натрий хлориді бар минерал) қышқыл ортада калий перманганатымен өңдегенде 14,7 г хлор алынды. Галиттегі натрий хлоридінің массалық үлесін (ω, %) анықтаңыз.

8. 200 г техникалық тұзды концентрлі күкірт қышқылы ерітіндісімен өңдегенде хлорлы сутектен бөлінген хлор массасы

20,8 г хроммен толық әрекеттеседі. Техникалық үлгідегі натрий хлоридінің массалық үлесін (ω , %) анықтаңыз.

9. Көлемі $2,24 \text{ дм}^3$ хлор (қ.ж.) $44,4 \text{ см}^3$ калий бромиді ерітіндісімен ($\rho=1,34 \text{ г/см}^3$) әрекеттеседі. Калий бромидінің массалық үлесін (ω , %) анықтаңыз.

10. $0,197 \text{ г}$ металл (IV) иодидін 2000°C -қа дейін қыздырылған вольфрам сымда таза металға дейін ыдыратқанда сымның массасы $0,030 \text{ г}$ өседі. Қандай металдың иодиді алынған?

11. Марганец диоксидінің $331,82 \text{ см}^3$ тұз қышқылы ерітіндісімен ($\omega=20\%$, $\rho=1,10 \text{ г/см}^3$) әрекеттескенде газ бөлінеді. 0°C -та газды қанықтыруға судың қандай көлемі қажет (судың 1 көлемі 0°C та $4,61 \text{ дм}^3$ газды ерітеді)? Күн сәулесінде тұрғандағы сулы ерітіндінің өзгерісін сипаттаңыз.

12. $1,600 \text{ г}$ калий бромидіне құрамында хлор қоспасы бар $5,000 \text{ г}$ бром қосты. Қоспаны қайнатқан соң массасы $1,555 \text{ г}$ қатты тұнба алынды. Бром препаратындағы хлордың массалық үлесін (ω , %) анықтаңыз.

13. Хлор суы бар 100 г колбаны күн сәулесіне қояды. Бөлінген газ жиналып алынды. Оның (қ.ж.) көлемі $0,448 \text{ дм}^3$ болды. Хлор суындағы хлордың массалық үлесін (ω , %) анықтаңыз.

14. Қандай газдар көмегімен калий иодидінен бос иодты бөліп алуға болады? $25,4 \text{ г}$ иод алу үшін әр газдан қандай көлем алу қажет?

15. Массалық үлесі 20% тұз қышқылы ерітіндісін алу үшін 234 г натрий хлориді мен концентрлі күкірт қышқылы ерітіндісімен әлсіз қыздырғанда бөлінген хлорсутекке қанша көлем су қосу қажет?

16. $2,0 \text{ дм}^3$ хлор және $1,0 \text{ дм}^3$ сутек қоспасын (қ.ж.) жарыққа қалдырады. Біраз уақыттан кейін хлордың 30% -ы реакцияға түседі. Реакциядан кейінгі газ қоспасының көлемін анықтаңыз.

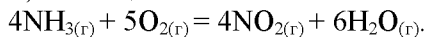
17. 27°C және 1 атм қысымда өлшенген 246 дм^3 хлор сутек 1 дм^3 суда ерітіледі. Алынған ерітіндідегі хлор сутектің массалық үлесін (ω , %) анықтаңыз. 27°C және 1 атм қысымда хлорсутекті марганец диоксидімен әрекеттестіріп хлордың қандай көлемін алуға болады?

18. $21,6\text{ г}$ алюминий мен мыс қоспасына КОН артық мөлшерімен әсер етіп $6,72\text{ дм}^3$ (қ.ж.) газ алады. Қоспадағы мыстың массалық үлесін (ω , %) анықтаңыз.

19. $11,2\text{ дм}^3$ күкірт триоксидін (қ.ж.) суға салып, $0,55$ моль $\text{Ba}(\text{OH})_2$ қосып тұнба алады. Тұнба массасын (г) анықтаңыз.

20. Аммиактың сумен әрекеттесуі реакциясының теңдеуін жазыңдар. Аммиактың сулы ерітіндісінде қандай молекулалар мен иондар бар?

21. Берілген теңдеу бойынша аммиактың тотығу реакциясының жылуын (қ.ж.) есептеңіз:



22. Массасы 50 г азот қышқылын аммиакпен нейтралдаған кезде неше грамм селитра түзіледі?

23. 80 л Cl_2 мен 120 л H_2 (қ.ж.) әрекеттескен кезде неше литр HCl түзіледі?

24. Егер бастапқы заттар ретінде тек қана HCl , KOH , MnO_2 , және H_2O қолданылса, Бертолле тұзын қандай тәсілмен алуға болады? 168 г KOH қанша KClO_3 түзеді? Реакция теңдеулерін жазыңыз.

25. 80 л Cl_2 және 120 л H_2 әрекеттескенде қанша хлорсутек түзіледі? Газдардың көлемі қалыпты жағдайда өлшенген.

11.3. Д. И. Менделеевтің периодтық жүйесінің d-элементтері

Екінші топтың d-элементтері. Екінші қосымша топшаны мырыш, кадмий, сынап құрайды. Бұл элементтердің электрондық

қабаттарының саны әртүрлі болғанымен сыртқы екі қабатындағы электрондардың орналасу реті болады.

Үшінші топтың d-элементтері. Бұл топқа скандий, иттрий, лантан, актиний жатады. Бұл металдар және олардың қосылыстары қымбаттығына байланысты көп қолданылмайды, бірақ олар біртіндеп жаңа техника салаларында қолданылып келеді.

Төртінші топтың d – элементтері. Бұл топқа титан, цирконий, гафний және ядролық реакцияның көмегімен алынған курчатовий жатады. Бұлар нағыз металдар және металдық қасиеттері Ti-Zr-Hf-Ku қатарында артады.

Бесінші топтың d-элементтері. Осы топты ванадий, тантал, ниобий құрайды. Металдар болаттың арнаулы сорттарын алуға жұмсалатындықтан темір кенімен бірге кездесетін ванадий, ниобий, танталды темірмен құйма түрінде пайдаланады. Бұлар сұрғылт болат сияқты қиын балқитын ауыр металдар.

Алтыншы топтың d-элементтерін хром, молибден, вольфрам құрайды. Өздерінің көптеген физикалық және химиялық қасиеттері жағынан ұқсас келеді. Бұлар қиын балқитын (W-ның балқу температурасы 3380 °C) өте қатты металдар.

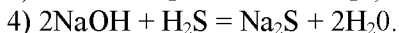
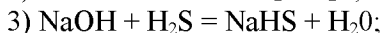
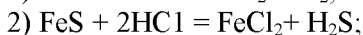
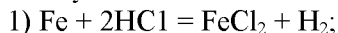
Жетінші топтың d-элементтеріне марганец, технеций, рений жатады. Марганец табиғатта көп тараған. Ол жер қыртысында оксидтер, карбонаттар, сульфидтер түрінде тараған. Технеций табиғатта кездеспейді. Ол синтездік жолмен яғни, ядролық реакцияның жәрдемімен алынған бірінші элемент.

Сегізінші топтың d-элементтері темір, кобальт, никель, рутений, родий, палладий, осмий, иридий, платина. Бұл тоғыз элемент ұқсастық қасиеттеріне қарай үш үштікке бөлінеді. Ұқсас болғандықтан темір, кобальт, никельді темір үштігіне біріктіреді, ал қалған алты металды платиналық металдар деген атпен қарастырады.

88-мысал. Сұйытылған күкірт қышқылымен өндегенде көлемі 3,984 дм³ қ.ж гелийге қатысты тығыздығы 2,6 газ алынғын темірдің оның сульфидімен қоспасының көлемін анықтаңыз. Егер алынған газ қоспасының массасы 50 г

массалық үлесі 4 % гидроксид натрий ерітіндісі арқылы өткізсе, қандай тұз түзіледі және массасы қандай?

Шешуі:



$M(\text{H}_2\text{S}) = 34$ г/моль; $M(\text{NaOH}) = 40$ г/моль; $M(\text{NaHS}) = 56$ г/моль.

Газдық қоспаның молярлық массасы $2,6 \cdot 4 = 10,4$ г/моль тең.

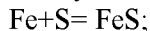
Есептің шартынан белгілі, газдың массасы $3,984 \cdot 10,4 / 22,4 = 1,85$ г.

H_2S x дм³ көлемді құрайды, онда сутектің көлемі $(3,984 - x)$ дм³.
 $34x / 22,4 + (3,984 - x) \cdot 2 / 22,4 = 1,85$ теңдеуден, $x = 1,04$ дм³ H_2S немесе $x = 1,04$ дм³ H_2S табамыз. Онда сутектің көлемі $3,984 - 1,040 = 2,944$ дм³ немесе $2,944 / 22,4 = 0,13$ моль.

(1), (2) теңдеулерден, темірдің мөлшері сутектің мөлшеріне тең, яғни 0,13 моль, ал FeS мөлшері H_2S көлеміне тең, яғни 0,0464 моль. Ерітіндідегі натрий гидроксидінің массасы $0,04 \cdot 50 = 2,0$ г немесе $2,0 / 40 = 0,05$ мольді құрайды. Осыдан, H_2S -ті өткізу кезінде натрий гидроксид ерітіндісіне (3) реакция арқылы өтіп, 0,464 моль NaHS немесе $0,0464 \cdot 56 = 2,8$ г түзіледі.

89-мысал. Массалары 3,2 г немесе 6,0 г сәйкесінше күкірт пен темірдің қоспаларын ауасыз қыздырғанда әрекеттесуге әкелді. Алынған өнімді ұнтақтағаннан кейін концентрленген хлорсутек қышқылының артық мөлшерімен өңдейді. Алынған газдық қоспаның құрамы мен көлемі (қ.ж.) қандай?

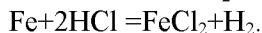
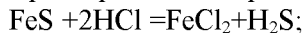
Шешуі. Темір мен күкірт арасындағы реакция



$M(\text{S}) = 32$ г/моль; $M(\text{Fe}) = 56$ г/моль.

$n(\text{S}) = 3,2 / 32 = 0,1$ болған реакция теңдеуінен күкірт жеткіліксіз екені көрініп тұр. Күкірттің бұл мөлшерімен 5,6 г темір әсерлеседі де 8,8 г FeS ($n(\text{Fe}) = 8,8 / 56 = 0,1$ моль) алынады, ал 0,4 г темір әрекеттеспейді ($n(\text{Fe}) = 0,4 / 56 = 0,007$ моль).

Ары қарай келесі процесс жүреді:



Теңдеу бойынша 0,1 моль FeS, 0,1 моль H₂S, 0,007 моль Fe, 0,007 моль H₂ алуға мүмкіндік береді. Қалыпты жағдайдағы газ қоспаның көлемі:

$$V_{\text{қоспа}} = 22,4 (0,1 + 0,007) = 2,4 \text{ дм}^3.$$

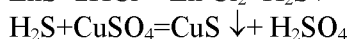
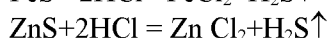
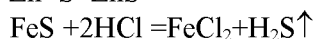
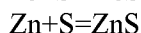
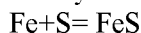
Қоспа құрамы:

$$\text{мол. (көлемдік \%)} \text{H}_2\text{S} = 0,1 \cdot 100 / 0,107 = 93,5;$$

$$\text{мол. (көлемдік \%)} \text{H}_2 = 0,007 \cdot 100 / 0,107 = 6,5.$$

90-мысал. 11,2 г және 26 г темір мен мырыш қоспасын артық күкіртпен және келесі теңдеулердегі артық тұз қышқылымен өңделген өнімдермен қыздырғанда газ бөлінді, оны мыс (II) сульфаты ерітіндісі арқылы өткізді. Түзілген газды жұтуға жұмсалған 10 % ($\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$) мыс сульфатының көлемін есептеңіз.

Шешуі.

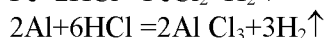
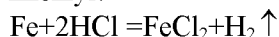


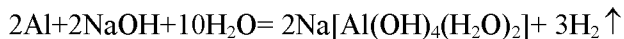
$$M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}; \quad M(\text{Zn}) = 65 \text{ г/моль}; \quad M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}.$$

Мыс пен мырыш көлемін табамыз: $11,2/56 = 0,2$ моль Fe, $26/65 = 0,4$ моль Zn. Сонда (1), (2) теңдеуі бойынша FeS мөлшері 0,2 моль, ал ZnS 0,4 моль. (3), (4) реакция бойынша түзілген H₂S мөлшері $0,2 + 0,4 = 0,6$ моль. Яғни, (5) реакция бойынша 0,6 моль немесе $0,6 \cdot 160 = 96$ г CuSO₄ түзіледі және жұмсалады. 10 % мыс (II) сульфатының көлемі: $96 \cdot 100 / 10 \cdot 1,1 = 872,7 \text{ дм}^3$.

91-мысал. 5 г темір, алюминий және мыс қоспасын артық тұз қышқылын өңдегенде қ.ж. 1,9 дм³ сутек бөлінді. Осы қоспаға 3 г концентрлі NaOH ерітіндісімен әсер етіп қ.ж. 0,672 дм³ сутек алды. Бастапқы қоспа құрамын анықтаңыз.

Шешуі:





$M(\text{Al}) = 27$ г/моль; $M(\text{Fe}) = 56$ г/моль; $M(\text{Cu}) = 64$ г/моль.

(3) реакция теңдеуі және есеп шарты бойынша сутек мөлшері $0,672/22,4 = 0,03$ мольге тең. Яғни, (3) реакцияға түскен алюминий мөлшері: $2/3$ моль $\text{H}_2 = 2 \cdot 0,03/3 = 0,02$ моль немесе $0,02 \cdot 27 = 0,54$ г. 3 г қоспада 0,54 г алюминий болған. Бастапқы 5 г қоспада $5 \cdot 0,54/3 = 0,9$ г Al немесе $0,9/27 = 0,0333$ моль бар.

(2) реакция бойынша бөлінген сутек мөлшері: $3/2$ моль Al немесе $0,0333 \cdot 3/2 = 0,05$ моль, ал сутек көлемі $0,05 \cdot 22,4 = 1,12$ дм³. Сонда (1) реакция бойынша бөлінген сутек көлемі $1,9 - 1,12 = 0,78$ дм³ немесе $0,78/22,4 = 0,035$ моль. Яғни, (1) реакцияда осынша темір бар: 0,035 моль немесе $0,035 \cdot 56 = 1,95$ г. $w(\text{Fe}) = 1,95 \cdot 100/5 = 39\%$; $w(\text{Al}) = 0,9 \cdot 100/5 = 18\%$; $w(\text{Cu}) = 100 - 39 - 18 = 43\%$.

92-мысал. 35% калий бар калий хроматы және калий дихроматы қоспасының құрамындағы хромның массалық үлесін анықтаңыз.

Шешуі:

$M(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 194$ г/моль; $M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 294$ г/моль.

Қоспаның бір молін алайық және $v(\text{K}_2\text{CrO}_4) = X$ моль, сонда $v(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = (1 - X)$ моль, ал қоспа массасы $194x + 294(1 - x) = 294 - 100x$.

Қоспадағы калий мөлшері $v(\text{K}) = 2x + 2(1 - x) = 2$ моль, ал оның массасы $m(\text{K}) = 2 \cdot 39 = 78$. Есеп шарты бойынша калийдің массалық үлесі:

$$w(\text{K}) = 78 / (294 - 100x) = 0,35.$$

Осыдан $x = 0,71$.

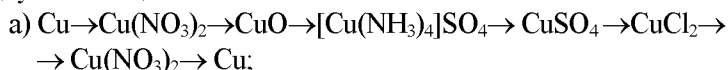
Қоспадағы хром мөлшері $v(\text{Cr}) = x + 2(1 - x) = 2 - x = 1,29$ моль, ал оның массасы

$$m(\text{Cr}) = 1,29 \cdot 52 = 67 \text{ г.}$$

Хромның массалық үлесі: $w(\text{Cr}) = 67 / (294 - 100 \cdot 0,71) = 0,3$

Есептер

1. Келесі өзгерістерді жүзеге асыруға болатын реакция теңдеуін жазыңыз:



- б) $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$;
в) $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Fe}(\text{OH})_4]$;
г) $\text{Cr} \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4$;
д) $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnSO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$;
е) $\text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}$;
ж) $\text{Ag} \rightarrow \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow \text{AgCl} \rightarrow$
 $\rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} \rightarrow \text{AgBr} \rightarrow \text{AgI}$.

2. Реакцияны аяқтап, коэффициентін қойыңыз:

- 1) $\text{Zn} + \text{HNO}_3 (\text{өте сұйылт.}) \rightarrow$
- 2) $\text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow$
- 3) $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 (\text{конц.}) \rightarrow$
- 4) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HMnO}_4 + \dots$
- 5) $\text{NaI} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

3. Келесі заттардан қандай күрделі заттар алуға болады?
Реакция теңдеуін жазып, алынған өнімді атаңыз:

- а) N_2 , O_2 , Ag және H_2 ; б) Fe , Cl_2 , H_2O , KOH ?

4. Темір, концентрлі азот қышқылы, кальций карбонаты, су немесе оның қосылысының өнімдерінен темір (III) оксиді алудың бірнеше (3-тен кем емес) жолын ұсыныңыз.

5. Темір сульфидінің кейбір температураларда 100 см^3 ерітіндіде ерігіштігі $5,35 \cdot 10^{-9}$ құрайды. Темір сульфидінің ерігіштік көбейтіндісін табыңыз.

6. Егер мысты 17,62 г кеннен ерітіндіге өткізу үшін 0,24 моль азот қышқылы жұмсалса, малахиттің тазалық дәрежесін табыңыз. Қоспа азот қышқылымен реакцияға түспейді.

7. Қ.ж. 11,2 дм^3 оттегі алу үшін қышқылды ортада KMnO_4 және H_2O_2 қандай массасы қажет?

8. 8% ($\rho=1.044 \text{ г/см}^3$) азот қышқылының 24 г мысты еріту үшін қандай көлемі қажет? Қ.ж. NO қанша көлемі бөлінеді?

9. Рафинирлеу үшін қоспадағы құрамы 4 % болатын 1000 кг қара мыс алынды. Егер ток шығымы 92 % болса, мыстың қандай массасы рафинирленген болуы мүмкін?

10. Құрамында мыс колчеданының массалық үлесі (CuFeS_2) 20 % құрайтын 1т мыс кенінен мыс купоросының қандай массасын алуға болады?

11. Мысты-калийлі тыңайтқышта 56,8 % K_2O , 1% Cu бар. Техникалық мыс купоросы мен калий хлоридінің үлестері қайта есептегенде қанша процент болады, егер мыстың массалық үлесі 24 % болса?

12. Мыс ұнтағын ауада ұзақ қыздырғаннан кейін массасы 1,8 г көбейді. Пайда болған қоспа құрамы мен массасын анықтаңыз.

13. 150 г латунды артық мөлшердегі тұз қышқылын қыздыру арқылы өндегенде бөлінген газбен, темірдің (III) оксидін толық тотықтырғанда оның массасы 14,4 г дейін кеміді. Қоспа құрамын анықтаңыз (%).

14. Күкіртсутекті 16 г мыс (II) сульфаты ерітіндісінен өткізгенде 1,92 г қара тұнба түзілді. Қолданылған мыс сульфаты концентрациясы мен қ.ж. жұмсалған күкіртсутектің көлемін табыңыз.

15. Мыс құймасы алюминиймен химиялық қосылысты құрайды, онда 12,3 % алюминий бар. Қосылыс формуласын жазыңыз.

16. Литий пероксидін ыстық суда еріткенде литий гидроксиді мен газ бөлінеді. Егер 4,6 г литий гидроксиді 125 г суда ерітілсе, реакция теңдеуін жазып, литий гидроксидінің массалық үлесін анықтаңыз.

17. 18 г мыс пен мыс (II) оксидінің қоспасын ерітуге 50 г 90 % күкірт қышқылының ерітіндісі жұмсалды. Қоспадағы мыстың массасын табыңыз.

18. 3,92 г мыс (II) гидроксиді мен 150 см^3 25 % ($\rho=0,907\text{ г/см}^3$) аммиактың сулы ерітіндісі әрекеттескен тетрааминмыстың (II) гидроксиді ерітіндісі түзілді. Алынған тетраамин мыс (II) гидроксидінің массалық үлесін табыңыз.

19. 0,5 т хром алу үшін құрамында 30 % $(\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2)$ бар хромды темірдің қандай массасы қажет?

20. 400 г натрий хлоридінің ($w=20\%$) электролизі катодта қ.ж. $11,2\text{ дм}^3$ газ бөлінгенде тоқтатылды. Бастапқы тұздың ыдырау дәрежесін (%) табыңыз.

21. 22 г калий иодидін қышқыл ортада толық тотықсыздандыру үшін 0,5 н калий дихроматының қандай көлемі қажет?

22. 147 г калий дихроматынан CrO_3 қандай массасын алуға болады? Онымен этил спиртін қандай массасын альдегидке дейін тотықсыздандыруға болады?

23. Тұз толық аяқталғанша 200 г ($w=10\%$) хром сульфаты ерітіндісін электролиздеді (катодта металл бөлінді). Жұмсалған су массасын табыңыз.

24. 200 г хром (III) сульфатымен реакцияға түсу үшін қажет 2М КОН ($\rho=1,09\text{ г/см}^3$) ерітіндісі мен H_2O_2 ($w=3\%$, $\rho=1\text{ г/см}^3$) ерітіндісінің көлемдерін табыңыз.

25. 1 т хром алу үшін құрамында 15 % $(\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2)$ бар хромды темірдің қандай массасы қажет?

Жауаптар

2.1

1. а) 3,17; 2,56; 1,32; 1,32; б) 1,15; 2,04; 2,22; 3,57; в) 1,22; 2,04; 3,23; 3,23; г) 3,42; 2,04; 2,67; 1,17; д) 1,45; 1,87; 2,44; 2,47. 2. а) 10 моль; б) $1,495 \cdot 10^4$ моль; в) 0,5 моль; д) 0,2 моль; е) 0,05 моль; ж) 432 моль. 3. 0,118 моль және 0,045 моль. 4. 0,438 моль және 0,5 моль. 5. а) $5,37 \cdot 10^{18}$ молекула H_2 ; б) $4,03 \cdot 10^{19}$ молекула O_2 ; в) $5,64 \cdot 10^{19}$ молекула Cl_2 ; г) $1,21 \cdot 10^{20}$ молекула N_2O_3 . 7. 11,20 $дм^3$ H_2 ; 1,40 $дм^3$ CH_4 ; 0,80 $дм^3$ CO ; 0,75 $дм^3$ NO ; 0,7 $дм^3$ O_2 . 8. а) 0,536 моль; б) 0,015 моль; в) 44,643 моль; г) 1,25 моль. 9. 44,8 $дм^3$ N_2 ; 448 $дм^3$ O_2 ; 56 $дм^3$ CO . 10. 443,9 $см^3$. 11. 925 $см^3$. 12. 818,9 $дм^3$. 13. 632,5 $см^3$. 14. 0,29 $дм^3$. 15. 4,31 $дм^3$. 16. 82,29 кПа. 17. 839,49 $см^3$. 18. 374,14 $см^3$. 19. а) 1,34 моль; б) 16,9 моль; в) 432 моль; г) 0,05 моль. 20. 575,45 $см^3$. 21. 4029 г. 22. а) $2,7 \cdot 10^{-22}$; б) $1,3 \cdot 10^{-22}$ г; в) $4,7 \cdot 10^{-22}$ г; г) 42 г. 23. а) 0,125 моль; б) 17 моль; в) 0,4 моль; г) 0,15 моль. 24. 5,6 $дм^3$.

2.2

1. 42,05 а.м.б. 3. ауырлары: CO_2 , NO_2 , Cl_2 ; жеңілдері: CO ; NH_3 . 4. 15,33.5. 5.6. 116 г/моль. 8. 47 г/моль, 1,62. 9. 28 а.м.б. 11. 5,5. 13. а) 0,168 г; б) 1,23 кг; в) 1,456 кг. 16. 58 а.м.б. 17. 820,57 $дм^3$. 18. 9,94 г. 19. 71 а.м.б. 20. 935,7 $\cdot 10^3$ мм. Сынап бағанасы, 124,408 кПа. 21. 1000,7 г. 22. $22,953 \cdot 10^3$ кПа. 23. 293 К. 24. 114,187 кПа. 25. 64 а.м.б.

2.3

6. 5,6 $дм^3$; 11,2 $дм^3$; 11,2 $дм^3$. 7. 6,9 г/моль. 8. 103,6 г/моль. 9. 20 г/моль. 10. 9,0 г/моль. 11. 38,5 г/моль. 13. 19,5 г/моль. 17. 68,5 г/моль. 18. 64,5 г/моль. 19. 23 г/моль. 21. 32,7 г/моль. 22. 108,0 г/моль. 24. 0,28 г. 25. 32,7 г/моль.

5.1

1. 1506,98 кДж. 2. -1423,78 кДж; 63562 кДж. 3. -3123,52 кДж. 4. -45,29 кДж. 5. -206,13 кДж. 6. -175,97 кДж; 78,56 кДж. 7. -451,03 кДж. 8. -726,6 кДж. 9. 67,79 кДж. 11. 77,4 кДж. 12. 185 кДж/моль. 13. -92 кДж/моль. 14. -242 кДж/моль. 15. -46,5 кДж/моль. 16. 2706 кДж. 17. -393,32 кДж/моль. 18. -1095,7 кДж/моль. 19. -277,61

кДж/моль. **20.** -820.4 кДж/моль. **21.** -293,8 кДж. **22.** -46,175 кДж/моль. **23.** 90,37 кДж/моль. **24.** -74.88 кДж/моль.

7.1

4. 613 мл; 1387 мл. **5.** 1,52 моль/дм³. **6.** 210 мл. **7.** 125 см³. **8.** 403,2 л. **9.** 1. **10.** а) $3,7 \cdot 10^{-3}$; б) $4,9 \cdot 10^{-3}$. **11.** Су – 0,98; глюкоза – 0,02. **12.** N=0.14; T=0,44; C_m=9,0; C_M=C_{эк}= 7,0 н. **13.** 14,0 г КОН. **14.** 0,2 н. **15.** 40. **16.** 594 мл. **17.** 251 г кемиді. **18.** 2,84 г Na₂HPO₄; 3,28 г Na₃PO₄. **19.** 2,6. **20.** 11,50 г Na. **21.** 983 мл; 17 мл. **22.** 25,2 г NaHCO₃. **23.** 21,75 г K₂HPO₄. **24.** 20% ; 38%. **25.** 19,7 г BaCO₃; 5,2 г BaCl₂; 14,9 г KCl.

7.2

1,0,56 г. **2.** І ерітінді 10^{-4} есе. **3.** а) $2,5 \cdot 10^{-2}$; $4,0 \cdot 10^{-13}$; б) $3,2 \cdot 10^{-11}$; $3,0 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. **4.** 6,70; б) 2,09; в) 9,67. **5.** а) 10,66; б) 8,90; в) 5,97. **6.** а) 0,01 моль/дм³; б) 0,10 моль/дм³; в) 0,001 моль/дм³. **7.** 3,38. **8.** а) 10,78; б) 5,05; в) 2,52; г) 3,37. **9.** $2,2 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³. **10.** $5 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³. **11.** $1,34 \cdot 10^{-2}$ моль/дм³. **12.** $2 \cdot 10^{-2}$; 1,7; $5 \cdot 10^{-2}$; 1,3. **13.** 10^{-1} ; 1,0. **14.** 12,0. **15.** $3,37 \cdot 10^{-12}$; 11,47. **16.** 5,76. **17.** 9,41. **18.** 1,8:1. **21.** 0,001 моль/дм³.

9.1

5. 0,112 г H₂; 0,895 г O₂. **10.** 1,56 г; 1,04 г. **11.** 30 г/моль. **13.** 95,4 %. **14.** 25,0 %. **15.** 64 г/моль. **16.** 5,03г; 6,23 дм³; 3,13 дм³. **17.** 32,7 г/моль. **23.** 21,6%.

11.1

3,56 м³. **4.** 28% Li ; 72% Mg. **5.** LiH. **6.** 88,74 %. **7.** 254,4 г. **4,8** мэкв/дм³. **9.** 8,52 мэкв/дм³. **10.** 1,89 мэкв/дм³. **11.** 6,0 мэкв/дм³. **12.** 3,0 см³. **13.** 2,33 мэкв/дм³. **14.** 51,1 г. **15.** 2,5 мэкв/дм³. **16.** 8 мэкв/дм³. **17.** а) 18,0 мэкв/дм³; б) 20,0 мэкв/дм³; в) 1,39 мэкв/дм³. **18.** 1,2 мэкв/дм³. **19.** 6,0 мэкв/дм³. **20.** 296 кг. **21.** 16 мэкв/дм³. **22.** а) 20 мэкв/дм³; б) 6,0 мэкв/дм³; в) 4,8 мэкв/дм³. **23.** 6,00 г мэкв/дм³. **24.** 6,00 г CaCO₃. **25.** 8 моль/дм³.

11.2

3. 6,0 күкірт; 0,25 атм. 4. H_2SO_4 бар стакан температурасы көтеріледі. 5. 41,2 % O_2 ; 23,5% SO_2 ; 35,3 % SO_3 . 6. $\approx 547 \text{ м}^3$. 7. 42,8%. 8. 70,2%. 9. 40,0 %. 10. Цирконий иодиді. 11. $2,43 \text{ дм}^3$. 12. 7,1 %. 13. 2,84%. 14. фтор, хлор; $2,24 \text{ дм}^3$. 15. $584,0 \text{ см}^3$. 16. $1,4 \text{ дм}^3 \text{ Cl}_2$; $0,4 \text{ дм}^3 \text{ H}_2$; $1,2 \text{ дм}^3 \text{ HCl}$. 17. 26,73 % HCl ; $61,48 \text{ дм}^3 \text{ Cl}_2$. 18. 75%. 19. 116,5 г.

11.3

5. $3,7 \cdot 10^{-19}$. 6. 75,6 %. 7. 31,6 г KMnO_4 ; 17,0 г H_2O_2 . 8. $754 \text{ см}^3 \text{ HNO}_3$; $5,6 \text{ дм}^3 \text{ NO}$. 9. 883 кг. 10. 271,7 кг. 11. 90,0 %; 0,24 %. 12. 7,2 г Cu ; 9,0 г CuO ; 44,4% Cu ; 55,6% CuO . 13. 39,0 % Zn ; 61,0 % Cu . 14. CuSO_4 ($\omega=20\%$); $0,448 \text{ дм}^3 \text{ H}_2\text{S}$. 15. Cu_3Al . 16. 0,0375. 17. 12,5 г. 18. 4,7 %. 19. 3,59 г. 20. 73%. 21. 265 см^3 . 22. 100 г CrO_3 ; 69,0 г $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. 23. 2,76 г. 24. $2,55 \text{ дм}^3 \text{ KOH}$; $1,73 \text{ дм}^3 \text{ H}_2\text{O}_2$.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бірімжанов Б.А., Нурахметов Н.Н. Жалпы химия. – Алматы: Ана тілі. 1992. – 624 б.
2. Аханбаев К. Жалпы аорганикалық химия. – Алматы, 1999. – 558 б.
3. Дүйсебаев Қ.Ә., Нарманова К.М. Бейорганикалық химиядан 300 есеп. – Алматы, 2004. – 302 б.
4. Коровин Н.В. Общая химия. – М.: Высш. шк. 2003. – 557 с.
5. James E. H. Inorganic Chemistry. – Washington, 2004. – 647 pp.
6. Бекішев Қ.Б. Жалпы химия есептері мен жаттығулары. – Алматы: Қазақ ун-ті, 2009. – 158 б.
7. Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия. – М.: Дрофа, 2002. – 448 с.
8. Романцева Л.М. и др. Сборник задач и упражнений по общей химии. – М.: Высш. шк. 1991. – 43 с.
9. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. – 4-е изд. испр. – М.: Академия, 2001. – 743 с.
10. Гельфман М.И., Юстратов В.П. Химия. – СПб.: Лань, 2003. – 480 с.
11. Shriver D. F., Atkins P. W., and Langford C. H., Freeman W. H. Inorganic Chemistry, second edition. New York, 1994. – 913 pp.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	3
1. Бейорганикалық заттардың негізгі кластары	4
2. Химияның негізгі ұғымдары мен заңдары.....	9
2.1. Моль. Авогадро заңы. Газдың молдік көлемі.....	9
2.2. Газ күйіндегі заттардың молекулалық массасын анықтау	15
2.3. Эквивалент заңы бойынша есептеулер.....	20
3. Атом құрылысы.....	25
3.1. Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесі	25
3.2. Периодтық заң.....	30
4. Химиялық байланыс	34
5.Химиялық термодинамика элементтері. Химиялық кинетика. Химиялық тепе-теңдік	37
5.1.Термохимия.Термохимия заңдары.....	37
6. Химиялық реакция және олардың жүру заңдылықтары.....	47
7. Ерітінділер.....	54
7.1.Электролиттік диссоциация.....	54
7.2.Сутектік көрсеткіш. Буферлі ерітінділер.....	58
7.3. Тұздар гидролизі.....	63
7.4. Ерігіштік көбейтінді. Тұнбаның түзілу шарттары.....	69
8. Тотығу-тотықсыздану реакциялары.....	78
9. Электрохимиялық процестер.	84
9.1.Электродтық потенциал. Гальваникалық элемент	84
9.2. Электролиз.....	88
10. Комплексті қосылыстар.....	94
10.1 Комплексті қосылыстардың ерітінділері.....	95
11. Химиялық элементтер және олардың қосылыстары.....	103
11.1. Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесінің s-элементтері.....	103
11. 2. Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесінің р-элементтері.....	108
11.3. Д.И. Менделеевтің периодтық жүйесінің d-элементтері	113
Жауаптар.....	121
ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР.....	124