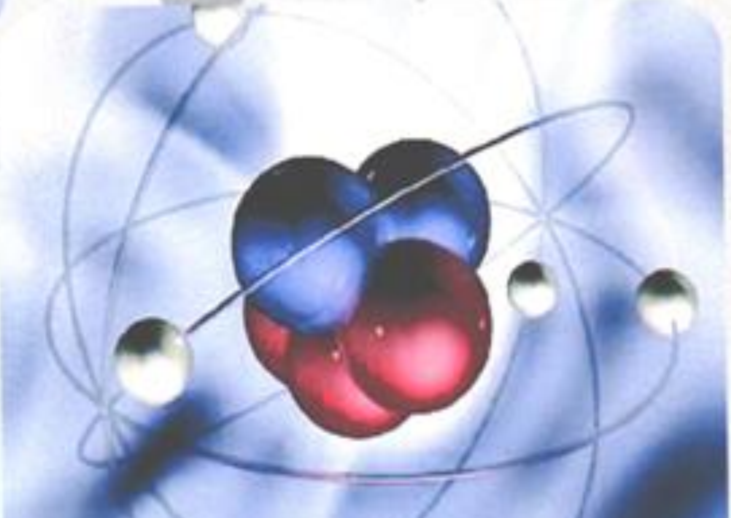
ХИМИЯ

Арстанбекова Н.Б.

Химия боюнча маселелер жыйнагы

Жогорку окуу жайларынын студенттери үчүн окуу куралы



КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН БИЛИМ ЖАНА ИЛИМ МИНИСТРЛИГИ

ЖАЛАЛАБАТ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

Арстанбекова Н.Б.

ХИМИЯ БОЮНЧА МАСЕЛЕЛЕР ЖЫЙНАГЫ

Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим Министрлигинин чечими менен жогорку окуу жайларынын студенттери үчүн окуу куралы катарында бекитилген

УДК 546
ББК 74. 265.7.
А-85

Басууга Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим Министрлиги сунуш кылган.

Сын-пикир жазгандар:

А.С.Сатывалдиев – И.Арабаев атындагы КМУнун химия жана окутуунун технологиясы кафедрасынын башчысы, химия илимдеринин доктору, профессор, Илим жана техника боюнча Мамлекеттик сыйлыгынын лауреаты.

А.Токтомаматов – ОшТУнун профессору, х.и.д.

Арстанбекова Н.Б.
А-85. Химия боюнча маселелер жыйнагы: Жогорку окуу жайларынын студенттери үчүн окуу куралы. / Кырг. Респ.билим берүү жана илим Министрлиги, Жалал-Абад мамлекеттик университети. Толукталып экинчи басылышы. –Б.:2017. –231б.

ISBN 9967-414-45-6

Бул окуу куралы жогорку окуу жайларынын 550 100 Табигый-илимий билим берүү багытындагы химия, биология жана география адистигиндеги студенттер үчүн арналып, программага ылайык жалпы химия боюнча эсептер жана аларды чыгарууга зарыл болгон теориялык кыскача материалдар берилген. Алгачкы бөлүмдө химиялык маселелердин негизги түрлөрү, аларды чыгаруунун негизги жолдору каралат.

Окуу куралында химиянын негизги түшүнүктөрү жана закондору, атомдун түзүлүшү, химиялык элементтердин Д.И.Менделеев түзгөн мезгилдик системасы, химиялык байланыш, химиялык процесстердин негизги закон ченемдүүлүктөрү, эритмелер, кычкылдануу-калыбына келүү процесстери, комплекстүү бирикмелер боюнча 200дөн ашуун маселелер жана көнүгүүлөрдүн чыгарылыштары көрсөтүлгөн. Ошондой эле студенттер үчүн өз алдынча иштөөгө 180ден ашуун тапшырмалар берилген.

Окуу куралын жогорку окуу жайларынын студенттери, окутуучулары, аспиранттар жана ошондой эле колледждин, жалпы билим берүүчү мектептердин мугалимдери, жогорку класстын окуучулары пайдалана алышат.

А 4306011500 **УДК 546**
ISBN 9967-414-45-6 **ББК 74. 265.7.**

©Арстанбекова Н.Б.
© Жалалабат мамлекеттик университети, 2017

КИРИШ СӨЗ

Мамлекетибиздин эгемендүү болушу менен билим берүү системасына көптөгөн жооптуу милдеттер жүктөлдү. Алардын бири – мамлекеттик тилде чыккан окуу китептеринин бүгүнкү талапка, шартка ылайык ар түрдүү багыттарда болушу.

Учурда химиялык маселелерди чыгаруу боюнча кыргыз тилинде жазылган окуу куралдары Г.И.Штремплердин окуу куралын кошпогондо жокко эсе. Ошондуктан студенттер окуу процессинде бир топ кыйынчылыктарга дуушар болушууда. Мына ушул зарылдыкты эске алуу менен «Химия боюнча маселелер жыйнагы» түзүлдү.

Аталган окуу куралы жогорку окуу жайларынын 550100 Табигый-илимий билим берүү багытындагы химия, биология жана география адистигиндеги студенттер үчүн арналып, жалпы химия курсу боюнча мамлекеттик билим берүү стандартынын негизинде түзүлдү.

Окуу куралы автордун көп жылдар бою Жалал-Абад мамлекеттик университетинде өткөрүлгөн лекциялык жана практикалык иш тажрыйбаларынын жыйындысы болуп эсептелет.

Окуу куралынын максаты – болочоктогу мугалимдерди химиялык маселелерди чыгаруунун мектеп курсундагы эң жөнөкөй ыкмаларынан татаал ыкмаларына чейин ой жүгүртүүгө, анализдеп чыгара билүүгө үйрөтүү жана методикалык жактан жардам көрсөтүү болуп эсептелет.

Маселелер жыйнагы 9 бөлүмдөн турат.

1- бөлүмдө атайын маселелерди чыгаруунун методикасынын жалпы көрсөтмөлөрү берилди, анткени маселелерди чыгаруунун методикасы боюнча элементардык түшүнүктөр, маселелерди чыгаруунун ыктарын өздөштүрбөй туруп, маселелерди чыгаруу мүмкүн эмес. Ошондуктан бул бөлүмдө маселелердин түрлөрү, аларды чыгаруунун жолдору, азыркы кездеги терминологиялык белгилөөлөр, бирдиктердин Эл аралык системасы (СИ), эсептеп чыгарууда колдонулуучу негизги жана туунду формулалар көрсөтүлдү.

Калган бөлүмдөр программага ылайык тандалып, теориялык маалыматтар менен башталат, мында теориялык маалыматтарды кыскача гана берүүнү туура көрдүк, анткени кыргыз тилинде төмөндөгү авторлордун: С.М.Молдобаев, Э.К.Кыдырмышев «Аналитикалык химия» (Бишкек, 1997), Ү.А. Асанов, Т.Т. Кудайбергенов, К.Р.Рысмендеев «Жалпы химия» (Бишкек, 1998), Ү.А.Асанов, А.Сатывалдиев, А.З. Жуманазарова «Физикалык химия» (Б., 2000) окуу китептери жарыкка чыккандыгына байланыштуу, студенттер ал окуу китептеринен толук теориялык билимдерди ала алышат. Биз терминдердин кыргызча аталышын берүүдө жогорудагы авторлордун окуу китептерин пайдалануу менен, айрым терминдердин аталышын берүүдө өзүбүздүн варианттарды сунуш кылдык.

Окуу куралында 200дөн ашуун маселелердин чыгарылыштары кеңири түшүндүрмөсү менен бир нече ыкмалар аркылуу көрсөтүлгөн. Кээ бир эсептердин берилиштери маселелер жыйнагынан, ал эми айрымдары автордун өзү тарабынан түзүлгөн. Ошондой эле ар бир бөлүмдүн аягында өз алдынча иштөөгө тапшырмалар берилген.

Аталган окуу куралы кандайдыр бир деңгээлде студенттерге, орто мектептин мугалимдерине жана жогорку класстын окуучуларына өз жардамын бере алат деген ойдобуз.

Окуу куралын редакциялоодо берген кеп - кеңештери үчүн химия илимдеринин доктору, профессор А.Сатывалдиевге, химия илимдеринин доктору, профессор А.Токтомаматовдорго терең ыраазычылыгымды билдиремин.

Окуу куралынын мазмунун мындан ары жакшыртууга сын-сунуштарды күтөбүз.

Жалал-Абад шаары,
Жалал-Абад мамлекеттик университети,
«Химия» кафедрасы
Тел.: (3722) 5 08 43, (0771) 417771
e-mail: arstanbekovan@mail.ru

1 - БӨЛҮМ

МАСЕЛЕЛЕРДИ ЧЫГАРУУНУН МЕТОДИКАСЫНА ЖАЛПЫ КӨРСӨТМӨЛӨР

1.1. Химиялык маселелердин түрлөрү

Химиядан билим берүү процессинде маселелерди чыгаруунун эң чоң мааниси бар. Учурда мектептердеги химия мугалимдери маселелерди чыгарууга жетиштүү даражада көңүл бурушпайт, бирдиктердин эл аралык системасын колдонууда, эсептөөнүн элементардык техникасын, математикалык эрежелерди колдонууда бир топ кыйынчылыктарга дуушар болушат. Натыйжада биздин студенттерибиз мектептерде педагогикалык практикада болгон учурда окуучулардын жөнөкөй маселелерди чыгаруудан кыйналгандыгын баса белгилешүүдө. Кирүү экзамендериндеги талапкерлердин химиядан билим деңгээлинин төмөндүгү, жыл сайын өткөрүлүүчү олимпиадалардагы начар көрсөткүчтөр, окуучулардан алган анкеталардын негизинде төмөндөгүдөй жыйынтыкка келдик:

- Химиялык маселелерди чыгарууда анализ жүргүзүлбөйт. Окуучулар маселени чыгаруунун максаты туура жоопту алууда деп эсептешет.
- Маселени чыгарууда анын химиялык жана математикалык бөлүгү эске алынбайт. Мында окуучулар маселенин маңызын түшүнбөстөн туруп, математикалык эсептөөлөрдү жүргүзүүгө умтулушат.
- Маселелердин берилишин жазууда химиялык тилге, физикалык чоңдуктарга көңүл бурулбайт.
- Маселелердин чыгарылыштары боюнча ой жүгүртүү дайыма логикалуу эмес, математиканын жана химиянын элементардык эрежелери сакталбайт.

Ал эми окуу процессинде көпчүлүк учурларда окуучулар, студенттер жана мугалимдер химиялык маселелерди чыгарууда математикалык амалдарды, физикалык чоңдуктарды туура эмес пайдаланышат.

Химиядан маселелерди чыгаруунун проблемалары, алардын классификациялары көптөгөн методикалык адабияттарда, диссертациялык изилдөөлөрдө [6,7,11,12,16,17] чагылдырылган. П.Я.Гальперин, Е.Н.Кабанова-Меллер, С.А.Рубинштейн, Н.Ф. Талызиналар маселелерди чыгарууну таанып - билүү иш аракеттеринин негизги шарты катарында эсептешет. Психологиялык жана методикалык адабияттардын анализинин негизинде химиялык маселеге төмөндөгүдөй аныктама берүүгө болот: ***химиялык маселе*** **-** химиянын методдорунун, законторунун, теорияларынын негизинде ой жүгүртүү жана практикалык иш аракеттерди талап кылган, билимдерди бышыктоого жана кеңейтүүгө багытталган проблемалык жагдайдын модели.

Маселе чыгаруу – окутуунун жана тарбиялоонун максаты, каражаты болуп эсептелет, аны чыгарууда төмөндөгүдөй *дидактикалык принциптер* ишке ашырылат:

- терең билимге жетишүү;
- өз алдынчалуулукту жана активдүүлүктү камсыз кылуу;
- окутуунун турмуш менен байланышын ишке ашыруу;
- кесиптик багыт берүү.

Маселелердин атайын иштелип чыккан классификациясы жок, бирок бардык маселелерди *сандык* жана *сапаттык* маселелер деп эки топко бөлүүгө болот.

Химияны окутуунун методикасында химиялык маселелер түрдүү методисттер тарабынан бир канча типтерге бөлүнүп келген. Булардын ичинен биз Ю.П.Плетнер, В.С.Полосин бөлгөн типти колдонуу ыңгайлуу деп эсептейбиз [12].

Алар *маселелерди* төмөндөгүдөй *типтерге* бөлүшкөн:

1-тип: Химиялык формулалар боюнча эсептөөлөр.

2-тип: Берилген концентрациядагы эритмелерди даярдоо үчүн эриген заттын жана эриткичтин массаларын эсептөө.

3-тип: Реакцияга кирген жана пайда болгон газдардын көлөмдүк катышын табуу. Газдардын салыштырмалуу тыгыз-дыгын эсептөө.

4-тип: Заттын салыштырмалуу молекулалык массасын жана молекулалык формуласын табуу.

5-тип: Реакциянын продуктусунун чыгышын теориялык алынышына салыштырып эсептөө.

6-тип: Реакцияга кирүүчү заттардын бири ашыкча алынган учурдагы пайда болгон продуктунун массасын аныктоо.

7-тип: Заттын санын аныктоо.

8-тип: Газ абалында пайда болгон заттарды көлөмдүк бирдиктер менен эсептөө.

1.2. Химиялык маселелерди чыгарууда колдонулуучу физикалык-химиялык чоңдуктар жана алардын өз ара байланыштары

Химиядан маселелерди чыгарууда математикалык, физикалык билимдердин терең болушу талап кылынат. Себеби маселелерди чыгарууда математикалык түшүнүктөр, физика курсундагы СИ системасынын бирдиктери колдонулат (табл.1).

Таблица №1- Физикалык-химиялык чоңдуктардын шарттуу белгилеништери жана алардын бирдиктери

к/п	Чоңдуктардын аталышы	Белгилениши, бирдиктери
1.	*Заттын массасы*	m кг, (г)
2.	*Цельсий боюнча температура*	t^0 С
3.	*Кельвин боюнча температура*	T К
4.	*Салыштырмалуу атомдук масса*	A_r *өлчөмү жок*
5.	*Салыштырмалуу молекулалык масса*	M_r *өлчөмү жок*
6.	*Заттын саны*	n *же* v *моль*
7	*Авогадро саны*	N_A; $6{\cdot}10^{23}$*моль*$^{-1}$ *(молек., атом, ион.)*
8.	*Молярдык масса*	*M кг/моль (г/моль)*
9.	*Көлөм*	V *м*^{3} *(л, мл)*
10.	*Молярдык көлөм*	$V_м$ *м*^{3}*/моль (л/моль)*
11.	*Тыгыздык*	ρ *кг/м*^{3} *(г/мл; г/л)*
12.	*Салыштырмалуу тыгыздык*	D *өлчөмү жок*
13.	*Басым*	*P Па (атм;мм.сым.мам)*

1	2	3
14.	*Массалык үлүш (заттагы элементтин, аралашмадагы заттын)*	*ω өлчөмү жок*
15.	*Көлөмдүк үлүш*	*φ (фи) өлчөмү жок*
16.	*Продуктунун чыгышы*	*η (эта) өлчөмү жок*
17.	*Пайда болуу жылуулугу. Күйүү жылуулугу*	*q,Q дж/кг (кДж/кг)*
18.	*Молярдык концентрация*	$c_м$ *с/м*^{3} *(моль/л)*
19.	*Молялдык концентрация*	$C_{Мл}$ *моль/кг*
20.	*Нормалдык концентрация*	$C_н$ *г/экв · мл (н)*
21.	*Эритменин титри*	*Т г/мл*
22.	*Убакыт*	*τ сек*
23.	*Ток күчү*	*I ампер*
24.	Узундук	*l* метр
25.	*Химиялык реакциянын ылдамдыгы*	*ϑ моль/м*^{3}*·сек; (моль/л·сек)*
26.	*Валенттүүлүк*	*В өлчөмү жок*
27.	*Терс электрлүүлүк*	*χ (хи)*
28.	*Диполдук момент*	*D (дебай)* *1D=3,33·10*$^{-30}$ *Кл·м*
29.	*Эригичтик*	*S г/л*
30.	*Диссоциация даражасы*	*α*
31.	*Гидролиз даражасы*	*h*
32.	*Потенциал*	*В*
33.	*Энтальпия*	*H дж/моль*

Таблица №2- Химиялык эсептерди чыгарууда колдонулуучу негизги жана туунду формулалар

Чоңдуктар	**Негизги жана туунду формулалар**
1	2
Масса **(m)**	$m = m_a \cdot N; \quad m = V \cdot \rho; \quad m = \nu \cdot M$ $m = M \cdot \frac{V}{V_м}; \quad m = M \cdot \frac{N}{N_A}; \quad m = c \cdot M \cdot V$
Бөлүкчөлөрдүн абсолюттук массалары **(m_a)**	$m_a = \frac{m}{N}; m_a = \frac{M}{N_A}; \quad m_a = A_r \cdot \frac{1}{12} m_a \cdot (C)$
Заттын саны **(ν, n)**	$\nu = \frac{m}{M}; \quad \nu = \frac{V}{V_м}; \quad \nu = \frac{N}{N_A}$
Көлөм **(V)**	$\nu = \frac{m}{M}; \quad V = \nu \cdot V_м; \quad V = V_м \cdot \frac{m}{M}; \quad V = V_м \cdot \frac{N}{N_A}$
Молярдык көлөм **(Vм)**	$V_м = \frac{V}{\nu}; \quad V_м = \frac{M}{\rho}; \quad V_м = V \cdot \frac{M}{m}; \quad V_м = V \cdot \frac{N_A}{N}$
Бөлүкчөлөрдүн саны **(N)**	$N = \frac{m}{m_a}; \quad N = \nu \cdot N_A; \quad N = N_A \cdot \frac{m}{M};$
Авогадро саны **(N_A)**	$N_A = \frac{N}{\nu} \quad N_A = \frac{M}{m_a}; \quad N_A = N \cdot \frac{M}{m}; \quad N_A = N \cdot \frac{V_м}{V}$
Салыштырма-луу молекулалык масса **(M_r)**	$M_r = \frac{m_a}{\frac{1}{12} m_a \cdot (C)}; \quad M_r = 29 \cdot D_{аба}$
Салыштырмалуу тыгыздык (D)	$D = \frac{\rho_1}{\rho_2}; \quad D = \frac{M(1)}{M(2)} = \frac{M_r(1)}{M_r(2)};$ $D_{H_2}(X) = \frac{M(X)}{M(H_2)} = \frac{M(X)}{2};$

Заттагы элементтин массалык үлүшү (ω)	$\omega = \dfrac{m(элемент)}{m(зат)}$; $\omega = \dfrac{n \cdot A_r}{M_r}$; $n = \dfrac{\omega \cdot M_r}{A_r}$ $m(элемент) = n \cdot A_r$
Продуктунун чыгышы (η)	$\eta = \dfrac{m(практ.)}{m(теор.)} \cdot 100\%$; $\eta = \dfrac{V(практ.)}{V(теор.)} \cdot 100\%$
Эритмедеги эриген заттын массалык үлүшү(ω)же %-тик концентрация **(с%)**	$\omega = \dfrac{m(зат)}{m(эритме)}$; $\omega = \dfrac{m(зат)}{m(зат) + m(H_2O)}$; $m(эритме) = V \cdot \rho$ $\omega = \dfrac{m(зат)}{V \cdot \rho}$
Молярдык концентрация **(c_M)**	$c_M = \dfrac{\nu}{V}$; $c_M = \dfrac{m}{M \cdot V}$; $c_M = \dfrac{10 \cdot \rho \cdot \omega}{M}$
Моляльдык концентрация **($c_{Мл}$)**	$c_{Мл} = \dfrac{m_1}{M \cdot m_2}$; $c_{Мл} = \dfrac{m_1 \cdot 1000}{M \cdot m_2}$
Нормалдык концентрация **($c_н$)**	$c_H = \dfrac{m}{m_Э \cdot V}$; $c_H = \dfrac{m}{M \cdot Э \cdot V}$; $c_H = \dfrac{m}{Э \cdot V}$; $c_H = \dfrac{10 \cdot \rho \cdot \omega}{m_Э}$
Эритменин титри **(Т)**	$T = \dfrac{m}{V}$; $T = \dfrac{c_H \cdot Э}{1000}$
(G)	$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$
Диполдук момент **(μ)**	$\mu = \bar{e} \cdot \ell$
Эрүү жылуулугу **(Q)**	$Q = q\dfrac{M}{m}$; $Q = \dfrac{c \cdot m_{эриткич} \cdot \Delta t \cdot M}{m_{э.зат}}$

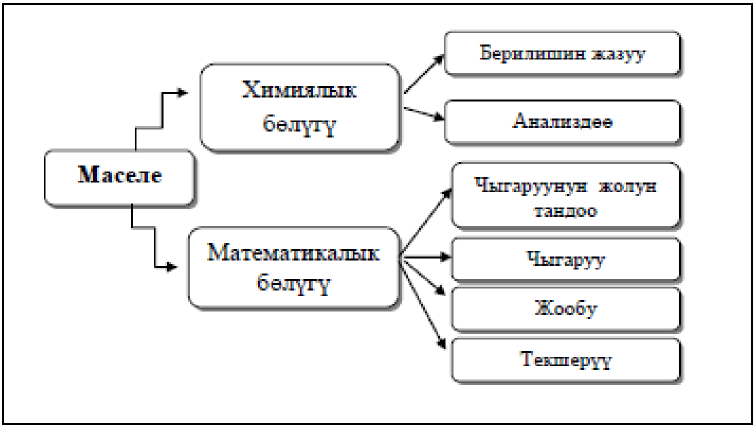
1.3. Химиялык маселелерди чыгаруунун жолдору.

1.3.1.Маселени анализдөө жана анын шарттарын жазуу

Химиялык маселелерди чыгарганда аны эки бөлүккө бөлүп караган ыңгайлуу болуп эсептелет (1-сүр.):

1) маселенин *химиялык* бөлүгү;

2) маселенин *математикалык* бөлүгү.



1-сүрөт. Химиялык маселелерди чыгаруунун бөлүктөрү

Маселени чыгарууда эң биринчи анын *шартын* анализдөө керек, андан кийин гана маселени чыгаруунун планын түзүү зарыл. Маселелерди чыгарууда төмөндөгүдөй *ырааттуулукту* сактоо талап кылынат:

➢ Эсептин шартында берилген *сандык маалыматтарды жазуу (маселенин сандык жагы)*;

➢ Эсепти чыгарууга зарыл болгон *заттардын формулаларын, химиялык реакциялардын* теңдемелерин жазуу *(маселенин сапаттык жагы);*

➢ Формулалар, теңдемелер, пропорциялар, закондор түрүндө маселенин *сандык жана сапаттык маалыматтарынын ортосундагы* өз ара *байланыштар*;

➢ Эсепти *чыгаруунун алгоритми* б.а. аны чыгаруунун ирээттүүлүгү (маселенин акыркы суроосунан биринчисине карата иштелип чыгарылат).

Бир эле химиялык маселе бир канча жолдор менен чыгарылышы мүмкүн. Маселелерди чыгаруунун жолдору математикалык жактан даярдыктарга жараша тандалып алынат.

Маселелерди чыгаруунун бир канча *ыкмаларын* карап көрөлү.

1- жол: Пропорция түзүү жолу

Химиялык маселелерди чыгаруунун бул жолу мугалимдер тарабынан кеңири колдонулуп келүүдө.

Пропорция – a:b = c:d түрүндөгү теңдештик, мында a,b,c,d– белгилүү сандар, a,d≠0 пропорциянын четки, ал эми b,c– ортоңку мүчөлөрү. Пропорциянын четки мүчөлөрүнүн көбөйтүндүсү анын ортоңку мүчөлөрүнүн көбөйтүндүсүнө барабар.

Пропорциянын жардамы менен маселелерди чыгарууда төмөндөгү ырааттуулукту сактоо зарыл:

- ✓ пропорционалдуулук көз карандылыкты табуу;
- ✓ пропорция түзүү;
- ✓ пропорцияны чыгаруу.

Төмөнкү химиялык маселенин ***тогуз жол*** менен чыгарылышын карап көрөлү.

<u>Маселе.</u> Кендин бир түрүн анализдегенде, анда 2,8г темирдин бар экендиги табылган. Бул темирдин (III) оксидинин кандай массасына туура келет?

Берилди: $m(Fe) = 2{,}8г$; ***Табуу керек:*** $m(Fe_2O_3) - ?$

Чыгарылышы:

M(Fe)=56г/моль; M(Fe_2O_3)=160г/моль

1) m=ν·M ; $m(Fe_2O_3) = 1моль \cdot 160г/моль = 160г$;

1моль Fe_2O_3 тө 2моль Fe бар экендиги белгилүү болсо, анда

$$m(Fe) = 2моль \cdot 56г/моль = 112г$$

2) Заттын формуласы боюнча пропорционалдуулук көз карандылыкты табабыз:

160 г Fe_2O_3 ———————— 112г Fe болсо, анда

x г Fe_2O_3 ———————— 2,8г Fe

Пропорцияны 3 багытта түзсө болот:

1 - багыт: $\frac{160гFe_2O_3}{xгFe_2O_3} = \frac{112гFe}{2,8гFe}$

2 - багыт: $160:112 = x(Fe_2O_3):2,8$

3 - багыт: $x(Fe_2O_3):160(Fe_2O_3) = 2,8(Fe):112(Fe)$

Пропорциянын эрежесин колдонуу менен маселени чыгарабыз:

$$x(Fe_2O_3) = \frac{160г \cdot 2,8г}{112г} = 4гFe_2O_3;$$

Жообу: 4г Fe_2O_3

2- жол: Массалардын катышын колдонуу жолу

Бул жол менен маселелерди чыгарууда *составдын туруктуулук закону* колдонулат. Маселенин шартына ылайык формула боюнча темирдин жана темирдин (III) оксидинин массаларынын катышын табабыз.

Берилди: $m(Fe) = 2,8г$; ***Табуу керек:*** $m(Fe_2O_3) - ?$

Чыгарылышы:

M(Fe)=56г/моль; M(Fe_2O_3)=160г/моль

1моль Fe_2O_3 тө 2 моль Fe ди кармап турат; $m = \nu \cdot M$

болгондуктан, $m(Fe_2O_3) = 1моль \cdot 160г/моль = 160г;$

$m(Fe) = 2моль \cdot 56г/моль = 112г;$

$m(Fe):m(Fe_2O_3) = 112:160 = 1:1,43$

демек, $m(Fe) < m(Fe_2O_3)$ анда, $m(Fe_2O_3) = 2,8 \cdot 1,43 = 4г$

Жообу: 4г Fe_2O_3

3- жол: Массаларды салыштыруу жолу

Маселелерди чыгаруунун бул жолунда берилген заттардын массалары формула же теңдеме аркылуу табылган *массалары менен салыштырылат.*

Берилди: $m(Fe) = 2,8г$; ***Табуу керек:*** $m(Fe_2O_3) - ?$

Чыгарылышы: $M(Fe) = 56г/моль$; $M(Fe_2O_3) = 160г/моль$

1моль Fe_2O_3 тө 2моль Fe бар, формула боюнча:

$m = \nu \cdot M$ анда $m(Fe_2O_3) = 1моль \cdot 160г/моль = 160г$;

$m(Fe) = 2моль \cdot 56г/моль = 112г$; $2{,}8гFe < 112гFe$ б.а.40 эсе аз

2,8г Fe ди алуу үчүн: $m(Fe_2O_3) = 160:40 = 4г$

Жообу: 4г Fe_2O_3

4- жол: “Заттын саны” чоңдугу жана анын бирдиги “молду” колдонуу жолу

Бул жол менен маселелерди чыгарганда *«заттын саны», «моль», «молярдык масса»* түшүнүктөрү колдонулат. Бул жолдун *артыкчылыгы* химиялык формулалардын жана теңдемелердин сандык жана сапаттык составына көбүрөөк көңүл бурулат.

Берилди: $m(Fe) = 2{,}8г$ ***Табуу керек:*** $m(Fe_2O_3) - ?$

Чыгарылышы: $M(Fe) = 56г/моль$; $M(Fe_2O_3) = 160г/моль$

2,8г Fe де канча моль бар экендигин аныктайбыз, б.а.

$$\nu(Fe) = \frac{2{,}8г}{56г/моль} = 0{,}05моль$$

Формула боюнча,1моль Fe_2O_3 тө 2 моль Fe бар, анда 0,05 моль Fe 0,025моль Fe_2O_3 тө болот, б.а.

$$1мольFe_2O_3 ____________ 2мольFe$$

$$хмольFe_2O_3 ____________ 0{,}05мольFe$$

$$x = \frac{1 \cdot 0{,}05}{2} = 0{,}025мольFe_2O_3$$

$m = \nu \cdot M$ формуласы боюнча:

$$m(Fe_2O_3) = 0{,}025моль\ Fe_2O_3 \cdot 160г/моль = 4гFe_2O_3$$

Жообу: 4г Fe_2O_3

5- жол: Бирдикке келтирүү жолу

Бул жол өтө жөнөкөйлүгү менен айырмаланып, химияны окутуунун алгачкы этаптарында кеңири колдонулат.

Берилди: $m(Fe) = 2{,}8г$ ***Табуу керек:*** $m(Fe_2O_3) - ?$

Чыгарылышы: $M(Fe) = 56г/моль$; $M(Fe_2O_3) = 160г/моль$

160г Fe_2O_3 тө 112г Fe болсо, 1г Fe деги Fe_2O_3 тү таап алып, аны заттын берилген массасына көбөйтүп коёбуз, б.а.

$$\frac{160гFe_2O_3}{112гFe} \cdot 2{,}8гFe = 3{,}99 \approx 4г$$ *Жообу:* 4г Fe_2O_3

6- жол: Пропорционалдуулук коэффициентин (k) колдонуу жолу

Пропорционалдуулук коэффициенти $k = y/x$ катышы менен туюнтулат. Ал эми пропорционалдуулук коэффициентин химиялык эсептөөлөрдө пайдаланганда төмөндөгү формуланы колдонобуз:

$$k = \frac{m}{M_r} \text{ же } k = \frac{m}{n \cdot A_r};\ k = \frac{m}{\nu \cdot M};\ \text{мындан } m = k \cdot n \cdot A_r,\ m = k \cdot \nu \cdot M$$

мында $m -$ *маселенин шартында берилген заттын массасы;*
$n -$ *элементтин атомдорунун саны;* $\nu -$ *заттын саны.*

Берилди: $m(Fe) = 2{,}8г$ ***Табуу керек:*** $m(Fe_2O_3) - ?$

Чыгарылышы: $M(Fe) = 56г/моль;\ M(Fe_2O_3) = 160г/моль$

$$k = \frac{2{,}8}{2 \cdot 56} = 0{,}025;\ m(зат) = k \cdot \nu \cdot M = 0{,}025 \cdot 1 \cdot 160 = 4г$$

Жообу: 4г Fe_2O_3

7- жол: График түзүү жолу

Химиялык маселелерди *графиктик жол* менен да чыгарууга болот. График түзүүдө заттардын сандарынын ортосундагы көз карандылыктардын функциясын түзүү зарыл. Ар кандай пропорционалдуу өзгөрүлмө чоңдуктардын көз карандылыгы $y = kx$ формуласы менен туюнтулат.

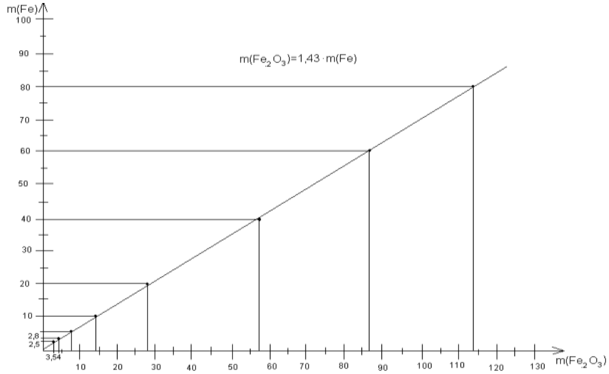
Берилди: $m(Fe) = 2{,}8г$ ***Табуу керек:*** $m(Fe_2O_3) - ?$

Чыгарылышы: $M(Fe) = 56г/моль;\ M(Fe_2O_3) = 160г/моль$

Маселенин шартына ылайык, $m(Fe_2O_3) = k \cdot m(Fe)$; $k = 160/112 = 1{,}43$; андан соң пропорционалдуулук коэффициентин колдонуп, таблица түзөбүз: $m(Fe_2O_3) = 1{,}43 \cdot m(Fe)$

m(Fe)	0	2,5	2,8	5	10	20	40	60	80	100	112
$m(Fe_2O_3)$	0	3,57	4,0	7,15	14,3	28,6	57,2	85,8	114,4	143	160

Бул таблицага ылайык график түзөбүз. Абсцисса огуна *$m(Fe_2O_3)$*, ал эми ордината огуна *m(Fe)*, ордината огундагы *Fe* дин 2,8г массасы менен 4г *Fe_2O_3* түн массаларынын кесилиш чекиттерин табабыз.



2-сүрөт. Темирдин массасы менен темирдин (III) оксидинин массаларынын ортосундагы көз карандылык.

Химиялык маселелерди графиктик жол менен чыгаруу химиялык өндүрүш процесстеринде кеңири колдонулат.

8- жол: Алгебралык формула түзүү жолу

Бул жол менен *татаал жана олимпиадалык маселелер* чыгарылат. Мында маселенин берилиши боюнча заттагы элементтин массалык үлүшүн аныктап алабыз:

$$\omega(эл) = \frac{n \cdot A_r(эл)}{M_r(зат)}$$

Заттын массасын жана элементтин массалык үлүшүн билүү менен, бул элементтин массасын аныктоого болот:

$$m(эл) = m(зат) \cdot \omega(эл)$$

$$же \quad m(эл) = m(зат) \cdot \frac{n \cdot A_r(эл)}{M_r(зат)}$$

Берилди: $m(Fe) = 2{,}8г$ ***Табуу керек:*** $m(Fe_2O_3) - ?$

Чыгарылышы: $M(Fe) = 56г/моль$; $M(Fe_2O_3) = 160г/моль$

Маселенин шартында заттын массасын аныктоо керек болгондуктан, жогорудагы формуладан заттын массасын аныктайбыз:

$$m(зат) = \frac{m(эл) \cdot M_r(зат)}{n \cdot A_r(эл)}$$

$$m(Fe_2O_3) = \frac{2{,}8 \cdot 160}{2 \cdot 56} = 4г Fe_2O_3$$

Жообу: 4г Fe_2O_3

9- *жол:* Эквиваленттер законун колдонуу жолу

Маселелерди эквиваленттер законун колдонуп да чыгарууга болот. Бул жол менен маселе чыгарууда *эквивалент, эквиваленттик масса* түшүнүктөрү колдонулат жана алардын маанилери ачып көрсөтүлүү менен маселелер чыгарылат.

Эквиваленттер закону боюнча: $m_1/m_2 = Э_1/Э_2$

мында m_1, m_2 – *жөнөкөй жана татаал заттардын массалары;*

$Э_1, Э_2$ – *бул заттардын эквиваленттик массалары.*

Берилди: $m(Fe) = 2{,}8г$; ***Табуу керек:*** $m(Fe_2O_3) - ?$

Чыгарылышы: $M(Fe) = 56г/моль$; $M(Fe_2O_3) = 160г/моль$

Адегенде маселенин шартында берилген заттардын эквиваленттерин аныктайбыз:

$$Э(Fe) = \frac{A_r}{B} = \frac{56}{3} = 18{,}6 \qquad Э(Fe_2O_3) = \frac{M_r}{B_{Me} \cdot n} = \frac{160}{3 \cdot 2} = 26{,}6$$

$$\frac{m(Fe)}{m(Fe_2O_3)} = \frac{Э(Fe)}{Э(Fe_2O_3)};$$

$$\frac{2{,}8г Fe}{m(Fe_2O_3)} = \frac{18{,}6}{26{,}6} \Rightarrow m(Fe_2O_3) = 4г Fe_2O_3$$

Жообу: 4г Fe_2O_3

Ошентип, биз жогоруда химиялык маселелерди чыгаруунун тогуз жолу менен таанышып чыктык.

2 - БӨЛҮМ

ХИМИЯНЫН НЕГИЗГИ ТҮШҮНҮКТӨРҮ ЖАНА ЗАКОНДОРУ

2.1. Химиянын негизги түшүнүктөрү

- ***Атом*** **-** оң заряддалган ядродон жана терс заряддалган электрондордон турган электронейтралдуу бөлүкчө.
- ***Молекула*** **-** заттын бардык химиялык касиеттерин ичине камтыган бирдей же ар түрдүү элементтин атомдорунан турган заттын эң кичинекей бөлүкчөсү.
- ***Химиялык элемент*** **-** бирдей ядронун зарядына ээ болгон атом-дордун тобу.
- Массанын кадимки бирдигинде (кг же г) туюнтулган атомдун массасы ***абсолюттук атомдук масса*** деп аталат жана $\boldsymbol{m_a}$ белгиси менен белгиленет.

Мисалы: $m_a(H) = 1{,}67 \cdot 10^{-27} кг = 1{,}67 \cdot 10^{-24} г;$

$$m_a(C) = 19{,}93 \cdot 10^{-27} кг = 19{,}93 \cdot 10^{-24} г;$$

$$m_a(O) = 26{,}67 \cdot 10^{-27} кг = 26{,}67 \cdot 10^{-24} г$$

Мындай өтө кичине чоңдуктарды колдонуу ыңгайсыз болгондуктан, абсолюттук атомдук массанын ордуна салыштыр-малуу атомдук массаны колдонобуз.

Азыркы мезгилде атомдук массанын чен бирдиги катарында *массанын атомдук бирдиги (м.а.б.)* колдонулат.

- ***Массанын атомдук бирдиги (м.а.б.)*** **–** бул көмүртектин атомунун абсолюттук массасынын $1/12$ бөлүгү.

$$\mathbf{1 \textit{м.а.б.} = \tfrac{1}{12} m_a(C) = \frac{19{,}93 \cdot 10^{-27} кг}{12} = 1{,}66 \cdot 10^{-27} кг = 1{,}66 \cdot 10^{-24} г} \quad \mathbf{(2.1.1)}$$

- ***Салыштырмалуу атомдук масса (А$_r$)*** **–** бул берилген элементтин атомунун абсолюттук массасы көмүртектин атомунун абсолюттук массасынын $1/12$ бөлүгүнөн канча эсе чоң экендигин көрсөтүүчү сан.

$$A_r(X) = \frac{m_a(X}{\frac{1}{12}m_a(C)} = \frac{m_a(X)}{1м.а.б.} \quad (2.1.2)$$

$$\mathbf{m_a(X) = A_r(X) \cdot 1м.а.б.} \quad (2.1.3)$$

Мисалы:

$$A_r(H) = \frac{m_a(H)}{1м.а.б.} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} кг}{1,66 \cdot 10^{-27} кг} = 1,008$$

$$A_r(O) = \frac{m_a(O)}{1м.а.б.} = \frac{26,67 \cdot 10^{-27} кг}{1,66 \cdot 10^{-27} кг} = 15,999$$

$$A_r(C) = \frac{m_a(C)}{1м.а.б.} = \frac{19,93 \cdot 10^{-27} кг}{1,66 \cdot 10^{-27} кг} = 12,00$$

• ***Салыштырмалуу молекулалык масса (M_r)*** **–** бул берилген заттын молекуласынын абсолюттук массасы көмүртектин атомунун абсолюттук массасынын $\frac{1}{12}$ бөлүгүнөн канча эсе чоң экендигин көрсөтүүчү сан.

$$\mathbf{M_r(X) = \frac{m_м(X)}{1м.а.б.}} \quad (2.1.4)$$

$$M_r(H_2O) = \frac{3,00 \cdot 10^{-26} кг}{1,66 \cdot 10^{-27} кг} = 18$$

$$m_M = M_r \cdot \frac{1}{12} m_a(C)$$

же $\mathbf{m_M = M_r \cdot 1м.а.б.}$ **(2.1.5)**

• ***Моль*** **–** бул 12г көмүртекте канча атомдор болсо, заттын ошончо бөлүкчөлөрүн (атомдор же молекулалар) кармаган заттын саны.

12г көмүртекте көмүртектин $6,02 \cdot 10^{23}$ атомдору бар.
12г көмүртекти 1 моль деп эсептесек, анда ар кандай заттын 1молунда ***$6,02 \cdot 10^{23}$ молекула (атом) бар,*** бул турактуу сан N_A тамгасы менен белгиленип, италиялык физик *Амедео Авогадронун* урматына ***Авогадро саны*** деп аталат.

$$б.а. \; N_A = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{1моль} = 6,02 \cdot 10^{23} моль^{-1}; \quad [N_A] = моль^{-1}$$

Мисалы: 1моль ^{12}C атомдорунда = $6,02 \cdot 10^{23}$ атомдор;
1моль H_2O молекуласында = $6,02 \cdot 10^{23}$ суунун молекулалары;
1моль NO_3^- иондорунда = $6,02 \cdot 10^{23}$ NO_3^- иондору бар.

Берилген заттагы молекулалардын (атомдордун) саны төмөндөгү формула менен аныкталат:

$$N = N_A \cdot \nu \quad (2.1.5) \; мындан \quad \nu = \frac{N}{N_A} \quad (2.1.6)$$

мында $\nu(ню)$ – заттын саны; N_A – Авогадро саны

- ***Молярдык масса** (M) **– бул 1 моль заттын массасы.***

Ал заттын массасынын (m) анын санына (ν) болгон катышы менен мүнөздөлөт:

- $\boldsymbol{M(X)=\frac{m(X)}{\nu(X)}}$; $[M(X)] = кг/моль$ *же* $г/моль$ **(2.1.7.)**

$$M(Na_2CO_3)=\frac{106г}{1моль}=\frac{53г}{0{,}5моль}=\frac{10{,}6г}{0{,}1моль}=106г/моль$$

Молярдык масса сандык жагынан салыштырмалуу молекулалык массага барабар.

$$M_r(HCI)=36{,}5;\ M(HCI)=36{,}5г/моль;$$

- **Молярдык көлөм** $(V_м)$ – бул 1 моль газдын көлөмү.

Нормалдуу шартта ар кандай газдардын көлөмү **22,4л/молго** барабар, б.а. $V_м(газ)=22{,}4л/моль$

$$\boldsymbol{V_м=\frac{V}{\nu(X)}}\ \textbf{(2.1.8.)}\ \textit{мында}\ \boldsymbol{\nu=\frac{V}{V_M}}\ \textbf{(2.1.9.)}$$

1- маселе. Азоттун атомунун абсолюттук массасы канчага барабар?

Берилди: $A_r(N)=14$; ***Табуу керек:*** $m_a(N)-?$

Чыгарылышы: Атомдордун абсолюттук массасын аныктоо үчүн төмөндөгү формуланы колдонобуз:

$$m_a(X)=A_r(X)\cdot 1м.а.б.=14\cdot 1{,}66\cdot 10^{-27}кг=23{,}24\cdot 10^{-27}кг$$

Жообу: $m_a(N)=23{,}24\cdot 10^{-27}$ *кг*

2 - маселе. Жездин атомунун массасы: а)күкүрттүн; б) кычкылтектин; в) суутектин атомдорунун массаларынан канча эсе чоң?

Чыгарылышы: $A_r(Cu)=64;\ A_r(S)=32;\ A_r(O)=16;\ A_r(H)=1;$

$$а)\frac{A_r(Cu)}{A_r(S)}=\frac{64}{32}=2;\quad б)\frac{A_r(Cu)}{A_r(O)}=\frac{64}{16}=4;\quad в)\frac{A_r(Cu)}{A_r(H)}=\frac{64}{1}=64$$

Жообу: а) 2 эсе; б) 4 эсе; в) 64 эсе

3 - маселе. Күкүрт кислотасынын молекуласы суунун молекуласынан канча эсе оор?

Чыгарылышы:

$$M_r(H_2SO_4) = 98\ ;\ M_r(H_2O) = 18$$

$$\frac{M_r(H_2SO_4)}{M_r(H_2O)} = \frac{98}{18} = 5{,}4$$

Жообу: 5,4 эсе оор

4 - маселе. Эгерде күкүрттүн жана көмүртектин атомдорунун абсолюттук массалары $53{,}12\cdot10^{-27}$кг жана $19{,}93\cdot10^{-27}$кг барабар болсо, анда күкүрттүн салыштырмалуу атомдук массасын эсептеп чыгаргыла.

Берилди: $m_a(S) = 53{,}12\cdot10^{-27}\,кг;\ m_a(C) = 19{,}93\cdot10^{-27}\,кг$

Табуу керек: $A_r(S) - ?$

Чыгарылышы:

$$1м.а.б. = \frac{m_a(C)}{12} = \frac{19{,}93\cdot10^{-27}\,кг}{12} = 1{,}66\cdot10^{-27}\,кг = 1{,}66\cdot10^{-24}\,г$$

$$A_r(S) = \frac{m_a(S)}{1м.а.б} = \frac{53{,}12\cdot10^{-27}\,кг}{1{,}66\cdot10^{-27}\,кг} = 32$$

Жообу: 32

5 - маселе. а) Көмүр кычкыл газынын; б) суунун молекулаларынын абсолюттук массаларын эсептегиле:

Чыгарылышы:

$$1м.а.б. = 1{,}66\cdot10^{-27}\,кг\ ;\ \ m_м(X) = M_r(X)\cdot1м.а.б.$$

$$m_м(CO_2) = 44\cdot1{,}66\cdot10^{-27}\,кг = 73{,}04\cdot10^{-27}\,кг;$$

$$m_м(H_2O) = 18\cdot1{,}66\cdot10^{-27}\,кг = 29{,}88\cdot10^{-27}\,кг;$$

Жообу: $m_м(CO_2)=73{,}04\cdot10^{-27}$кг; $m_м(H_2O)=29{,}88\cdot10^{-27}$кг

6 - маселе. Кайсы затта суутектин массалык үлүшү аз: суудабы H_2O же суутектин пероксидиндеби H_2O_2 ?

Чыгарылышы: $M_r(H_2O) = 18;\ M_r(H_2O_2) = 34$

$$1)\ \omega\%(H) = \frac{Ar(H)\cdot n}{Mr(H_2O)}\cdot100\% = \frac{1\cdot2}{18}\cdot100\% = 11{,}11\%$$

$$2)\ \omega\%(H) = \frac{Ar(H)\cdot n}{Mr(H_2O_2)}\cdot100\% = \frac{1\cdot2}{34}\cdot100\% = 5{,}88\%$$

Жообу: H_2O_2 де $\omega(H)$ аз

7- маселе. Төмөндөгү заттардын: NH_3; N_2O; $NaNO_3$; $CO(NH_2)_2$; NH_4NO_3 кайсынысында азоттун массалык үлүшү(%) эң жогору жана эң төмөн?

Чыгарылышы:

$$\omega\%(N) = \frac{A_r(N)\cdot n}{M_r(NH_3)}\cdot 100\% = \frac{14\cdot 1}{17}\cdot 100\% = 82{,}3\%$$

$$\omega\%(N) = \frac{A_r(N)\cdot n}{M_r(N_2O)}\cdot 100\% = \frac{14\cdot 2}{44}\cdot 100\% = 63{,}6\%$$

$$\omega\%(N) = \frac{A_r(N)\cdot n}{M_r(NaNO_3)}\cdot 100\% = \frac{14\cdot 1}{85}\cdot 100\% = 16{,}47\%$$

$$\omega\%(N) = \frac{A_r(N)\cdot n}{M_r(CO(NH_2)_2)}\cdot 100\% = \frac{14\cdot 2}{60}\cdot 100\% = 46{,}66\%$$

$$\omega\%(N) = \frac{A_r(N)\cdot n}{M_r(NH_4NO_3)}\cdot 100\% = \frac{14\cdot 2}{80}\cdot 100\% = 35\%$$

Жообу: эң жогору NH_3 тө; эң төмөн $NaNO_3$ тө.

8 - маселе. 5 моль H_2SO_4 тө канча молекула кармалып турат?

Берилди: $\nu(H_2SO_4) = 5моль$; ***Табуу керек:*** $N(H_2SO_4) - ?$

Чыгарылышы: Молу белгилүү болгон берилген заттагы молекулалардын санын аныктоо үчүн төмөндөгү формуланы колдонобуз:

$$N = N_A \cdot \nu;$$

$$N(H_2SO_4) = 6{,}02\cdot 10^{23}\cdot 5моль = 30{,}1\cdot 10^{23}(молекула)$$

Жообу: $30{,}1\cdot 10^{23}$ молекула

9- маселе. а) 0,5 моль кальцийдин фосфатынын; б) 0,25 моль темирдин массасын эсептегиле.

Берилди: $\nu(Ca_3(PO_4)_2) = 0{,}5моль$; $\nu(Fe) = 0{,}25моль$

Табуу керек: $m(Ca_3(PO_4)_2) - ?$; $m(Fe) - ?$

Чыгарылышы: а) $M_r(Ca_3(PO_4)_2 = 310$; $(Ca_3(PO_4)_2) = 310$г/моль;

$$\nu = \frac{m}{M};\ m = \nu \cdot M;$$

$m(Ca_3(PO_4)_2) = 0{,}5$ моль · 310г/моль = 155 г.

б) $m(Fe) = \nu(Fe)\cdot M(Fe) = 0{,}25$ моль · 56г/моль = 14г

Жообу: 155г, 14г.

10- маселе. Хлордун жана күкүрттүн (IV) оксидинин молекулаларынын массасын эсептегиле.

Берилди: CI_2 ; SO_2; ***Табуу керек:*** $m(CI_2)-?$; $m(SO_2)-?$

Чыгарылышы: Ар кандай заттын 1 молу $6{,}02\cdot10^{23}$ бөлүкчөлөрдү кармап турат. $M(CI_2)$ = 71г/моль; $M(SO_2)$ = 64г/моль

$$m(CI_2)=\frac{M(CI_2)}{N_A}=\frac{71г/моль}{6{,}02\cdot10^{23}моль^{-1}}=11{,}79\cdot10^{-23}г$$

$$m(SO_2)=\frac{M(SO_2)}{N_A}=\frac{64г/моль}{6{,}02\cdot10^{23}моль^{-1}}=10{,}63\cdot10^{-23}г$$

Жообу: $11{,}79\cdot10^{-23}$г; $10{,}63\cdot10^{-23}$г

11-маселе. $2{,}5\cdot10^{22}$ молекула хлордун кандай санында кармалып турат?

Берилди: $N(CI_2)=2{,}5\cdot10^{22}$; ***Табуу керек:*** $\nu(CI_2)-?$

Чыгарылышы: Хлордун санын табуу үчүн төмөндөгү формуланы колдонуу менен чыгарабыз:

$$\nu(CI_2)=\frac{N(CI_2)}{N_A}=\frac{2{,}5\cdot10^{22}}{6{,}02\cdot10^{23}}=\frac{0{,}25\cdot10^{23}}{6{,}02\cdot10^{23}}=0{,}04моль$$

Жообу: $\nu(CI_2)$ = 0,04 моль

12 - маселе. Эгерде 1кг шекердин баасы 55 сом болсо, андагы $C_{12}H_{22}O_{11}$дин молун аныктагыла. 1моль шекердин баасы канча турат?

Берилди: $m(C_{12}H_{22}O_{11})$ = 1кг = 1000г

Табуу керек: $\nu(C_{12}H_{22}O_{11})$ -?

Чыгарылышы: $M(C_{12}H_{22}O_{11})$ = 342г/моль

1) $$\nu(C_{12}H_{22}O_{11})=\frac{m(C_{12}H_{22}O_{11})}{M(C_{12}H_{22}O_{11})}=\frac{1000г}{342г/моль}=2{,}92моль;$$

2) 2,92 моль $C_{12}H_{22}O_{11}$ ——————— 55 сом

1моль $C_{12}H_{22}O_{11}$ ——————— x сом

x = 18сом 83тыйын

Жообу: 2,92 моль; 18 сом 83тыйын

13 - маселе. Азоттун $0{,}8\cdot10^{23}$ молекуласынын массасын тапкыла?

Берилди: $N(N_2)=0{,}8\cdot10^{23}$ ***Табуу керек:*** $m(N_2)-?$

Чыгарылышы: Эсепти чыгарууда төмөндөгү формуланы колдонобуз:

$$N = N_A \cdot \frac{m}{M} \quad мында \quad m = \frac{N \cdot M}{N_A}$$

$$m(N_2) = \frac{N(N_2) \cdot M(N_2)}{N_A} = \frac{0,8 \cdot 10^{23} \cdot 28}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3,72г$$

Жообу:3,72г

2.2. Эквивалент. Эквиваленттер закону

Заттар бири - бири менен өз ара эквиваленттик катышта аракеттенишет. ***Эквивалент*** деген сөз «бирдей күчтө» («бирдей өлчөмдө») дегенди түшүндүрөт.

- ***Элементтин эквиваленти*** **деп,** анын суутектин 1 салмактык бөлүгү же кычкылтектин 8 салмактык бөлүгү менен калдыксыз кошула турган же бирикмелерде алардын ордун алмаштырган бөлүгү аталат.

Химиялык элементтердин эквиваленттери менен салыштырмалуу атомдук массаларынын жана валенттүүлүктүн ортосунда өз ара байланыш бар.

- Заттын 1 эквивалентинин массасы **эквиваленттик масса ($m_э$)** деп аталат. [$m_э$]= г/моль; кг/моль

$$Э = \frac{A_r}{B} \quad (2.2.1.) \qquad m_э = \frac{M}{B} \quad (2.2.2.)$$

$m_э$ – эквиваленттик масса ; M – молекулалык масса;
B – валенттүүлүк.

- Берилген шарттарда газдын 1 эквиваленти ээлеген көлөм **эквиваленттик көлөм ($V_э$)** деп аталат.

М: нормалдуу шартта суутектин эквиваленттик көлөмү 11,2л, ал эми кычкылтектики 5,6л ге барабар.

Эквивалент түшүнүгүнүн негизинде химиянын негизги закондорунун бири ***эквиваленттер закону*** формулировкаланат:

❑ Химиялык элементтер бири - бири менен өздөрүнүн ***эквиваленттерине пропорциялаш сандар*** менен аракеттенишет *(немец химиги Рихтер).*

Эквиваленттер законунун математикалык түрдө туюнтулушу:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{Э_1}{Э_2} \quad же \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{m_э(1)}{m_э(2)} \qquad \textbf{(2.2.3.)}$$

мында m_1, m_2 – өз ара аракеттенишкен заттардын массалары;

$Э_1$, $Э_2$ – алардын эквиваленттери;

$m_э(1)$, $m_э(2)$ – алардын эквиваленттик массалары.

Татаал заттардын эквиваленттерин төмөндөгүдөй жолдор менен аныктоого болот:

1. Оксиддердин эквивалентин табуу үчүн, оксиддин молекулалык массасын оксидди пайда кылган элементтин валенттүүлүгү менен анын атомунун санынын көбөйтүндүсүнө бөлөбүз, б.а.

$$Э_{оксид} = \frac{M}{n \cdot B} \qquad \textbf{(2.2.4.)} \quad \textit{Мисалы:} \quad Э_{Al_2O_3} = \frac{102}{2 \cdot 3} = 17$$

мында n – элементтин атомунун саны;

B – валенттүүлүгү;

M – молекулалык массасы.

2. Кислоталардын эквиваленти кислотанын молекулалык массасын анын негиздүүлүгүнө бөлгөнгө барабар, б.а.

$$Э_{кислота} = \frac{M}{n} \quad (2.2.5.) \quad \textit{Мисалы}: \; Э_{HNO_3} = \frac{63}{1} = 63;$$

n – кислотанын негиздүүлүгү (же суутектин атомунун саны)

3. Негиздердин эвивалентин табуу үчүн, негиздин молекулалык массасын металлдын валенттүүлүгүнө же гидроксо (OH) группасынын санына бөлөбүз, б.а.

$$Э_{негиз} = \frac{M}{n} \quad \textbf{(2.2.6)} \quad \textit{Мисалы}: \; Э_{Mg(OH)_2} = \frac{58}{2} = 29$$

n – негиздин кислоталуулугу (же OH группасынын саны)

4. Туздардын эквиваленти молекулалык массасын металлдын валенттүүлүгү менен анын атомдорунун санынын көбөйтүндүсүнө бөлгөнгө барабар, б.а.

$$Э_{туз} = \frac{M}{n \cdot B} \quad (2.2.7) \quad Мисалы: Э_{MgSO_4} = \frac{120}{2} = 60$$

n – металлдын атомунун саны; B – металлдын валенттүүлүгү.

14 - маселе. 6г магнийди күйгүзгөндө 9,945г оксид пайда болду. Магнийдин эквиваленттик массасы канчага барабар?

Берилди: $m_1(Mg) = 6г;\ m_2(MgO) = 9{,}945г$ ***Табуу керек:*** $Э_1(Mg) - ?$

Чыгарылышы: 1. Адегенде 6г магнийди күйгүзүүгө кеткен кычкылтектин санын аныктайбыз:

$$m(O) = m(MgO) - m(Mg) = 9{,}945г - 6г = 3{,}945г$$

2. Магнийдин жана кычкылтектин массаларынын стехиометриялык катышын табабыз:

$$\frac{m(Mg)}{m(O)} = \frac{6г}{3{,}945г}$$

3. Эквиваленттер законунун негизинде:

$$\frac{m_1(Mg)}{m_2(O)} = \frac{Э_1(Mg)}{Э_2(O)}; \quad \frac{6г}{3{,}945г} = \frac{Э_1(Mg)}{8} \Rightarrow Э_1(Mg) = \frac{6 \cdot 8}{3{,}945} = 12$$

Жообу: 12

15 - маселе. 0,728г щелочту нейтралдаштырууга 0,535г азот кислотасы сарпталды. Щелочтун эквиваленттик массасын эсептегиле.

Берилди: $m_1(MeOH) = 0{,}728г; \quad m_2(HNO_3) = 0{,}535г;$

Табуу керек: $m_Э(NaOH) - ?$

Чыгарылышы: $m_Э(HNO_3) = 63г/моль$

$$\frac{m_1(MeOH)}{m_2(HNO_3)} = \frac{m_Э(MeOH)}{m_Э(HNO_3)}; \quad \frac{0{,}728г}{0{,}535г} = \frac{m_Э(MeOH)}{63};$$

$$m_Э(MeOH) = \frac{0{,}728 \cdot 63}{0{,}535} = 85{,}7г/моль;$$

Жообу: 85,7 г/моль

16 - маселе. II валенттүү элементтин суутек менен болгон кошулмасында 5,88% суутек бар экендигин билүү менен элементтин атомдук массасын эсептегиле жана кошулманын составын аныктагыла.

Берилди: $\omega(H) = 5{,}88\%$; ***Табуу керек:*** $A_r(X) - ?$

Чыгарылышы: 1) Эсептөө үчүн 100г кошулма алабыз, анда 5,88г суутек жана 94,12г белгисиз элемент бар.

2) $Э_H = 1$, белгисиз элементтин эквивалентин аныктайбыз:

$$\frac{m_H}{m_X} = \frac{Э_H}{Э_X} = \frac{5{,}88}{94{,}12} = \frac{1}{Э_X} \Rightarrow Э_X = \frac{94{,}12 \cdot 1}{5{,}88} = 16$$

3) $Э = \frac{A_r}{B}$ формуласынан: $A_r = Э \cdot B = 16 \cdot 2 = 32$;

Атомдук массасы 32 ге барабар элемент бул – күкүрт.

4) 5,88:94,12 катышынан белгилүү болгондой, кошулманын составына суутектин 1м.б. жана күкүрттүн 16 м.б. же суутектин 2 м.б. жана күкүрттүн 32м.б. кирет, бул кошулма күкүрттүү суутек, анын формуласы: H_2S.

Жообу: $A_r(S) = 32$; кошулма: H_2S

17 - маселе. 0,752г алюминий кислота менен реакцияга киргенде 0,936л суутек (н.ш.) бөлүнүп чыкты. Суутектин эквиваленттик көлөмүн аныктагыла. Алюминийдин эквиваленттик массасы 8,99г/моль.

Берилди: $m(Al) = 0{,}752г$; $V(H_2) = 0{,}936л$; $m_Э(Al) = 8{,}99г/моль$

Табуу керек: $V_Э(H_2) - ?$

Чыгарылышы: Эквиваленттер законунун негизинде:

$$\frac{m(Al)}{m_Э(Al)} = \frac{V(H_2)}{V_Э(H_2)}; \quad V_Э(H_2) = \frac{8{,}99г/моль \cdot 0{,}936л}{0{,}752г} = 11{,}9л/моль;$$

Жообу:11,9л/моль

18 - маселе. Мышьяк массалык үлүштөрү 65,2% жана 75,8% ке барабар болгон 2 оксидди пайда кылат. Бул оксиддердеги мышьяктын эквиваленттик массаларын аныктагыла.

Берилди: $\omega_1(As) = 65{,}2\%$; $\omega_2(As) = 75{,}8\%$;

Табуу керек: $m_{Э_1}(As) - ?$; $m_{Э_2}(As) - ?$;

Чыгарылышы: Биринчи жана экинчи оксиддердеги кычкылтектин массалык үлүштөрүн табабыз:

$$\omega_1(O) = 100\% - 65{,}2\% = 34{,}8\%;$$

$$\omega_2(O) = 100\% - 75{,}8\% = 24{,}2\%$$

Эквиваленттер закону боюнча: $\frac{m_1(As)}{m_2(O)}=\frac{m_{Э_1}(As)}{m_{Э_2}(O)}$;

$$а)\frac{65,2}{34,8}=\frac{m_{Э_1}(As)}{8г/моль}\Rightarrow\ m_{Э_1}=\frac{65,2\cdot 8г/моль}{34,8}=14,9\approx 15г/моль$$

$$б)\frac{75,8}{24,2}=\frac{m_{Э_2}(As)}{8г/моль}\Rightarrow\ m_{Э_2}=\frac{75,8\cdot 8г/моль}{24,2}=25г/моль$$

Жообу: 15г/моль; 25г/моль

19 - маселе. Алюминий сульфидиндеги алюминийдин эквивалентин аныктагыла, мында күкүрттүн эквиваленти 16 га барабар.

Чыгарылышы: 1) $M_r(Al_2S_3)=150; M(Al_2S_3)=150г/моль$

Al_2S_3 төгү алюминийдин массалык үлүшүн (%) аныктайбыз:

$$\omega\%(Al)=\frac{A_r(Al)\cdot n}{M_r(Al_2S_3)}\cdot 100\%=\frac{27\cdot 2}{150}\cdot 100\%=36\%$$

2) $100\%-36\%Al=64\%S$

3) $\frac{m_1(Al)}{m_2(S)}=\frac{Э_1(Al)}{Э_2(S)}=\frac{36}{14}=\frac{Э(Al)}{16}\Rightarrow Э(Al)=\frac{36\cdot 16}{64}=9$

Жообу: 9

2-ыкма: $\frac{54г}{96г}=\frac{Э_1(Al)}{16}\Rightarrow Э_1(Al)=\frac{54\cdot 16}{96}=9$

Жообу: 9

20 - маселе. Эгерде 1г марганецке 1,02г кычкылтек туура келсе, бул оксиддеги марганецтин валенттүүлүгүн тапкыла.

Берилди: $m(Mn)=1г;\ m(O)=1,02г;$ ***Табуу керек:*** $B(Mn)-?$

Чыгарылышы: $\frac{m(Mn)}{m(O)}=\frac{Э(Mn)}{Э(O)}=\frac{1г}{1,02г}=\frac{Э(Mn)}{8}$;

$$Э(Mn)=\frac{1г\cdot 8}{1,02}=7,84;\ \ Э=\frac{A_r}{B}\Rightarrow B(Mn)=\frac{A_r}{Э}=\frac{55}{7,84}=7$$

Жообу:7

21 - маселе. 17^0C жана 740 мм.сым.мам. 0,584г цинк кислотадан 219 мл суутекти сүрүп чыгарат. Цинктин эквивалентин эсептегиле.

Берилди: $t=17^0C;\ P=740мм.сым.мам.;\ m(Zn)=0,584г;\ V(H_2)=219мл$

Табуу керек: $Э(Zn) - ?$

Чыгарылышы: R = 63360 мм.сым.мам./град·моль

1) Эсепти чыгаруу үчүн Менделеев - Клапейрондун теңдемесин колдонобуз: $PV = \frac{m}{M}RT$ *мында* $m = \frac{PVM}{RT}$ *анда*

$$m(H_2) = \frac{740 \cdot 219 \cdot 2}{62360 \cdot 290} = \frac{324120}{18084400} = 0{,}0179 \approx 0{,}018г$$

2) $\frac{0{,}584}{0{,}018} = \frac{Э(Zn)}{1} \Rightarrow Э(Zn) = \frac{0{,}584 \cdot 1}{0{,}018} = 32;$

Жообу: Э(Zn) = 32

2.3. Негизги газ закондору

Газдын физикалык абалы анын *температурасы, басымы* жана *көлөмү* менен мүнөздөлөт.Температура 0^0 (же 273К) жана басым 760 мм.сым.мам. (1атм.) барабар болгон шарт ***нормалдуу шарт (н.ш.)*** деп аталат, аларды T_0,P_0,V_0 деп белгилейбиз.

- ***Бойль - Мариотт закону***. Туруктуу температурада (Т = const) белгилүү өлчөмдөгү газдын көлөмү, анын басымына тескери пропорциялаш:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} \quad же \quad V \cdot P = const \qquad \textbf{(2.3.1.)}$$

- ***Гей - Люссак закону.*** Туруктуу басымда (Р = const) газдын көлөмү абсолюттук температурага түз пропорционалдуу өзгөрөт:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad же \quad \frac{V}{T} = const \qquad \textbf{(2.3.2.)}$$

- ***Шарль закону.*** Туруктуу көлөмдө берилген массадагы газдын басымы анын абсолюттук температурасына түз пропорционалдуу:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \qquad \textbf{(2.3.3.)}$$

❑ ***Менделеев - Клапейрондун*** теңдемеси. Газдын басымы (P), көлөмү (V), заттын (газдын) саны (ν) жана температуранын (T) ортосундагы катыш Менделеев-Клапейрондун теңдемеси менен туюнтулат:

$$PV = \nu \cdot RT \quad \text{же} \quad PV = \frac{m}{M} RT \qquad (2.3.4.)$$

мында R− универсалдуу газ турактуулугу, R = 8,31дж/моль·K

❑ ***Авогадро закону.*** Бирдей шарттарда (T жана P) түрдүү газдардын бирдей көлөмүндө бирдей сандагы молекулалар кармалып турат.

Бул закондон ***2 натыйжа*** келип чыгат:

<u>1-натыйжа:</u> Бирдей шартта (0^0C, P=1атм) түрдүү газдардын 1молу 22,4л көлөмдү ээлейт. Бул көлөм **молдук көлөм ($V_м$)** деп аталат. **$V_м$ (газ) = 22,4л/моль**

Газдын молдук көлөмүн $V_м$ билүү менен, түрдүү массадагы *(m)* жана сандагы *(ν)* газдардын көлөмүн эсептеп чыгарууга болот:

$$V = V_м \cdot \nu \qquad (2.3.5.)$$

$$\text{же} \quad V = V_м \cdot \frac{m}{M} \qquad (2.3.6.)$$

<u>2-натыйжа:</u> Көлөмдөрү барабар, шарттары бирдей эки газдын биринин массасынын экинчисинин массасына болгон катышы *салыштырмалуу тыгыздык (D)* деп аталат.

$$D = \frac{M_1}{M_2} = \frac{M_{r_1}}{M_{r_2}} \qquad (2.3.7.)$$

Көпчүлүк учурларда газдардын тыгыздыгын эң жеңил газ суутек (D_{H_2}) же аба ($D_{аба}$) боюнча аныкташат:

$$D_{H_2}(X) = \frac{M_r(X)}{M_r(H_2)} = \frac{M_r(X)}{2} \qquad (2.3.8.)$$

$$D_{аба}(X) = \frac{M_r(X)}{M_r(аба)} = \frac{M_r(X)}{29} \qquad (2.3.9.)$$

Белгисиз газдардын суутек же аба боюнча тыгыздыктарын билүү менен алардын молекулалык массаларын аныктоого болот:

$$M_r(X) = 2 \cdot D_{H_2}(X) \qquad (2.3.10)$$

$$M_r(X) = 29 \cdot D_{аба}(X) \qquad \textbf{(2.3.11)}$$

22 - маселе. Нормалдуу шартта: а)12г хлор CI_2; б) 58г көмүр кычкыл газы CO_2 кандай көлөмдү ээлешет?

Берилди: $m(CI_2) = 12г;\ m(CO_2) = 58г$;

Табуу керек: $V(CI_2) - ?;\ \boldsymbol{V(CO_2) - ?}$

Чыгарылышы: $M(CI_2) = 71г/моль$; $M(CO_2) = 44г/моль$

а) $V(N_2) = V_м \cdot \dfrac{m}{M} = 22{,}4л/моль \cdot \dfrac{12г}{71г/моль} = 3{,}78л$

б) $V(CO_2) = V_м \cdot \dfrac{m}{M} = 22{,}4л/моль \cdot \dfrac{58г}{44г/моль} = 29{,}5л$

Жообу: 3,78л; 29,5л

23 - маселе. 1г газ нормалдуу шартта 1,32л көлөмдү ээлейт. Бул газдын салыштырмалуу молекулалык массасын тапкыла?

Берилди: $m(газ) = 1г;\ V(газ) = 1{,}32л$ ***Табуу керек:*** $M_r(газ) - ?$

Чыгарылышы: Белгилүү массадагы газдын көлөмүн билүү менен анын молярдык массасын аныктоого болот:

$$M = \frac{V_м \cdot m}{V};\quad M(газ) = \frac{22{,}4л/моль \cdot 1г}{1{,}32л} = 17г/моль$$

M=17г/моль болсо, анда M_r(газ)=17

Жообу: 17

24 - маселе. Көмүр кычкыл газынын CO_2 (IV) тыгыздыгын суутек жана аба боюнча аныктагыла.

Берилди: CO_2 ***Табуу керек:*** $D_{H_2}(CO_2) - ?;\ D_{аба}(CO_2) - ?;$

Чыгарылышы:

$$D_{H_2}(CO_2) = \frac{M_r(CO_2)}{M_r(H_2)} = \frac{44}{2} = 22;\quad D_{аба}(CO_2) = \frac{M_r(CO_2)}{M_r(аба)} = \frac{44}{29} = 1{,}5$$

Жообу: 22; 1,5

25 - маселе. 1л азоттун н.ш. массасы 1,251г. Азоттун суутек боюнча тыгыздыгын аныктагыла.

Берилди: $V(N_2) = 1л;\ m(N_2) = 1{,}251г;$ ***Табуу керек:*** $D_{H_2}(N_2) - ?$

Чыгарылышы: 1) $V_м(газ) = 22{,}4л/моль$

$$M = \frac{V_м \cdot m}{V}; \quad M(N_2) = \frac{22,4л/моль \cdot 1,251г}{1л} = 28г/моль$$

$$2) \; M_r(N_2) = 28; \quad D_{H_2}(N_2) = \frac{M_{r_1}(N_2)}{M_{r_2}(H_2)} = \frac{28}{2} = 14;$$

Жообу: 14

26 - маселе. Көлөмү 56,5л хлор нормалдуу шартта (н.ш.) кандай массага ээ болот?

Берилди: $V(CI_2) = 56,5л;$ ***Табуу керек:*** $m(CI_2) - ?$

Чыгарылышы: 1) $M(CI_2) = 71г/моль; \quad V_м(газ) = 22,4л/моль$

2) Эгерде газдын көлөмү белгилүү болсо, анда нормалдуу шарттагы берилген газдын массасын төмөндөгү формула менен аныктайбыз:

$$V = V_M \cdot \frac{m}{M}; \; мындан \; m = \frac{V \cdot M}{V_M};$$

$$m(CI_2) = \frac{V(CI_2) \cdot M(CI_2)}{V_M} = \frac{56,5л \cdot 71г/моль}{22,4л/моль} = 179г$$

Жообу: $m(CI_2)=179г$

27 - маселе. 18^0C жана 752 мм.сым.мам. 0,879г кычкылтектин көлөмүн эки жол менен аныктагыла.

Берилди: $t = 18^0C; \quad P = 752мм.сым.мам.; \quad m(O_2) = 0,879г$

Табуу керек: $V(O_2) - ?$

Чыгарылышы: 1) $P_0 = 760мм.сым.мам.; \quad T = t + 273K = 291;$

$$V_0 = V_M \cdot \frac{m}{M} = 22,4л/моль \cdot \frac{0,879г}{32г/моль} = 0,615л;$$

2) Биргелешкен газ закондорунун теңдемесин колдонуу менен, берилген шарттагы газдын көлөмүн аныктайбыз:

$$V = \frac{P_0 \cdot V_0 \cdot T}{P \cdot T_0} = \frac{760мм.сым.мам \cdot 0,615л \cdot 291K}{752мм.сым.мам. \cdot 273K} = \frac{136013,4}{205296} = 0,66л$$

Жообу: 0,66л

28 - маселе. 13^0C жана 779 мм.сым.мам. 327мл газдын массасы 0,828г барабар. Бул газдын аба боюнча тыгыздыгын тапкыла.

Берилди: $t = 13^0C; \quad P = 779мм.сым.мам.;$

$V(газ) = 327мл;\ m(газ) = 0{,}828г;$

Табуу керек: $D_{аба} - ?$

Чыгарылышы:

1-ыкма: P_0 =760мм.сым.мам.; T_0 = 273К; T = t+273K

$$1)\ V_0 = \frac{P \cdot V \cdot T_0}{P_0 \cdot T} = \frac{779мм.сым.мам. \cdot 327мл \cdot 273К}{760мм.сым.мам. \cdot 286К} = 319мл$$

$$2)\ m_{аба} = \frac{1{,}29г \cdot V_0}{1000мл} = \frac{1{,}29г \cdot 319мл}{1000мл} = 0{,}41г$$

$$3)\ D_{аба} = \frac{m(газ)}{m(аба)} = \frac{0{,}829г}{0{,}41г} = 2$$

2-ыкма: R = 8,31дж/моль·К; P=103,8кПа (779мм.сым.мам.)

$$M = \frac{mRT}{PV} = \frac{0{,}828 \cdot 8{,}31 \cdot 286}{103{,}8 \cdot 0{,}327} = 58;\quad D = \frac{M_1}{29} = \frac{58}{29} = 2;$$

Жообу: 2

29 - маселе. 200 мл ацетилендин н.ш. массасы 0,232г. Ацетилендин молекулалык массасын аныктагыла.

Берилди: $V(C_2H_2) = 200мл = 0{,}2л;$

$m(C_2H_2) = 0{,}232г;\ R = 8{,}31дж/(моль \cdot К)$

Табуу керек: $M(C_2H_2) - ?$

Чыгарылышы: *1-ыкма:*

$$M = \frac{V_м \cdot m}{V} = \frac{22{,}4л/моль \cdot 0{,}232г}{0{,}2л} = 26г/моль;$$

2-ыкма: Менделеев-Клапейрондун теңдемеси боюнча:

$$PV = \frac{mRT}{M};\quad M = \frac{mRT}{PV} = \frac{0{,}232 \cdot 8{,}31 \cdot 273}{101{,}3 \cdot 0{,}2} = \frac{526{,}322}{20{,}26} = 26г/моль;$$

Жообу: 26г/моль

2.4. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. а) 0,05моль $AI_2(SO_4)_3$; б) 5моль $C_{12}H_{22}O_{11}$; в) 2,5моль Mg; г) 10^{-3} моль H_3PO_4 түн массаларын эсептегиле.

2. а) 150 г $CaCO_3$; б) 220г $Ba(NO_3)_2$; в) 4г $Ca(OH)_2$ канча молду түзөт?

3. 250г $KCIO_3$ ажыраганда канча моль кычкылтек пайда болот?

4. $30{,}1\cdot10^{24}$ молекула суунун кандай массасын түзөт? *(Жообу: 900г)*

5. Массасы 55г көмүр кычкыл газындагы CO_2 нин молекулаларынын санын эсептегиле. *(Жообу: $7{,}5\cdot10^{23}$)*

6. Азоттун жана күкүрттүн (IV) оксидинин молекулаларынын массасын эсептеп чыгаргыла.

(Жообу: $4{,}65\cdot10^{-23}$г; $1{,}06\cdot10^{-22}$г)

7. $1\cdot10^{22}$ хлордун молекуласы 1,179г түзөт. Авогадронун турактуулугун аныктагыла. *(Жообу: $6{,}02\cdot10^{23}$моль$^{-1}$)*

8. Көмүр кычкыл газы 27,27% көмүртектен; 72,72% кычкылтектен турат. Көмүртектин эквивалентин аныктагыла.

9. 2г эки валенттүү металл н.ш. 1,12л суутекти сүрүп чыгарат. Бул металлды атагыла.

10. Металлдын хлоридиндеги металлдын массалык үлүшү 36%. Металлдын эквивалентин аныктагыла.

11. 2,45г кислотаны нейтралдаштыруу үчүн 2г натрийдин гидроксиди сарпталды. Кислотанын эквиваленттик массасын тапкыла. *(Жообу: 49г/моль)*

12. 1г IV валенттүү элемент 0,27г кычкылтек менен реакцияга кирет. Бул элементти атагыла. *(Жообу: калай)*

13. 10,8г металлды күйгүзгөндө 6,72л кычкылтек н.ш. сарпталат. Металлдын эквиваленттик массасын тапкыла. *(Жообу:9г/моль)*

14. 5,4г металл 29,4г күкүрт кислотасында H_2SO_4 эриген. Металлдын эквиваленттик массасын жана бөлүнүп чыккан суутектин көлөмүн аныктагыла. *(Жообу:9г/моль; 6,72л H_2)*

15. III валенттүү элементтин оксидиндеги кычкылтектин массалык үлүшү 30% ке барабар. Элементтин салыштырмалуу

атомдук массасын аныктагыла жана оксиддин формуласын жазгыла. *(Жообу: 56 ; Fe_2O_3)*

16. V валенттүү элементтин оксидинде 43,67% элемент бар. Бул элементти атагыла.

17. 63,63% азоту бар оксиддеги азоттун валенттүүлүгүн аныктагыла. *(Жообу: I валенттүү).*

18. 0,8г гидразин 2,45г H_2SO_4 менен өз ара аракеттенишкенде 3,25г туз пайда болду. Гидразиндин жана пайда болгон туздун эквивалентин аныктагыла. *(Жообу:16; 65)*

19. 1г калий 0,9г хлор жана 2г бром менен реакцияга кирет. Эгерде хлордун эквиваленттик массасы 35,5 г га барабар болсо, анда калийдин жана бромдун эквиваленттик массаларын тапкыла. *(Жообу: 39г; 78г)*

20. Төмөнкү реакциялардагы кислоталардын жана негиздердин эквиваленттик массаларын аныктагыла.

$$а) HNO_3 + Bi(OH)_3 = Bi(OH)_2NO_3 + H_2O$$

$$б) H_2S + NaOH = NaHS + H_2O$$

$$в) 3H_2SO_4 + 2AI(OH)_3 = AI_2(SO_4)_3 + 6H_2O$$

$$г) 3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 = Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O$$

21. Эгерде 1л газдын н.ш. массасы 2,86г барабар болсо, газдын молекулалык массасын аныктагыла.

22. Абанын тыгыздыгын: суутек, гелий, кычкылтек боюнча аныктагыла.

23. Азоттон жана кычкылтектен турган газ аралашмасынын суутек боюнча орточо тыгыздыгы 15 ке барабар. Аралашмадагы азоттун жана кычкылтектин көлөмдүк үлүштөрүн (%) аныктагыла. *(Жообу: 50% жана 50%)*

24. Газ аралашмасында азоттун көлөмдүк үлүшү 40%, кычкылтектики – 60%. Аралашманын суутек боюнча тыгыздыгын аныктагыла. *(Жообу: 15,2)*

25. 91^0C температурада жана 98,7кПа басымда газ 680мл көлөмдү ээлейт. Газдын н.ш. көлөмүн аныктагыла. *(Ж: 444 мл)*

26. 1,5 кг цинк туз кислотасында эригенде кандай көлөмдөгү суутек (17^0C жана 102,4кПа) бөлүнүп чыгат? *(Жообу: 0,54 $м^3$)*

27. 21^0C жана 99,9кПа (1065 мм. сым.мам.) басымда 0,07кг азот кандай көлөмдү ээлейт? *(Жообу: 43л)*

28. Газ аралашмасы азоттун (II) оксидинен жана көмүр кычкыл газынан турат. Эгерде алардын парциалдык басымдары 36,3 жана 70,4 кПа га (272 жана 528 мм.сым.мам.) барабар болсо, аралашмадагы газдардын көлөмдүк үлүшүн аныктагыла.

(Жообу: 34% NO; 66%CO)

29. Эгерде 1г марганецке 1,02г кычкылтек туура келсе, анда оксиддеги марганецтин валенттүүлүгүн эсептеп чыгаргыла.

(Жообу: VII).

30. 42^0C жана 772 мм.сым.мам. 344мл газдын массасы 0,865г барабар. Газдын молекулалык массасын эсептегиле.

(Жообу: 64).

2.5. Заттын формуласын табуу

Заттын составынын химиялык символдордун жардамы менен белгилениши ***химиялык формула*** деп аталат. Заттын формуласы заттын составына *кайсы элементтердин* атомдору *канчалык санда* киргендигин көрсөтөт. Химиялык формулалардын эки түрү бар**:** ***эмпирикалык*** (эң жөнөкөй) жана ***молекулалык*** (чыныгы) **формулалар.**

Эмпирикалык формулалар (эң жөнөкөй) заттын молекуласынын жөнөкөй атомдук составын көрсөтөт. Алардын формулаларын келтирип чыгаруу үчүн анын *сандык составын* гана билүү жетиштүү.

Ал эми ***молекулалык (чыныгы) формула*** болсо, молекуладагы ар бир элементтин атомдорунун *анык санын* көрсөтөт. Молекулалык формуланы табуу үчүн заттын составынан башка анын молекулалык массасын билүү зарыл. Аны маселенин шартында берилгендердин негизинде эсептеп чыгарууга болот.

Заттын эмпирикалык (эң жөнөкөй) формуласын табуу

30 - маселе. Составына 31:40 массалык катышта фосфор жана кычкылтек кирген заттын формуласын тапкыла.

Берилди: $m(P):m(O)=31:40$; ***Табуу керек:*** $P_xO_y-?$

Чыгарылышы: 1) Фосфордун атомдорунун санын x жана кычкылтектин атомдорунун санын y деп белгилеп алуу менен, изилденүүчү заттын жалпы формуласын төмөндөгүдөй жазабыз: P_xO_y

2) Салыштырмалуу атомдук массаларын $A_r(P)=31$; $A_r(O)=16$ билүү менен заттын составындагы атомдордун санынын катышын табабыз:

$$x:y=\frac{31}{31}=\frac{40}{16}=1:2,5$$

3) $x:y$ =1: 2,5 табылган атомдордун санын экиге көбөйтүү менен заттын формуласын табабыз.

4) Демек, заттын жөнөкөй формуласы: P_2O_5.

Жообу: P_2O_5.

31-маселе. Составы 26,53% калийден, 35,37% хромдон жана 38,10% кычкылтектен турган заттын жөнөкөй формуласын тапкыла.

Берилди: $\omega(K) = 26{,}53\%;\ \omega(Cr) = 35{,}37\%;\ \omega(O) = 38{,}10\%;$

Табуу керек: $K_xCr_yO_z - ?$

Чыгарылышы: 1) Эмпирикалык формуладагы калийдин, хромдун жана кычкылтектин атомдорунун санын *x, y, z* деп белгилейбиз, б. а. $K_xCr_yO_z$.

2) Эсептин шарты боюнча: $A_r(K) = 39$; $A_r(Cr) = 52$; $A_r(O) = 16$; болгондуктан, булардын негизинде атомдордун санынын катышын табабыз: *39x : 52y : 16z = 26,53 : 35,37 : 38,10*

$$\text{мында: } x : y : z = \frac{26{,}53}{39} = \frac{35{,}37}{52} = \frac{38{,}10}{16} = 0{,}68 : 0{,}68 : 2{,}38 = 1 : 1 : 3{,}5$$

Бүтүн сандарды алуу үчүн табылган сандарды эки эселентебиз, демек заттын жөнөкөй формуласы: $K_2Cr_2O_7$.

Жообу: $K_2Cr_2O_7$

32 - маселе. 3,66г хлордун оксидинде 1,42г хлордун бар экендиги белгилүү болсо, хлордун оксидинин формуласын тапкыла.

Берилди: $m(CI_xO_y) = 3{,}66г;\ m(CI) = 1{,}42г;$ ***Табуу керек:*** $CI_xO_y - ?$

Чыгарылышы: 1) Оксиддин жана хлордун массаларынын негизинде кычкылтектин массасын аныктайбыз:

$$m(O) = m(CI_xO_y) - m(CI) = 3{,}66г - 1{,}42г = 2{,}24г$$

$$2)\ A_r(CI) = 35{,}5;\ A_r(O) = 16;\ 35{,}5x : 16y = 1{,}42 : 2{,}24$$

$$x : y = \frac{1{,}42}{35{,}5} = \frac{2{,}24}{16} = 0{,}04 : 0{,}14 = 1 : 3{,}5$$

Табылган сандарды эки эселентүү менен заттын (оксиддин) жөнөкөй формуласын табабыз: CI_2O_7;

Жообу: CI_2O_7

33 - маселе. Газ абалындагы заттын составында 85,7% көмүртек жана 14,3% суутек бар. Бул заттын суутек боюнча тыгыздыгы 14кө барабар. Заттын молекулалык формуласы кандай?

Берилди: $\omega(C) = 85{,}7\%;\ \omega(H) = 14{,}3\%;\ D_{H_2} = 14$

Табуу керек: C_xH_y –?

Чыгарылышы: Белгисиз заттын формуласы:

$$C_xH_y;\ A_r(C)=12;\ A_r(H)=1;$$

$$x:y=\frac{85,7}{12}=\frac{14,3}{1}=7,1:14,3=1:2$$

Заттын эң жөнөкөй формуласы: CH_2. Бул формула боюнча элементтердин массаларынын суммасы 14кө барабар.

Салыштырмалуу тыгыздык боюнча белгисиз заттын молекулалык формуласын аныктайбыз:

$$M_r(C_xH_y)=2\cdot D_{H_2}=2\cdot 14=28$$

Демек, заттын чыныгы молекулалык массасы анын эмпирикалык формуласынын массасынан эки эсе көп, андыктан заттын молекулалык формуласы: C_2H_4

Жообу: C_2H_4

34 - маселе. Заттын молекулалык массасы 34 кө барабар. Анын составында 5,9% Н; 94,1% О бар. Заттын формуласын тапкыла.

Берилди: : $\omega(H)=5,9\%;\ \ \omega(O)=94,1\%;\ \ M_r(H_xO_y)=34$

Табуу керек: *H_xO_y–?*

Чыгарылышы: 1) $x:y=\frac{5,9}{1}=\frac{94,1}{16}=5,9:5,88=1:1$

2) Белгисиз заттын молекулалык массасы 34 кө барабар болгондуктан, табылган атомдордун санын эки эселентебиз,

анда $H_xO_y \Rightarrow H_2O_2$,

демек, $M_r(H_2O_2)=34$

Жообу: H_2O_2

2.6. Химиялык формулалар боюнча эсептөөлөр

2.6.1. Татаал заттагы элементтердин массалык үлүшүн аныктоо

Берилген заттагы элементтердин массалык үлүшү төмөндөгү формула менен аныкталат:

$$\boldsymbol{\omega(X) = \frac{A_r(X)\cdot n}{M_r}} \qquad \textbf{(2.6.1.1)}$$

же $$\boldsymbol{\omega(X) = \frac{A_r(X)\cdot n}{M_r}\cdot 100\%} \qquad \textbf{(2.6.1.2)}$$

$\omega(X)$ – X элементинин массалык үлүшү;
$A_r(X)$ – X элементинин салыштырмалуу атомдук массасы;
n – заттын молекуласындагы X элементинин атомдорунун саны;
M_r – заттын салыштырмалуу молекулалык массасы.

35 - маселе. Фосфордун (V) оксидиндеги элементтердин массалык үлүштөрүн (ω%) эсептегиле.

Берилди: P_2O_5; ***Табуу керек:*** $\omega(P)-?;\omega(O)-?$

Чыгарылышы: 1) $M_r(P_2O_5)=142; M(P_2O_5)=142 г/моль$

2) Элементтердин массалык үлүштөрүн жогорудагы 2.6.1.2. формуланын негизинде эсептеп чыгарабыз:

$$\omega(P) = \frac{A_r(P)\cdot n}{M_r}\cdot 100\% = \frac{31\cdot 2}{142}\cdot 100\% = 43{,}7\%(P)$$

$$\omega(O) = \frac{A_r(O)\cdot n}{M_r}\cdot 100\% = \frac{16\cdot 5}{142}\cdot 100\% = 56{,}3\%(O)$$

Жообу: 43,7%(P); 56,3%(O)

2.6.2. Татаал заттын массасы боюнча элементтин массасын эсептөө

36 - маселе. 44г темирдин (II) сульфидинде канча грамм темирдин бар экендигин аныктагыла.

Берилди: $m(FeS)=44г$ ***Табуу керек:*** $m(Fe)-?$

Чыгарылышы: $M_r(FeS)=88; M(FeS)=88 г/моль;$

2. FeS теги темирдин массасын пропорция түзүү жолу менен аныктайбыз:

88г FeS ——————56гFe болсо

44г FeS ——————хгFe бар ⇒ х = 28г Fe

же $88г : 44г = 56г : xг$;

$$x = \frac{56г \cdot 44г}{88г} = 28гFe$$

Жообу: 28гFe

37 - маселе. 7 тонна халькопириттеги $CuFeS_2$ жездин массасын эсептегиле.

Берилди: $m(CuFeS_2) = 7$ ***т; Табуу керек:*** $m(Cu) - ?$

Чыгарылышы: *1-ыкма:* 1) Молдук массаларын табабыз:

A_r (Cu) = 63,5; M(Cu)= 63,5 г/моль;

A_r(Fe)=56; M(Fe) =56 г/моль;

A_r (S)=32; M(S)=32 г/моль;

M_r $CuFeS_2$)=183,5; M ($CuFeS_2$) = 183,5 г/моль;

2) 183,5 т $CuFeS_2$ —————— 63,5т Cu

7 т $CuFeS_2$ —————— х т Cu ⇒ х = 2,42т Cu

$2-ыкма$: 1) $\frac{m(Cu)}{m(CuFeS_2)} = \frac{M(Cu)}{M(CuFeS_2)}$ мында $m(Cu) = x$ деп алсак,

анда $\frac{x(Cu)}{m(CuFeS_2)} = \frac{M(Cu)}{M(CuFeS_2)} \Rightarrow x = \frac{7 \cdot 63{,}5}{183{,}5} = 2{,}42тCu$

Жообу: 2,42т

38 - маселе. Массалык үлүшү 86% болгон 2 тонна темир рудасындагы Fe_2O_3 темирдин массасын тапкыла.

Берилди: $\omega = 8{,}6\%$ ***;*** $m(Fe_2O_3) = 2$ *т*= 2000*кг*

Табуу керек: $m(Fe) - ?$

Чыгарылышы: $M_r(Fe_2O_3) = 160$; $M(Fe_2O_3) = 160г/моль$;

1) 86% түү 2т Fe_2O_3 түн массасын аныктайбыз:

2000 · 0,86 = 1720кг

2) 160кг Fe_2O_3 —————— 112 кг Fe болсо, анда

1720кг Fe_2O_3 —————— х кг Fe ⇒ х = 1204 кг Fe;

Жообу: 1204кг Fe

39 - маселе. 100кг фосфорду алуу үчүн 15% кошундусу бар кандай массадагы фосфорит керек?

Берилди: $m(P) = 100кг; \omega(кошунду) = 15\%$

Табуу керек: $m(Ca_3(PO_4)_2) - ?$

Чыгарылышы: 1) 15% кошундусу бар фосфориттин массасын аныктайбыз:

310кг $Ca_3(PO_4)_2$ ———————— 85%

x кг $Ca_3(PO_4)_2$ ———————— 100%

x = 364 кг

2) 364кг $Ca_3(PO_4)_2$ ———————— 62 кг P болсо,

*x*кг $Ca_3(PO_4)_2$ ———————— 100 кг P

x = 588,23 кг

Жообу: 100кг фосфорду алуу үчүн 15%-түү кошундусу бар фосфориттен 588,23кг керек.

2.7. Химиялык теңдемелер боюнча эсептөөлөр

2.7.1. Химиялык теңдемелерди колдонуу менен чыгарылуучу маселелердин типтери

Реакциялардын ***химиялык формулалар*** аркылуу туюнтулушу **химиялык теңдемелер** деп аталат.

Бардык химиялык реакциялар ***массанын сакталуу законунун*** негизинде жүрөт. ***Массанын сакталуу закону*** боюнча реакцияга кирүүчү заттардын массасы ар дайым пайда болгон заттардын массасына барабар.

Ал эми ***составдын туруктуулук законунун*** негизинде ***химиялык бирикмелер алынуу жолуна карабастан туруктуу сапаттык жана сандык составга ээ.***

- Химиялык теңдемелер: заттар кандай ***сандык, массалык*** жана ***көлөмдүк*** катыштарда реакцияга кирип жана пайда боло тургандыгын көрсөтөт.

Химиялык теңдемелердин негизинде реакцияга кирүүчү жана пайда болгон заттардын саны **(ν)**, массасы **(m)** жана көлөмү **(V)** (газ абалындагы заттар үчүн) эсептеп чыгарылат.

Төмөндө химиялык теңдемелерди колдонуу менен чыгарылуучу маселелердин бир канча ***типтерин*** карап чыгабыз.

I - тип: Химиялык реакциядагы алгачкы заттардын биринин массасы боюнча пайда болгон продуктунун массасын эсептөө

40 - маселе. 1,75г кальцийдин фосфиди Ca_3P_2 суу менен химиялык реакцияга киргенде канча грамм фосфинди PH_3 алууга болот?

Берилди: $m(Ca_3P_2) = 1{,}75г$ ***Табуу керек:*** $m(PH_3) - ?$

Чыгарылышы: *1- ыкма:* Маселенин шартына ылайык,

$1{,}75г\ Ca_3P_2 < 182г\ Ca_3P_2$ б.а. 104 эсе аз,

андыктан алынуучу фосфиндин массасы да 104 эсе аз,

б.а. $m(PH_3) = 68г : 104 = 0{,}65г$

Жообу: 0,65гPH_3

2- ыкма: $\nu(Ca_3P_2) = \dfrac{m}{M} = \dfrac{1{,}75г}{182г/моль} = 0{,}0096моль;$

$m(PH_3) = \nu \cdot M = 0{,}0096\,моль \cdot 68г/моль = 0{,}65г$;

Жообу: 0,65гPH_3

3- ыкма: 1) Реакциянын теңдемесин жазуу менен маселенин шартында көрсөтүлгөндөрдү теңдеменин үстүнө жазып чыгабыз:

$$\underset{\substack{1моль\\182г/моль\\182г}}{\overset{1{,}75г}{Ca_3P_2}} + 6H_2O = \underset{\substack{2моль\\34г/моль\\68г}}{\overset{xг}{2PH_3}} + 3Ca(OH)_2$$

2) Пропорция түзөбүз:

182г Ca_3P_2 ——————— 68г PH_3 болсо

1,75г Ca_3P_2 ——————— x г PH_3 бар ;

$x = 0{,}65г\ PH_3$

Жообу: 0,65гPH_3

41 - маселе. 1,5т хромду алуу үчүн хромдун (III) оксидинин кандай массасын алюминий менен калыбына келтирүү керек?

Берилди: $m(Cr) = 1{,}5\,т;$ ***Табуу керек:*** $m(Cr_2O_3) - ?$

Чыгарылышы: 1) Реакциянын теңдемесин жазабыз:

$$\overset{xг}{\underset{\substack{1моль \\ 152г/моль \\ 152г(т)}}{Cr_2O_3}} + 2AI = \overset{1,5т}{\underset{\substack{2моль \\ 52г/моль \\ 104г(т)}}{2Cr}} + AI_2O_3$$

2) Пропорция түзөбүз:

$$152т\ Cr_2O_3 \text{ ————————— } 104тCr$$

$$хт\ Cr_2O_3 \text{ ————————— } 1,5тCr\ ;$$

$$x = \frac{152т \cdot 1,5т}{104т} = 2,9т(Cr_2O_3)$$

Жообу: 2,19тCr_2O_3

II - тип: Химиялык теңдемелердеги заттын белгилүү массасы (т) боюнча газдын көлөмүн (V) аныктоо

42 - маселе. 160,5г NH_4CI менен ашыкча $Ca(OH)_2$ нин аралашмасын ысытканда бөлүнүп чыккан аммиактын (н.ш.) көлөмүн аныктагыла.

Берилди: $m(NH_4CI) = 160,5г$***;*** ***Табуу керек:*** $V(NH_3) - ?$

Чыгарылышы:

1-ыкма: Пропорция түзүү жолу менен чыгарабыз:

$$\overset{160,5г}{\underset{\substack{2моль \\ 53,5г/моль \\ 107г}}{2NH_4CI}} + Ca(OH)_2 = CaCI_2 + \overset{xг}{\underset{\substack{2моль \\ 22,4л/моль \\ 44,8л}}{2NH_3}}\uparrow + 2H_2O$$

107 г $NHCI_4$ ————————— 44,8л NH_3

160,5г $NHCI_4$ ————————— xл NH_3

x = 67,2л NH_3

Жообу: 67,2л NH_3

2- ыкма: 1) NH_4CI дун молун аныктап алабыз:

$$\nu(NH_4CI) = \frac{m(NH_4CI)}{M(NH_4CI)} = \frac{160,5г}{53,5г/моль} = 3моль(NH_4CI)$$

2) $2мольNH_4CI$ дон $2мольNH_3$ бөлүнүп чыкса,

$3мольNH_4CI$ дон $3мольNH_3$ бөлүнүп чыгат;

3) NH_3 түн молун жана газдын н.ш. молярдык көлөмүн билүү менен реакциянын натыйжасында бөлүнүп чыккан NH_3 түн көлөмүн аныктайбыз:

$$V(NH_3) = \nu(NH_3) \cdot V_м = 3моль \cdot 22,4л/моль = 67,2л(NH_3)$$

Жообу: 67,2л NH_3

III - тип: Реакцияга кирүүчү эки же андан ашык заттардын массасы (m), саны (ν), көлөмү (V) белгилүү болсо, реакциянын продуктусунун массасын, санын, көлөмүн табуу

43 - маселе. 10г натрийдин хлориди менен 17г күмүштүн нитраты өз ара аракеттенишкенде канча грамм чөкмө пайда болот?

Берилди: $m(NaCI) = 10г;\ m(AgNO_3) = 17г$;

Табуу керек: $m(AgCI) - ?$

Чыгарылышы: 1) Реакциянын теңдемесин жазабыз:

$$\underset{\substack{1моль \\ 58,5г/моль}}{\overset{10г}{NaCI}} + \underset{\substack{1моль \\ 170г/моль}}{\overset{17г}{AgNO_3}} = \underset{\substack{1моль \\ 143,5г/моль}}{\overset{хг}{AgCI}} \downarrow + NaNO_3$$

2) Реакция үчүн кайсы зат ашыкча алынгандыгын аныктайбыз:

$$\nu(NaCI) = \frac{m(NaCI)}{M(NaCI)} = \frac{10г}{58,5г/моль} = 0,17моль(ашыкча\ NaCI)$$

$$\nu(AgNO_3) = \frac{m(AgNO_3)}{M(AgNO_3)} = \frac{17г}{170г/моль} = 0,1моль(кем\ AgNO_3)$$

3) Реакциянын теңдемеси боюнча 1 моль NaCI үчүн 1 моль $AgNO_3$ сарпталгандыгын көрөбүз, ал эми маселенин шарты боюнча заттар төмөндөгүдөй молдук катыштарда алынган:

$$\nu(NaCI) : \nu(AgNO_3) = 0,17 : 0,1 = 1,7 : 1$$

Демек 0,07 моль NaCI ашыкча берилген, б.а.

$$0,17 - 0,1 = 0,07 \text{ моль};$$

4) $AgNO_3$ реакцияга толук киргендиктен, пайда болгон AgCIдун массасы:

$$m(AgCI) = 0,1моль \cdot 143,5г/моль = 14,35гAgCI$$

Жообу: 14,35г AgCI

2.7.2. Продуктунун чыгышын аныктоо

Көпчүлүк учурларда баштапкы заттардын толугу менен продуктуларга айланышы жүрбөгөндүктөн, жыйынтыгында реакциянын продуктусунун массасы (көлөмү) реакциянын теңдемеси боюнча теориялык жактан эсептеп чыгаргандан аз санда болот. Ошондуктан реакциянын продуктусунун чыгышы

жөнүндө сөз кылабыз, ал гректин η(эта) тамгасы менен белгиленет:

$$\eta = \frac{m(практ.)}{m(теор.)} \cdot 100\% \qquad (2.7.2.1.)$$

$$\eta = \frac{V(практ.)}{V(теор.)} \cdot 100\% \qquad (2.7.2.2.)$$

Мында: m(практ.) – продуктунун практикалык жактан пайда болгон массасы; m(теор.) – продуктунун теориялык жактан эсептеп чыгарылган массасы; $V(практ.)$, $V(теор.)$ *– реакциянын продуктуларынын туура келген көлөмдөрү.*

44 - маселе. $Fe_2O_3 + 3C \xrightarrow{t} 2Fe + 3CO$ реакциясынын негизинде 32г Fe_2O_3төн 20,81г темир пайда болгон. Темирдин чыгышын (%) аныктагыла.

Берилди: $m(Fe_2O_3) = 32г$; $m(практ.)(Fe) = 20{,}81г$;

Табуу керек: $\eta(Fe) - ?$

Чыгарылышы:

$$1)\ \underset{\substack{1моль \\ 160г/моль \\ 160г}}{\overset{32г}{Fe_2O_3}} + 3C \xrightarrow{t} \underset{\substack{2моль \\ 56г/моль \\ 112г}}{\overset{xг-?}{2Fe}} + 3CO$$

Химиялык теңдеменин негизинде пропорция түзүү жолу менен темирдин массасын теориялык жактан эсептеп чыгарабыз:

160г Fe_2O_3 тө ———————— 112г Fe болсо

32г Fe_2O_3 ———————— x г Fe бар

x = 22,4г Fe (теор.)

2) 2.7.2.1.- формуласы боюнча темирдин чыгышын аныктайбыз:

$$\eta = \frac{m(практ.)Fe}{m(теор.)Fe} \cdot 100\% = \frac{20{,}81г}{22{,}4г} \cdot 100\% = 92{,}90\% \approx 93\%$$

Жообу: 93%

45 - маселе. 20% кошундусу бар 1т акиташты күйгүзүүдөн алынган продуктулардын негизинде өчүрүлгөн акиташтын массасын тапкыла. Акиташты ажыратуудан алынган катуу продуктунун чыгышы теориялык жактан алып караганда 80%-ти түзөт?

Берилди: $\omega(кошунду) = 20\%;$ $m(CaCO_3) = 1т;$ $\eta(теор.) = 80\%$

Табуу керек: $m(Ca(OH)_2) - ?$

Чыгарылышы: 1) Акиташтагы таза карбонаттын массасын (кошундусу жок) аныктайбыз:

100% – 20% (кошунду) = 80% таза

анда 1000кг $CaCO_3$ ———————— 100%

x кг $CaCO_3$ ———————— 80%

x = 800 кг $CaCO_3$

2) Өчүрүлбөгөн акиташтын CaO массасын аныктайбыз:

$$\underset{\substack{1моль\\100г(кг)}}{\overset{800кг}{CaCO_3}} \overset{t}{=} \underset{\substack{1моль\\56г(кг)}}{\overset{xкг}{CaO}} + CO_2\uparrow$$

$$\frac{800кг(CaCO_3)}{100кг(CaCO_3)} = \frac{xкг(CaO)}{56кг(CaO)} \Rightarrow x = 448кгCaO(теор.)$$

3) $\eta = \dfrac{m(практ)}{m(теор.)}\cdot 100\%$ *бул формуладан* $m(практ.) = \dfrac{\eta \cdot m(теор.)}{100\%}$

$$анда \quad m(практ)(CaO) = \frac{80\% \cdot 448кг(теор.)(CaO)}{100\%} = 358{,}4кг(пр.)CaO$$

4) Реакциянын теңдемесин жазабыз:

$$\underset{56кг}{\overset{358{,}4кг}{CaO}} + H_2O = \underset{74кг}{\overset{xкг}{Ca(OH)_2}}$$

$$\frac{358{,}4кг(CaO)}{56кг(CaO)} = \frac{xкг[Ca(OH)_2]}{74кг[Ca(OH)_2]} \Rightarrow x = 473{,}6кг[Ca(OH)_2]$$

Жообу: 473,6кг өчүрүлгөн акиташ $[Ca(OH)_2]$

2.7.3. Аралашмалардын составын аныктоо

Аралашмалардын составын заттын саны, массасы же көлөмдүн (газдар үчүн) бирдиктери; массалык же көлөмдүк (газдар үчүн) үлүштөр аркылуу туюнтабыз.

Аралашмадагы заттын массалык үлүшү **ω (%) –** бул берилген заттын массасынын аралашманын бардык массасына болгон катышы.

$$\omega(зат) = \frac{m(зат)}{m(аралашма)}\cdot 100\% \qquad (2.7.3.1.)$$

***Көлөмдүк үлүш* φ (%) –** бул берилген заттын көлөмүнүн аралашманын бардык көлөмүнө болгон катышы.

$$\boldsymbol{\varphi(газ) = \frac{V(газ)}{V(аралашма)} \cdot 100\%} \qquad \textbf{(2.7.3.2.)}$$

Массалык жана көлөмдүк үлүштөр проценттер менен туюнтулат.

46 - маселе. 9,68г $AI_2(SO_4)_3$ жана Na_2SO_4 туздарынын аралашмасын сууда эритишти. Алынган эритмеге ашыкча барийдин нитратынын $Ba(NO_3)_2$ эритмесин кошкондо, 18,64г чөкмө пайда болду. Баштапкы аралашманын составында ар бир сульфаттан канча граммдан болгон?

Берилди: *m(аралашма)=9,68г;* *m* (чөкмө) = 18,64г

Табуу керек: $m(AI_2(SO_4)_3)-?;\ \ m(Na_2SO_4)-?$

Чыгарылышы: Маселени алгебралык жол менен б.а. теңдемелер системасын түзүү аркылуу чыгарабыз.

1) Адегенде реакциялардын теңдемелерин жазабыз:

$$AI_2(SO_4)_3 + 3Ba(NO_3)_2 = 3BaSO_4\downarrow + 2AI(NO_3)_3 \qquad (1)$$

$$Na_2SO_4 + Ba(NO_3)_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaNO_3 \qquad (2)$$

2) Эми белгилөөлөрдү киргизебиз, аралашмадагы $AI_2(SO_4)_3$ түн массасын x *г,* ал эми Na_2SO_4 түн массасын *9,68– x г менен,* 1-реакциядагы чөкмөнүн массасын *yг,* 2-реакциядагы чөкмөнүн массасын *18,64–yг* аркылуу белгилеп алабыз жана жогорудагы заттардын молярдык массаларын катыштыруу менен алгебралык теңдемелер системасын түзүп, андан соң чыгарабыз:

$$\underset{342г}{\overset{xг}{AI_2(SO_4)_3}} + 3Ba(NO_3)_2 = \underset{3\cdot 233г}{\overset{yг}{3BaSO_4}}\downarrow + 2AI(NO_3)_3 \qquad (1)$$

$$\underset{142г}{\overset{9,68-xг}{Na_2SO_4}} + Ba(NO_3)_2 = \underset{233г}{\overset{18,64-yг}{BaSO_4}}\downarrow + 2NaNO_3 \qquad (2)$$

$$\begin{cases} \dfrac{x}{342} = \dfrac{y}{699} \\ \dfrac{9,68-x}{142} = \dfrac{18,64-y}{233} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 699x = 342y(1) \\ 142(18,64-y) = 233(9,68-x)(2) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,49y \\ 2646,8 - 142y = 2255 - 233x \end{cases}$$

1-теңдемедеги x тин маанисин 2- теңдемеге коюу менен теңдемелер системасын чыгарабыз, б.а.

$$233x - 142y = -391,8$$

$$233(0,49y)-142y=-391,8$$

$y=14$ (*1-реакциядагы чөкмөнүн массасы*),

2 - реакциядагы чөкмөнүн массасы:

$$18,64-y=18,64-14=4,64г BaSO_4$$

Табылган y тин маанисин x тин ордуна коёбуз:

$$x=0,49y \Rightarrow x=0,49\cdot 14=6,89г\ AI_2(SO_4)_3;$$

ал эми Na_2SO_4 түн массасы: $9,68-x \Rightarrow 9,68-6,89=2,79г$ Na_2SO_4

Демек, аралашманын составында:

$m(AI_2(SO_4)_3)$ = 6,89г; $m(Na_2SO_4)$ = 2,79г бар.

Жообу: $m(AI_2(SO_4)_3)$ = 6,89г; $m(Na_2SO_4)$ =2,79г.

47 - маселе. А жана В элементтери күкүрт менен составы AB_4S жана $A_2B_{12}S_3$ кошулмасын пайда кылат; биринчи кошулмадагы күкүрттүн массалык үлүшү 21,05%, ал эми экинчисинде – 24%. Маселенин шартында кайсы элемент жана кошулма жөнүндө сөз болгондугун аныктагыла.

Берилди: $\omega_1(S)=21,05\%;\ \omega_2(S)=24\%;$

Табуу керек: $A-?;\ B-?\ AB_4S-?;\ A_2B_{12}S_3-?;$

Чыгарылышы: 1) M(S) = 32г/моль экендигин билүү менен, бул белгисиз кошулмалардын молярдык массаларын аныктайбыз:

а) 32г/моль S ——————21,05%

M_1 г/моль AB_4S —————100%

$M_1(AB_4S)$ = 152 г/моль

б) 3·32г/моль S —————— 24%

M_2 г/моль $A_2B_{12}S_3$ —————100%

$M_2(A_2B_{12}S_3)$ = 400 г/моль

2) *А* элементинин атомдук массасын x, ал эми *В* элементинин атомдук массасын y деп белгилөө менен, теңдемелер системасын түзөбүз жана чыгарабыз:

$$\begin{cases} x+4y+32=152 \\ 2x+12y+96=400 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x=120-4y \\ 2(120-4y)+12y+96=400 \end{cases}$$

$$240-8y+12y+96=400$$

$4y=64 \Rightarrow y=16$ Демек, $A_r(O)$ = 16;

y тин маанисин x тин ордуна коюу менен *А* элементин таап

алабыз: $x = 120 - 4y \Rightarrow x = 120 - 4 \cdot 16 = 56,$ демек, A_r(Fe)=56

Ошентип, маселенин шартында берилген А элементи *темир,* В элементи *кычкылтек* болгондуктан, кошулмалардын формулалары: $FeSO_4$ жана $Fe_2(SO_4)_3$

Жообу: А – темир; В – кычкылтек;
$FeSO_4$ жана $Fe_2(SO_4)_3$

48-маселе. 6,3г күкүрт менен фосфордун аралашмасын ашыкча конц. азот кислотасы менен ысытканда 24,64л күрөң түстөгү газдар (н.ш.) бөлүнүп чыкты. Алынган газдарды 949,4г 6,5%-түү NaOH тын эритмеси аркылуу өткөргөндө кайсы туздар, кандай массалык үлүштө пайда болду? Баштапкы аралашмадагы күкүрт менен фосфордун массалык үлүшүн аныктагыла?

Берилди: *m(аралашма)=6,3г;V(газ)=24,64л*
m(эритме)= 949,4г; ω(NaOH)=6,5%

Табуу керек: $\omega(S) - ?; \omega(P) - ?; \omega(NaNO_3) - ?; \omega(NaNO_2) - ?$

Чыгарылышы: 1) Реакциянын теңдемесин жазуу менен, аралашмадагы күкүрттүн массасын *а(г),* фосфордун массасын 6,3–*а(г),* ал эми 1-реакциядан бөлүнүп чыккан NO_2 нин көлөмүн *в(л),* 2-реакциядан бөлүнүп чыккан NO_2нин көлөмүн *24,64– в (л)* менен белгилеп алып, теңдемелер системасын түзөбүз жана чыгарабыз:

$$\underset{32}{\overset{a}{S}} + 6HNO_3 = H_2SO_4 + \underset{6\cdot 22,4}{\overset{в}{6NO_2}} + 2H_2O \quad (1)$$

$$\underset{31}{\overset{6,3-a}{P}} + 5HNO_3 = H_3PO_4 + \underset{5\cdot 22,4}{\overset{24,64-в}{5NO_2}} + H_2O \quad (2)$$

$$\begin{cases} \dfrac{a}{32} = \dfrac{в}{134,4} \\ \dfrac{6,3-a}{31} = \dfrac{24,64-в}{112} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 134,4a = 32в \\ 112(6,3-a) = 31(24,64-в) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 0,238в \\ 705,6 - 112a = 763,84 - 31в \end{cases}$$

$$705,6 - 112(0,238в) - 763,84 + 31в = 0$$

$$705,6 - 26,65в - 763,84 + 31в = 0$$

$$4,35в = 58,2 \Rightarrow в = 13,379 \approx 13,38$$

Табылган *в* нын маанисин жогорудагы теңдемеге коюу менен *а* нын сандык маанисин табабыз:

$$a = 0{,}238в = 0{,}238 \cdot 13{,}38 = 3{,}18г \approx 3{,}2г(S)$$

Ал эми фосфордун массасы: $6{,}3 - a = 6{,}3 - 3{,}18г = 3{,}12г(P)$

Демек, m(S)=3,2; m(P)=3,1г

2) Күкүрттүн жана фосфордун массалык үлүштөрүн төмөндөгү формулалардын жардамы менен аныктайбыз:

$$\omega(S) = \frac{m(S)}{m(аралашма)} = \frac{3{,}2}{6{,}3} \cdot 100\% = 50{,}8\%(S)$$

$$\omega(P) = \frac{m(P)}{m(аралашма)} = \frac{3{,}1}{6{,}3} \cdot 100\% = 49{,}2\%(P)$$

Демек, ω(S)=50,8%; ω(P)=49,2%

3) Бөлүнүп чыккан азоттун (IV) оксиди NO_2 натрийдин гидроксиди NaOH менен реакцияга кирет:

$$\underset{\substack{40г/моль \\ 2моль \\ 1{,}54моль}}{2NaOH} + \underset{\substack{46г/моль \\ 2моль \\ 1{,}54моль}}{2NO_2} = \underset{\substack{85г/моль \\ 1моль \\ 0{,}77моль}}{NaNO_3} + \underset{\substack{69г/моль \\ 1моль \\ 0{,}77моль}}{NaNO_2} + H_2O$$

Маселенин шарты боюнча 949,4г 6,5%-түү NaOHтын эритмеси берилген, андыктан эритмедеги эриген заттын б.а. NaOHтын массасын табабыз:

$$m(NaOH) = \frac{\omega\% \cdot m(эритме)}{100\%} = \frac{6{,}5\% \cdot 949{,}4}{100\%} = 61{,}7гNaOH$$

же $$\nu(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{61{,}7г}{40г/моль} = 1{,}54г/мольNaOH$$

4) Пайда болгон туздардын массасы:

$$m(NaNO_3) = \nu(NaNO_3) \cdot M(NaNO_3) = 0{,}77 \cdot 85 = 65{,}45гNaNO_3$$

$$m(NaNO_2) = \nu(NaNO_2) \cdot M(NaNO_2) = 0{,}77 \cdot 69 = 53{,}13гNaNO_2$$

5) $\nu(NO_2) = \frac{V(газ)}{V_м} = \frac{24{,}64л}{22{,}4л/моль} = 1{,}1моль$

6) $m(NO_2) = \nu(NO_2) \cdot M(NO_2) = 1{,}1 \cdot 46 = 50{,}6г$

7) $m(эритме) = 940{,}4 + 50{,}6 = 1000г;$

8) $\omega(NaNO_3) = \frac{65{,}45г}{1000г} \cdot 100\% = 6{,}54\%;$

9) $\omega(NaNO_2) = \frac{53{,}13}{1000г} \cdot 100\% = 5{,}31\%$

Жообу: ω(S)=50,8%; ω(P)=49,2%;
ω($NaNO_3$)=6,54%; ω($NaNO_2$)=5,31%;

2.8. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Заттын химиялык формуласы эмнени көрсөтөт?

2. Эң жөнөкөй формула молекулалык формуладан эмнеси менен айырмаланат?

3. Кошулмалардагы: а) $AI_2(SO_4)_3$; б) $C_{12}H_{22}O_{11}$; в) $K_4[Fe(CN)_6]$; г)$Ca(HCO_3)_2$ элементтердин массалык үлүшүн (%) эсептегиле.

4. Массалык үлүштөрү:1,58% суутектен;22,22% азоттон жана 76,20% кычкылтектен турган бирикменин формуласын тапкыла. *(Жообу: HNO_3)*

5. 61г барийдин кристаллогидратын $BaCI_2{\cdot}nH_2O$ кызартып ысытканда, анын массасы 52г ды түздү. Берилген кристаллогидраттын формуласын келтирип чыгаргыла.

(Жообу: $BaCI_2{\cdot}2H_2O$)

6. Кристаллогидраттын $NiSO_4\ {\cdot}nH_2O$ составындагы суунун массалык үлүшү 44,8% ке барабар. Кристаллогидраттын формуласын тапкыла. *(Жообу: $NiSO_4\ {\cdot}7H_2O$)*

7. 200г белгисиз затты көмүр менен кызарта ысытканда 36,8г CO_2 (IV) жана 173,2г коргошун пайда болду. Алынган заттын формуласын тапкыла. *(Жообу: PbO_2)*

8. 12г хромкалий квасцтарын анализдегенде 5,19г кристаллдашкан суу жана 2,1г калийдин сульфаты алынды. Заттын формуласын тапкыла. *(Жообу: $K_2SO_4{\cdot}\ Cr(SO_4)_3\ {\cdot}24H_2O$)*

9. 2,12г бир валенттүү металлдын карбонатына кислотаны кошкондо 448 мл CO_2 (н.ш.) пайда болду. Карбонаттын формуласын тапкыла. *(Жообу: Na_2CO_3)*

10. Кычкылдандыргыч зат катарында аммонийдин перхлораты колдонулат. Анда 3,4% суутек; 11,9% азот; 30,2% хлор жана 54,5% кычкылтек бар. Бул туздун формуласын тапкыла. Күйүүчү заттарды катыштырбай ысыткан учурдагы ажыроо реакциясынын теңдемесин түзгүлө (мында H_2O; HCI; N_2 жана O_2 пайда болот). Ошондой эле алынган аралашмадагы O_2 менен N_2 нин көлөмдүк катышын көрсөткүлө. *(Жообу: NH_4CIO_4)*

11. 45%S тү бар 800т темир колчеданынан FeS_2 канча тонна суусуз H_2SO_4 алууга болот? *(Жообу: 1102т).*

12. Эгерде өндүрүштөгү фосфордун коромжуга учурашы болжол менен 3% ке барабар деп эсептесек, анда1т фосфорду

алуу үчүн 65%-түү $Ca_3(PO_4)_2$ден турган фосфориттен канча тонна алуу керек? *(Жообу: 6,3т $Ca_3(PO_4)_2$)*

13. 100г Na_2SO_4 тү алуу үчүн канча грамм H_2SO_4 жана NaOH алуу керек? *(Жообу: 69г H_2SO_4; 56,3г NaOH)*

14. 40кг бертолет тузун ажыратканда кандай көлөмдөгү кычкылтек алынат? *(Жообу: 10,97$м^3$)*

15. 1л KCI дун эритмесине $AgNO_3$ түн эритмесин кошушкан. Алынган чөкмөнүн массасы 28,7г ды түздү. Алгачкы эритмеде канча грамм KCI болгондугун аныктагыла.*(Жообу: 14,9г)*

16. 20% кошундусу бар 1тонна акиташты кызарта ысытканда канча грамм өчүрүлбөгөн акиташ алынат? *(Жообу: 448кг).*

17. 10г жездин алюминий менен болгон куймасын ашыкча калийдин гидроксиди менен иштеткенде 5,6л суутек бөлүнүп чыкты. Куйманын компоненттеринин массалык үлүшү (%-менен) кандай? *(Жообу: 45%AI; 55%Cu).*

18. 5кг пиритти абада кызарта ысытканда 5,12кг SO_2 (IV) алынган. Пириттин тазалыгын аныктагыла. *(Жообу: 36%)*

19. 8,5г Na жана K дин аралашмасы суу менен өз ара аракеттенишкенде 27^0C жана $1{,}2\cdot10^5$ Па да көлөмү 3л суутек бөлүнүп чыкты. Аралашмадагы металлдардын массасын аныктагыла. *(Жообу: 3,95г; 4,55г).*

20. Тыгыздыгы р=2,05г/л (н.ш.) 23г газ абалындагы затты күйгүзгөндө 44г CO_2 жана 27г H_2O пайда болду. Бул заттын формуласын тапкыла? *(Жообу: C_2H_6O)*

21. 1,5кг таза $CaCO_3$ алуу үчүн 12% кошулмасы бар акиташтын массасын эсептегиле. *(Жообу: 1,704кг)*

22. Массасы 56 кг акиташты кум менен балкып эриткенде 47г кальцийдин силикаты пайда болду, ал теориялык жактан 90%-ти түзөт. Акиташтын берилген үлгүсүндөгү кошулманын массалык үлүшүн тапкыла. *(Жообу:10% кошулма).*

23. 7,2г эки валенттүү металлдын сульфатын ашыкча барийдин хлоридинин эритмеси менен реакцияга киргизгенде 13,98г чөкмө пайда болду, сульфаттагы күкүрттүн массалык үлүшүн жана сульфаттын формуласын тапкыла.

(Жообу: ω (S)=26,7% ; $MgSO_4$)

3 – БӨЛҮМ

АТОМДУН ТҮЗҮЛҮШҮ.
ХИМИЯЛЫК ЭЛЕМЕНТТЕРДИН Д.И.МЕНДЕЛЕЕВ ТҮЗГӨН МЕЗГИЛДИК СИСТЕМАСЫ ЖАНА ЗАКОНУ.
ХИМИЯЛЫК БАЙЛАНЫШ

3.1. Атомдун түзүлүшү.
Д. И. Менделеевдин мезгилдик закону жана системасы

Көптөгөн тажрыйбалардын негизинде атом татаал түзүлүшкө ээ экендиги далилденген. Атом оң заряддалган ядродон жана жана анын тегерегинде айланып жүргөн терс заряддалган бөлүкчөлөрдөн – электрондордордон турат. Атомдун өлчөмү 10^{-8}см ге жакын, ядронуку -10^{-13}см., б.а. ядронун өлчөмү атомдукунан 100 000 эсе кичине.

Атомдогу электрондордун саны элементтин катар номерине, ядросундагы протондун санына барабар. Атомдогу электрондук катмардын саны элемент жайгашкан мезгилдин номерине барабар. Атомдордун электрондук катмарларынын түзүлүшү элементтин химиялык касиетин аныктайт. Электрондун энергетикалык абалы ***төрт кванттык сан*** менен мүнөздөлөт.

1. Башкы кванттык сан n - берилген кванттык деңгээлдеги электрондордун энергиясынын запасын жана ядродон канча аралыкта жайгашкандыгын көрсөтөт. Башкы кванттык сан 1ден ∞ ге чейинки натуралдык сандардын маанисин өз ичине камтыйт. *Мисалы,*

n = 1 - *биринчи энергетикалык деңгээлди* (K),

n = 2 - *экинчи энергетикалык деңгээлди* (L),

n = 3 - үчүнчү энергетикалык деңгээлди (M) ж.б. мүнөздөйт.

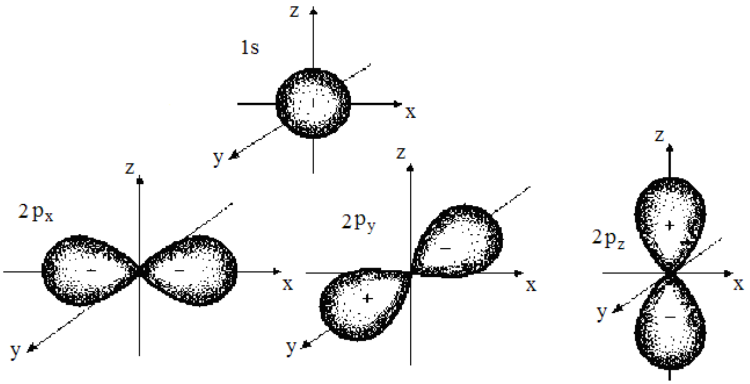
2. Орбиталдык кванттык сан ℓ . Энергетикалык деңгээлдер өз кезегинде энергетикалык деңгээлчелерден турат. Орбиталдык (кошумча) кванттык сан электрондук булуттардын формаларын мүнөздөйт. Ал башкы кванттык сандан дайыма 1 ге

кичине болот да,0 дон n–1 ге чейинки бүтүн сандардын маанилерин өз ичине алат. Башкы кванттык сан n–1 болсо, орбиталдык кванттык сан бир гана сандык мааниге ℓ = 0 ээ болот, б.а. биринчи деңгээл 1 эле s- деңгээлчеден турат; n = 2 болсо– эки: ℓ = 0; ℓ =1 маанилерине ээ болот, б.а. экинчи энергетикалык деңгээл 2 деңгээлчеден (s-p-) турат.

Таблица 3- Башкы жана орбиталдык кванттык сандардын ортосундагы байланыштар

Башкы кванттык сан n	Орбиталдык кванттык сан ℓ	**Деңгээлчелердин белгилениши**
1 (K)	0	1s
2 (L)	0, 1	2s, 2p
3 (M)	0, 1, 2	3s, 3p, 3d
4 (N)	0, 1, 2, 3	4s, 4p, 4d, 4f
5 (O)	0, 1, 2, 3, 4	5s, 5p, 5d, 5f

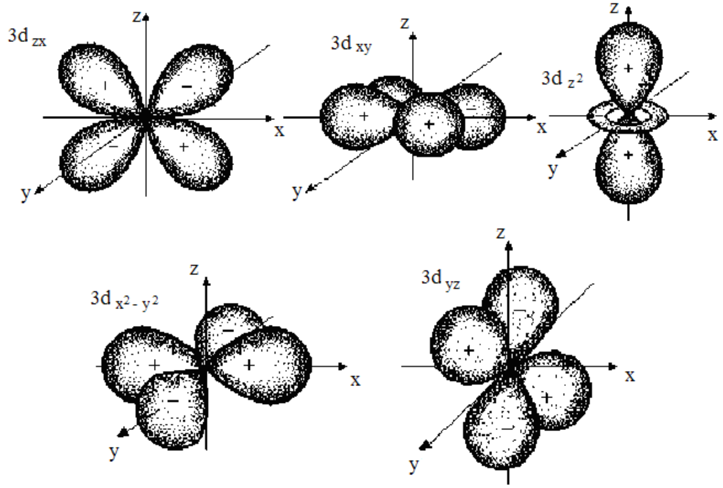
s-орбиталь (электрондук булут) шар формасында, p-орбиталдар гантель, d-орбиталдардын формалары татаал болот.



3- сүрөт.   Атомдук орбиталардын формалары.

3. ***Магниттик кванттык сан*** $\boldsymbol{m_\ell}$ – мейкиндиктеги орбиталардын (электрондук булуттардын) багытын мүнөздөйт жана төмөндөгү маанилерге ээ болот: $\boldsymbol{m_\ell = -\ell \ldots 0, \ldots + \ell}$

$\ell = 0$ болгондо	$m_\ell = 0$
$\ell = 1$	$m_\ell = -1, 0, +1$
$\ell = 2$	$m_\ell = -2, -1, 0, +1, +2$
$\ell = 3$	$m_\ell = -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$



4-сүрөт. d-булутунун мейкиндикте жайгашуусу.

Графикалык жактан ар кайсы орбиталь кванттык ячейка түрүндө сүрөттөлөт:

s- деңгээлче :

p- деңгээлче :

d- деңгээлче :

f- деңгээлче :

4. ***Спиндик кванттык сан*** $\boldsymbol{m_s}$ – электрон өзүнүн огунун айланасында гана карама-каршы эки багытта айлана тургандыгын мүнөздөйт жана 2 гана мааниге $+\frac{1}{2}$; $-\frac{1}{2}$ ээ. Аны

биз кванттык ячейкаларда карама-каршы багытталган стрелкалар ↑↓ менен белгилейбиз.

Таблица 4- Энергетикалык деңгээлдердеги электрондордун максималдуу саны.

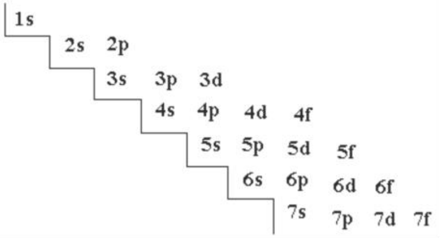
Деңгээл	Деңгээлче	Деңгээлчелердеги электрондордун максималдуу саны	Деңгээлдеги электрондордун максималдуу саны
K (1)	1s	2	2
L (2)	2s 2p	2 6	8
M (3)	3s 3p 3d	2 6 10	18

Элементтердин атомдорундагы электрондордун бөлүштү-рүлүшү негизги үч жобо: Паулинин принциби, аз энергиянын принциби жана Хунддун эрежеси менен аныкталат.

- ***Паулинин принциби (1925, В.Паули, Швейцария).*** *Атомдо бардык төрт кванттык сандары окшош болгон эки электрондун болушу мүмкүн эмес.*
- ***Өтө аз энергиянын принциби (Клечковскийдин эрежеси).*** *Атомдун негизги (туруктуу) абалы минималдуу энергия менен мүнөздөлөт.* Ошондуктан электрондор орбиталарды алардын энергияларынын өсүү тартибине жараша толтурушат, б.а. ***адегенде аз энергиялуу атомдук орбиталь толтурулат.***

Орбиталдардын энергиясынын өсүү тартибин төмөндөгү катар менен көрсөтүүгө болот.

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



- ***Хунддун эрежеси (1927, Германия)*: Бир деңгээлчедеги электрондор алардын *спиндик кванттык сандарынын абсолюттук маанилеринин суммасы максималдуу* болгондой жайгашышат. Бул атомдун туруктуу абалына туура келет, б.а. эрежеге ылайык берилген деңгээлченин орбиталдары электрондор менен толуу процессинде *электрондор адегенде жупташпай жалкы жайгашууга аракеттенишет.***

❑ ***Иондошуу энергиясы.*** Элементтердин металлдык касиетинин сандык мүнөздөмөсү болуп ***иондошуу энергиясы*** эсептелет.

Атомдон электронду жулуп алып, оң ионго айландырууга жумшалган энергия атомдун ***иондошуу энергиясы (I)*** деп аталат, ал эми потенциал ***иондошуу потенциалы*** деп аталат.

$$Э^0 - \bar{e} \rightarrow Э^+ - I \qquad \textbf{(3.1.1.)}$$

Иондошуу энергиясы электронвольт (эВ) менен туюнтулат.

❑ ***Атомдун электронго тектештиги.*** Атомдун электронду кошуп алуу менен терс ионго айланганда бөлүнгөн же сиңирилген энергиянын саны ***атомдун электронго тектештиги*** **($E_{тек.}$)** деп аталат.

$$\boldsymbol{Э^0 + \bar{e} \rightarrow Э^- + E_{тек.}} \qquad \textbf{(3.1.2.)}$$

б.а. элементтердин металл эместик касиетинин сандык мүнөздөмөсү болуп ***атомдун электронго тектештиги*** эсептелет.

Элементтердин металлдык жана металл эместик касиетинин мүнөздөмөсү болуп **терс электрлүүлүк** эсептелет.

❑ **Элементтин терс электрлүүлүгү χ *(1932, Л.Полинг, АКШ)*** деп, анын атомдорунун электронду өзүнө тартып алуу касиетин айтабыз.

Таблица 5- Кээ бир элементтердин салыштырмалуу терс электрлүүлүгү

Мез-гилдер	Группалар							
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**
I							**H** 2,1	**He** -
II	**Li** 1,0	**Be** 1,5	**B** 2,0	**C** 2,5	**N** 3,0	**O** 3,5	**F** 4,0	**Ne** -
III	**Na** 0,9	**Mg** 1,2	**AI** 1,5	**Si** 1,8	**P** 2,1	**S** 2,5	**CI** 3,0	**Ar** -
IV	**K** 0,8	**Ca** 1,0	**Sc** 1,3	**Ti** 1,5	**V** 1,6	**Cr** 1,6	**Mn** 1,5	**Fe** 1,8 **Co** 1,9 **Ni** 1,9
	Cu 1,9	**Zn** 1,6	**Ga** 1,6	**Ge** 1,8	**As** 2,0	**Se** 2,4	**Br** 2,8	**Kr** -

49- маселе. Кайсы деңгээлчеде 3d же 4s электрондор биринчи толтурулат?

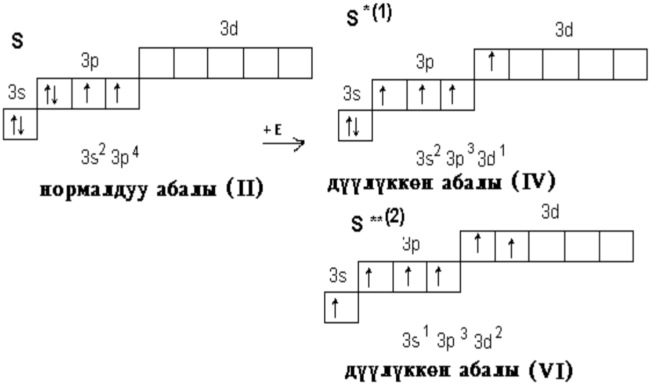
Чыгарылышы: Өтө аз энергиянын принцибине ылайык, деңгээлчелердин энергиясы башкы жана орбиталдык кванттык сандардын суммалары менен аныкталат, б.а. $n+\ell$ дин суммасы. Бул сумма аз болсо деңгээлченин энергиясы аз болот, б.а. 4s деңгээлчеси үчүн $n+\ell$ =4+0=4; ал эми 3d деңгээлчеси үчүн $n+\ell$ =3+2=5, ошондуктан $E_{4s} < E_{3d}$, адегенде 4s андан кийин 3d толтурулат.

50 - маселе. Эгерде $n+\ell$: а)5; б) 6 болгон учурлардагы энергетикалык деңгээлчелердин электрондор менен толтурулуу ырааттуулугун көрсөткүлө.

Чыгарылышы:

а) $n+\ell$	5
n	3 4 5
ℓ	2 1 0
деңгээлчелер	3d 4p 5s
толтурулуу ырааттуулугу:	3d → 4p→ 5s
б) толтурулуу ырааттуулугу	4d→ 5p→ 6s

51 - маселе. Күкүрттүн атомунун нормалдуу жана дүүлүккөн абалындагы электрондук формулаларын түзгүлө.
Чыгарылышы:



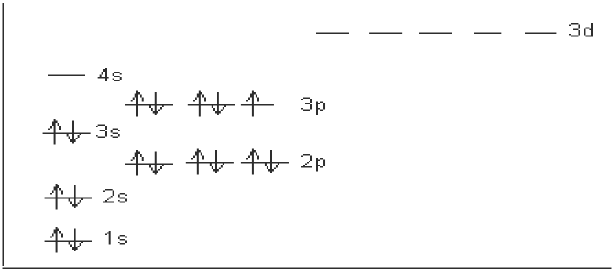
5-сүрөт. Нормалдуу жана дүүлүккөн абалындагы күкүрттүн атомунун электрондук-графикалык формуласы

52 - маселе. Төмөндөгү иондордун электрондук формулаларын жазгыла: а) Ca^{2+}; б) Na^{+}; в) O^{2-}.
Чыгарылышы: а) Ca^{2+} $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$;
б) $Na^{+} 1s^2 2s^2 2p^6$;
в) O^{2-} $1s^2 2s^2 2p^6$

53 - маселе. Бир группада жайгашкан марганец жана хлор элементтеринин кандай жалпы касиеттери бар?

Чыгарылышы: Марганец жана хлор VII группада жайгашкан, бирок хлор негизги подгруппада, марганец кошумча подгруппада. Алар формалдуу түрдө максималдуу 7 валенттүү болушат. Төмөндө хлордун атомунун электрондук конфигурациясын жана электрондордун орбиталдар боюнча жайгашуусунун энергетикалык диаграммасын карап көрөлү. Хлордун атомунун электрондук конфигурациясы:

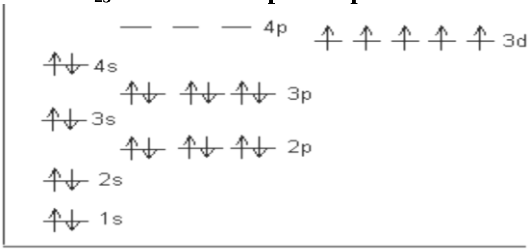
$$_{17}\mathbf{Cl}\ \ \mathbf{1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5}$$



6-сүрөт . № 17- элементтин атомунун электрондорунун орбиталдар боюнча жайгашышынын энергетикалык диаграммасы.

Хлордун атому бош 4s жана 3d орбиталдарга ээ. Дүүлүгүүнүн (толук жана толук эмес) натыйжасында электрондор бош орбиталарга жайгашышат, ошондуктан хлор өзгөрүлмө валенттүүлүккө ээ: 1, 3, 5, 7. Ал эми марганецтин атомунун электрондук конфигурациясы:

$_{25}$**Mn** $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^5$



7-сүрөт. Марганецтин атомунун электрондорунун орбиталдар боюнча жайгашышынын энергетикалык диаграммасы.

Марганецтин атомун дүүлүктүргөндө бир $4s\bar{e}$ 4р-орбиталга өтүп, жупташпаган электрондордун саны 7ге жетет. Айтылгандарды марганецтин жана хлордун оксиддеринде, гидроксиддеринде карап көрөлү.

MnO (II) – негиздик оксид $\rightarrow$ $Mn(OH)_2$

MnO_2 (IV) – амфотердик оксид $\rightarrow$ $Mn(OH)_4$

MnO_3 (VI) – кислоталык оксид $\rightarrow$ H_2MnO_4

Mn_2O_7 (VII) – кислоталык оксид $\rightarrow$ $HMnO_4$

Марганецтин валенттүүлүгүнүн өсүшү менен оксиддердин кислоталык касиети күчөйт, негиздик касиеттери начарлайт.

Хлор кычкылтек менен төмөндөгү оксиддерди: CI_2O, CI_2O_3, CI_2O_5, CI_2O_7 пайда кылат жана аларга төмөндөгү кислоталар туура келет.

$CI_2O \rightarrow$ HCIO – ***хлор сымалдуу кислота***

$CI_2O_3 \rightarrow$ $HCIO_2$ – ***хлордуу кислотасы***

$CI_2O_5 \rightarrow$ $HCIO_3$ – ***хлор сымал кислотасы***

$CI_2O_7 \rightarrow$ $HCIO_4$ – ***хлор кислотасы***

Марганец менен хлордун жогорку валенттүүлүктү көрсөткөн кошулмалары окшош касиеттерди көрсөтүшөт.

Mn_2O_7 - суюктук, өтө туруксуз, ысытуудан жарылуу менен ажырайт, ал эми CI_2O_7 - майланышкан суюктук, бир аз эле согулуудан жарылууга дуушар болот. $HMnO_4$ жана $HCIO_4$ – өтө күчтүү кислоталар, эритмеде толугу менен диссоциацияланышат. Эки кислота жана анын туздары күчтүү кычкылдандыргычтар.

54 - маселе. VI группанын негизги подгруппасындагы элементтер суутек менен кандай бирикмелерди пайда кылышат? Алардын ичинен өтө бекем жана өтө начар байланыштагы бирикмелерди атагыла.

Чыгарылышы: VI группанын негизги подгруппасындагы элементтер – р-элементтер. Алардын атомдорунун сырткы энергетикалык деңгээлинде 6 электрон жайгашкан: ns^2np^4. Суутек менен болгон кошулмаларында кычкылдануунун –2 даражасын көрсөтөт.

Кошулмалардын формулалары: H_2O, H_2S, H_2Se, H_2Te, H_2Po.

Элементтин катар номеринин жогорулашы менен, атомунун радиусу өсөт. Ошонун негизинде суутектик бирикмелердин бекемдиги начарлайт.

Ошондуктан, аталган бирикмелердин эң бекеми H_2O, эң начары – H_2Po.

55 - маселе. Бордун, коргошундундун атомдорунун орточо массасын тапкыла.

Чыгарылышы: а) M(B) = 11г/моль; N_A= $6{,}02 \cdot 10^{23}$

$6{,}02{\cdot}10^{23}$ бордун атомдору —————— $11 г\ B$

1 ——/——/—————————— $x\ г$;

$x = 1{,}8{\cdot}10^{-23}$ *г/атом*

б) M(Pb) = 207 г/моль

$6{,}02{\cdot}10^{23}$ коргошундун атомдору —————— $207 гPb$

1 ——/——/———————— $x\ г$;

$x = 34{,}4{\cdot}10^{-23}$ г/атом$=3{,}44{\cdot}10^{-22}$ г/атом

Жообу: а)1,8·10^{-23}г/атом; 3,44·10^{-22}г/атом

56 - маселе. Массасы $9{,}1\cdot10^{-28}$г, кыймыл ылдамдыгы $6\cdot10^{6}$ м/сек ээ болгон электрондун де-Бройль толкун узундугун тапкыла.

Берилди: $m_e = 9{,}1\cdot10^{-28}г = 9{,}1\cdot10^{-31}кг$; $\vartheta = 6\cdot10^{6} м/сек$

Табуу керек: $\lambda - ?$

Чыгарылышы: де-Бройль толкун узундугу төмөндөгү формула менен аныкталат:

$$\lambda = \frac{h}{m\vartheta} = \frac{6{,}626\cdot10^{-34}}{9{,}1\cdot10^{-31}\cdot6\cdot10^{6}} = 0{,}121\cdot10^{-9} м = 0{,}121 нм$$

$h -$ Планктын туруктуулугу; $h = 6{,}626\cdot10^{-34} дж\cdot сек$

Жообу: 0,121нм

57- маселе. Хромдун жана никелдин атомдорунун радиустарын эсептегиле. (ρ(Cr) = 7,19г/см^3; ρ(Ni) = 8,90г/см^3).

Чыгарылышы: 1 атомдун көлөмү $4\pi r^3/3$;

Авогадро санынын атомдорунун көлөмү $\frac{4\pi r^3}{3}\cdot6{,}02\cdot10^{23}$ кө барабар; бул көлөм молярдык атомдук көлөмдүн $V_{ат}$ 74% ин түзөт. Металлдык торчонун 26% көлөмү боштук, мында:

$$\frac{4\pi r^3}{3}\cdot6{,}02\cdot10^{23} = 0{,}74$$

$$Vатомд. = 0{,}74\cdot\frac{A_{эл}}{\rho};$$

анда $\frac{4\pi r^3}{3}\cdot6{,}02\cdot10^{23} = 0{,}74\cdot\frac{A_{эл.}}{\rho}$;

$$4\pi r^3\cdot6{,}02\cdot10^{23}\cdot\rho = 0{,}74\cdot A_{эл.}\cdot3;$$

мындан $r = \sqrt[3]{\frac{0{,}74 \cdot A_{эл.} \cdot 3}{4\pi\rho \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}}}$

Бул формуланын негизинде хромдун жана никелдин атомдорунун радиустарын эсептеп чыгарабыз:

$$r_{Cr} = \sqrt[3]{\frac{0{,}74 \cdot 52 \cdot 3}{7{,}19 \cdot 4\pi \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}}} = \sqrt[3]{\frac{115{,}44}{543{,}64 \cdot 10^{23}}} = \sqrt[3]{0{,}212 \cdot 10^{-23}} = \sqrt[3]{2{,}12 \cdot 10^{-24}} =$$

$$= 1{,}29 \cdot 10^{-8} см = 1{,}29 A$$

$$r_{Ni} = \sqrt[3]{\frac{0{,}74 \cdot 59 \cdot 3}{8{,}90 \cdot 4\pi \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}}} = \sqrt[3]{\frac{130{,}98}{673 \cdot 10^{23}}} = \sqrt[3]{0{,}194 \cdot 10^{-23}} = \sqrt[3]{1{,}94 \cdot 10^{-24}} =$$

$$= 1{,}25 \cdot 10^{-8} см = 1{,}25 A$$

Жообу: $r_{Cr} = 1{,}29 A;\ r_{Ni} = 1{,}25 A$

3.2.Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Катар номерлери 34 жана 80 болгон элементтердин электрондук формулаларын жазгыла.
2. Төмөндөгү кванттык сандарга ээ болгон: а) n=3; ℓ=2 б) n=4; ℓ=3 в) n=5; ℓ=4 электрондордун атомдогу толук санын көрсөткүлө.
3. Төмөндөгү элементтердин: Si, Mg, Fe, TI атомдорунда канча жупташпаган электрондор бар?
4. CI дун жана Mn тин атомдорунун жана иондорунун CI^{-} жана Mn^{2+} электрондук формулаларын жазгыла.
5. Мезгилдик системадан электрондук формуласы np^3 болгон элементтерди тапкыла.
6. Электрондор менен 4f же 6s орбиталь мурунураак толтурулабы? Катар номери 43-элементтин атомунун электрондук формуласын түзгүлө.
7. s - элементтер мезгилдик системанын кайсы группаларында жана подгруппаларында жайгашкан? Аларды атагыла.
8. Кошулмалардагы элементтердин кычкылдануу даражасын тапкыла:C_2H_6; C_2H_4; H_2FeO_4;H_2MnO_4; $KBrO_3$; HBrO; $HClO_2$.
9. Кайсы кошулма туруктуу жана эмне үчүн**?**
   а) CaF_2 же $CaCI_2$; б)HCI же HI ;
   в) H_2O же H_2S; г) NH_3 же AsH_3 ?

10. Иондошуу энергиясы, иондошуу потенциалы деген эмне? Ал кандай бирдиктер менен туюнтулат?

11. Мезгилдик системада группанын, мезгилдин ичинде элементтердин иондошуу энергиясы кандай өзгөрөт?

12. 1- иондошуу потенциалы (I_1), 2- иондошуу потенциалы (I_2), 3- иондошуу потенциалы (I_3) ж.б. деген эмне? Эмне үчүн $I_1<I_2<I_3$ …?

13. Элементтердин иондошуу потенциалы эмнеден көз каранды?

14. Атомдун электронго тектештиги деген эмне? Ал кандай бирдиктер менен туютулат?

15. 3d-деңгээлченин толтурулушу кайсы элементтен башталат? Бул элементтин атомунун сырткы катмарында канча электрон бар?

16. Эки элементтин кайсынысында металл эместик касиет күчтүү: а) C же Si б) CI же I; в) N же As; г)S же Se.

17. Кайсы мезгилдин элементтеринин сырткы катмары $n+\ell=5$ мааниси менен мүнөздөлөт?

18. Кайсы элементтерде:Ti же Cr металлдык касиет көбүрөөк байкалат?

19. Кайсы элементтердин атомдорунун сырткы жана сырткы катмардын алдыңкы катмары төмөндөгүдөй түзүлүшкө ээ:

$$а)2s^2 2p^6 3s^2 3p^1; б)3s^2 3p^6 3d^3 4s^2; в)3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4$$

20. Ылдамдыгы $2{,}2\cdot10^3$ м/сек барабар болгон электрондун толкун узундугун тапкыла. *(Жообу: $0{,}33\cdot10^{-6}$ м)*

21. Электрондун толкун узундугу $0{,}242\cdot10^{-7}$ м ге барабар. Электрондун кыймылынын ылдамдыгын тапкыла. *(Жообу: $3\cdot10^4$ м/сек)*

3.3. Химиялык байланыш

Ар кайсы молекулада атомдор белгилүү бир күчтөр менен байланышып турат. Бул күчтөр ***химиялык байланыш*** деп аталат.

Химиялык байланыштын төмөндөгүдөй түрлөрү бар: иондук, коваленттик, металлдык жана суутектик.

Иондук байланыш – терс электрлүүлүгү боюнча кескин айырмаланышкан атомдор аракеттенишкенде пайда болот. Бул учурда электрондор терс электрлүүлүгү өтө чоң болгон атомго өтүшөт жана атомдор карама-каршы заряддалган иондорго айланышат.

$$A = A^{+} + \bar{e} + I_A;$$

$$B + \bar{e} = B^{-} - E_B$$

A^+ жана B^- иондорунун ортосундагы электростатикалык тартылуунун натыйжасында молекула пайда болот:

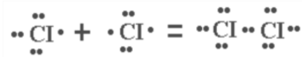
$$\underline{A^{+} + B^{-} = A^{+}B^{-} + E}$$

суммалык түрдө: $A + B = A^{+}B^{-} + I_A - E_B + E$

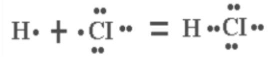
мында E- энергетикалык эффект

Коваленттик байланыш – атомдор ортосунда электрондук жуптар аркылуу пайда болгон байланыш.

Эгерде жалпы электрондук жуп эки атомдун ядросуна симметриялуу болсо, анда мындай коваленттик байланыш гомополярдуу же ***уюлсуз*** деп аталат. *Мисалы:*



Терс электрлүүлүктөрү менен анчалык чоң эмес айырмаланышкан атомдордун ортосунда пайда болгон байланыш ***гетерополярдуу*** же ***уюлдуу*** деп аталат. Бул учурда жалпы электрондук жуп атомдун бирин көздөй жылат. *Мисалы:*



Кандайдыр бир атомдун бөлүштүрүлбөгөн электрондук жубу башка атомдун бош орбитасына өткөндө да коваленттик байланыш пайда болот. Мындай байланыш ***донордук-акцептордук байланыш*** деп аталат.

Химиялык байланыштын пайда болуу механизмдерин валенттик байланыш методу (ВМБ) жана молекулалык орбиталдар методу (МОМ) менен түшүндүрүүгө болот.

3.3.1. Валенттик байланыш методунун (ВБМ) негизги жоболору:

1) Химиялык байланышты эки атомго таандык болгон карама - каршы спиндери бар эки электрон пайда кылат.

2) Байланыш пайда болгондо электрондук булуттар кайрадан жабылгандыктан, эки ядронун ортосунда электрондук булуттардын тыгыздыгы жогорулайт.

3) Бекем байланышты башка атомдун орбиталы көбүрөөк жапкан орбиталь пайда кылат.

3.3.2. Молекулалык орбиталдар методу (МОМ)

Молекулалык орбиталдар методунда молекула бөтөн система катарында каралат. Анын негизги жоболору төмөндөгүлөр:

1) Химиялык байланыш МО жайгашкан электрондор аркылуу ишке ашат жана байланышты пайда кылууга бардык молекулалык орбиталдар катышат.

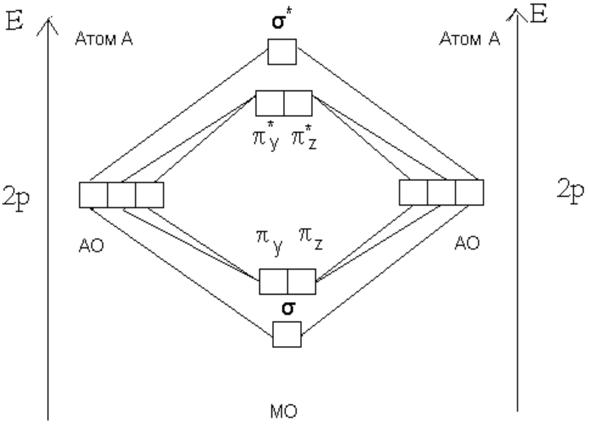
2) Атомдук s-, p-, d-, f- орбиталдар сыяктуу эле молекулалык орбиталдар гректин $\sigma,\pi,\delta,\varphi$ тамгалары менен белгиленет.

3) Атомдук орбиталдардан молекулалык орбиталдар көп борбордуу болушу менен айырмаланат, ошондуктан формалары татаалыраак. МО АО нун сызыктуу комбинациясын (АОСК) түзүшөт.

4) Энергиясы аз молекулалык орбиталь – ***байланыштыруучу (σ)***, ал эми энергиясы көп молекулалык орбиталь – ***бошоңдотуучу (σ*) орбиталь*** деп аталат.

5) МО толтурулуучу АО сыяктуу эле ***Гунддун эрежесине, Паулинин*** жана өтө ***аз энергиянын принциптерине*** баш иет.

$$\sigma^{байл}1s < \sigma^{бошон}1s < \sigma^{байл}2s < \sigma^{бошон}2s < \pi^{байл}2p_y = \pi^{байл}2p_z <$$
$$< \sigma^{байл.}2p_x < \pi^{бошон.}2p_y = \pi^{бошон.}2p_z < \sigma^{бошон.}2p_x$$



8-сүрөт. Атомдук орбиталдан молекулалык орбиталдын пайда болушу

58 - маселе. Төмөндө берилгендер аркылуу метандын CH_4 молекуласындагы C–H байланышынын узундугун аныктагыла: C–C байланышынын узундугу $1{,}54\cdot10^{-10}$м, ал эми H–H байланышынын узундугу $0{,}74\cdot10^{-10}$м.

Берилди: $d_{C-C} = 1{,}54\cdot10^{-10}\,м;\ \ d_{H-H} = 0{,}74\cdot10^{-10}\,м$;

Табуу керек: $d_{C-H} - ?$

Чыгарылышы:

Молекуладагы коваленттик байланыштын узундугу төмөндөгү формула менен аныкталат:

$$d_{A-B} = \frac{d_{A-A} + d_{B-B}}{2}$$

мында: $d_{A\text{-}B}$ *– AB молекуласындагы байланыштын узундугу;*
$d_{A\text{-}A}$ *жана* $d_{B\text{-}B}$ *–* A_2 *жана* B_2 *молекуласындагы ядролор ортосундагы аралыктар.*

Маселенин шартына ылайык, *C– H* байланышынын узундугу:

$$d_{C-H} = \frac{d_{C_2} + d_{H_2}}{2} = \frac{(1{,}54 + 0{,}74)\cdot 10^{-10}}{2} = 1{,}14\cdot 10^{-10}\,м$$

Жообу: 1,14·10^{-10}м.

59 - маселе. Эгерде натрийдин фторидинин NaF торчосунун константасы 2,31·10^{-10}м, фторид ионунун F^{-}радиусу 1,33·10^{-10}м болсо, натрий фторидинин NaF кристаллындагы натрийдин ионунун эффективдүү радиусун эсептегиле.

Чыгарылышы: Кристаллдык торчодогу жанаша эки структуралык бөлүкчөлөрдүн борборлорунун ортосундагы аралык торчонун константасы деп аталат. Ал эми натрийдин ионунун эффективдүү радиусун төмөндөгүдөй жол менен аныктоого болот:

$$r_{Na^+} = 2{,}31\cdot 10^{-10} - r_{F^-} = 2{,}31\cdot 10^{-10} - 1{,}33\cdot 10^{-10} = 0{,}98\cdot 10^{-10}\,м$$

Жообу: 0,98·10^{-10}м.

60 - маселе. Кычкылтектин молекуласынын диполдук моменти 0,091·10^{-29} Кл·м. Бул молекуланын диполунун узундугун тапкыла.

Берилди: $\mu(NO_2) = 0{,}091\cdot 10^{-29}\,Кл\cdot м$; ***Табуу керек:*** $\ell - ?$

Чыгарылышы: Байланыштын уюлдуулугу диполдук моменттин чоңдугу менен мүнөздөлөт. Диполдук момент төмөндөгү формула менен аныкталат:

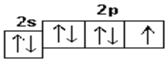
$$\mu = \bar{e}\cdot\ell; \quad \bar{e} = 1{,}602\cdot 10^{-19}\,Кл$$

мындан $\ell = \frac{\mu}{\bar{e}} = \frac{0{,}091\cdot 10^{-29}\,Кл\cdot м}{1{,}602\cdot 10^{-19}\,Кл} = 0{,}057\cdot 10^{-10}\,м$;

*Жообу: 0,057·10^{-10}**м.***

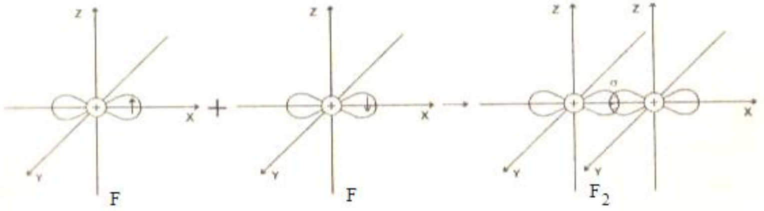
61 - маселе. Валенттик байланыш методун колдонуу менен фтордун жана азоттун молекуласындагы байланыштардын өз ара жайгашуусун көрсөткүлө. Байланыштын мүнөзүн атагыла.

Чыгарылышы: Фтордун атомунун электрондук конфигурация-сы жана электрондук - графикалык формуласы: 9F 1s2 2s2 2p5



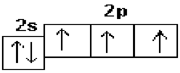
Фтордун атомунда жупташпаган электрондордун саны 1.

P_x – орбиталдарынын жабылышынын эсебинен σ – байланыш пайда болот,

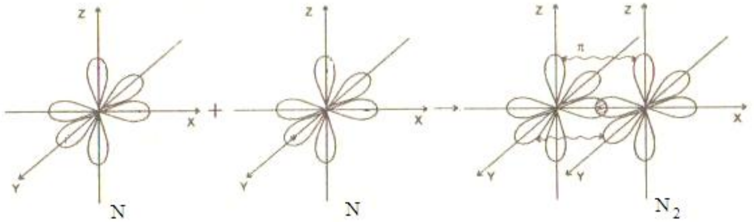


9-сүрөт. р-электрондук булуттардын жабылуу схемасы

Ал эми азоттун электрондук-графикалык формуласы:
$_7N$ $1s^2$ $2s^2$ $2p^3$



Мында азоттун эки атомундагы жупташпаган р-электрондордун жупташуусунун эсебинен, азоттун молекуласы пайда болот, б.а.



10-сүрөт. Азоттун N_2 молекуласындагы электрондук булуттардын жабылуу схемасы

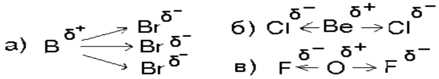
62 - маселе. Төмөнкү молекулаларда байланыштыруучу электрондук булуттар кайсы атомду көздөй жылышат?

а) BBr_3; б) $BeCI_2$; в) OF_2?

Чыгарылышы: χ – терс электрлүүлүк (ТЭ). Атомдордун салыштырмалуу терс электрлүүлүк таблицасын (Таблица №5) пайдалануу менен төмөндөгү маанилерди алабыз:

χ(B)=2,0; χ(Br)=2,8; χ(Be)=1,5 ; χ(CI)=3,0; χ(O)=3,5; χ(F)=4,0

Берилген кайсы элементтин атомунун терс электрлүүлүгү чоң болсо, молекуладагы электрондук жуп ошол атомду көздөй жылышат.



63 - маселе. H–O жана O–As байланыштарындагы атомдордун салыштырмалуу терс электрлүүлүктөрүн эсептегиле. Бул байланыштардын кайсынысы уюлсуз? $As(OH)_3$ гидроксиддердин кайсы классына кирет?

Чыгарылышы: $\Delta\chi_{H-O} = 3{,}5 - 2{,}1 = 1{,}4;$

$\Delta\chi_{O-As} = 3{,}5 - 2{,}0 = 1{,}5;$

Бул байланыштардын уюлдуусу O–As. Ал эми $As(OH)_3$ амфотердүү гидроксид болуп эсептелет.

64 - маселе. Байланыштардын кайсынысы уюлдуу:

Ca–H; C–S; I–CI ?

Чыгарылышы: Байланыштын иондошуу даражасы өз ара байланышкан атомдордун терс электрлүүлүктөрүнүн айырмасы боюнча аныкталат: $\Delta\chi_{Ca-H} = 2{,}1 - 1{,}0 = 1{,}1$

$\Delta\chi_{C-S} = 2{,}6 - 2{,}5 = 0{,}1$

$\Delta\chi_{I-CI} = 3{,}0 - 2{,}6 = 0{,}4$

Демек, Ca–H уюлдуу байланыш.

65 - маселе. Азоттун молекуласындагы электрондорду молекулалык орбиталдарга жайгаштыргыла. МОдо азоттун атомдорунан молекуланын пайда болуу схемасын көрсөткүлө.

Чыгарылышы: Азоттун молекуласы эки атомдон тургандыктан, анда $14\bar{e}$ электрону бар МОМго ылайык, азоттун молекуласындагы электрондордун жайгашуусу төмөндөгүчө жүргүзүлөт:

$$2N[1s^2 2s^2 2p^3] = N_2(\sigma^{байл.}1s)^2(\sigma^{бошонд.}1s)^2(\sigma^{байл.}2s)^2(\sigma^{бошонд.}2s)^2 \cdot (\pi^{байл.}2p_y)^2 \cdot$$

$$\cdot (\pi^{байл.}2p_z)^2(\sigma^{байл.}2p_x)^2$$ же

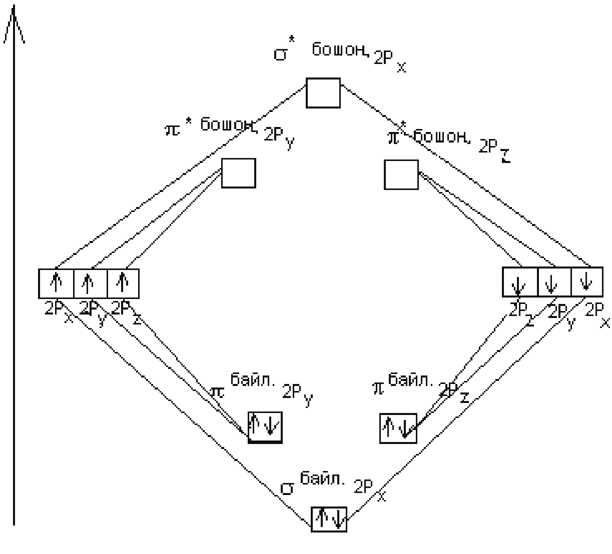
$$N_2[KK(\sigma^{байл.}2s)^2(\sigma^{бошонд.}2s)^2\cdot(\pi^{байл.}2p_y)^2(\pi^{байл.}2p_z)^2\cdot(\sigma^{байл.}2p_x)^2\cdot$$
$$\cdot(\pi^{бошонд.}2p_y)^0\cdot(\pi^{бошонд.}2p_z)^0\cdot(\sigma^{бошонд.}2p_x)^0$$

Молекуладагы байланыштын эселиги:

$$N_2=\frac{8-2}{2}=3;$$

демек N ≡ N

Азоттун молекуласындагы молекулалык орбиталдардын пайда болуу схемасын төмөндөгүдөй көрсөтүүгө болот:



11-сүрөт. Азоттун молекуласынын пайда болушунун энергетикалык диаграммасы.

3.4. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Эгерде С–С жана CI–CI байланыштарынын узундугу $1{,}54 \cdot 10^{-10}$ жана $1{,}99 \cdot 10^{-10}$ м ге барабар болсо, CCI_4 төгү C–CI байланышынын узундугун эсептегиле. *(Жообу: $1{,}76 \cdot 10^{-10}$м)*

2. NO молекуласынын диполдук моменти $0{,}053 \cdot 10^{-29}$Кл·м ге барабар. NO нун молекуласынын диполь узундугун тапкыла.

3. HF молекуласынын диполь узундугу $0{,}4 \cdot 10^{-10}$ м ге барабар. HFдун молекуласынын диполдук моментин эсептегиле.

(Жообу: $0{,}64 \cdot 10^{-29}$ Кл·м)

4. Төмөнкү заттардын: PCI_3; BF_3; CS_2; CCI_4; CI_2O молекулаларында электрондук жуп кайсы жакты көздөй жылат?

5. sp- гибриддешүү деген эмне?

6. Төмөнкү молекулаларда гибриддешүүнүн кандай түрү бар: BeH_2; BF_3; $HgCI_2$; $ZnCI_2$?

7. Валенттик байланыш методунун жардамы менен H_2O нун молекуласын сүрөттөгүлө. H_2O нун молекуласындагы $\angle$HOH бурчунун чоңдугун кантип түшүндүрүүгө болот?

8. N_2 жана CO молекулаларында канча σ- жана π- байланыш бар?

9.Молекулалык орбиталдар методунун негизинде CH_4 молекуласынын көмүртектин жана суутектин атомдорунан пайда болуу схемаларын түзгүлө.

10. Кычкылтектин молекуласынын пайда болушун МОМ боюнча түшүндүргүлө.

11. $N_2^+ - N_2 - N_2^-$ катарындагы бөлүкчөлөрдүн байланыш тартибин жана магниттик касиеттерин көрсөткүлө.

12. Кайсы туз: LiCI жана RbCI төмөнкү температурада балкып эрийт?

13. Төмөндөгү катиондордун : Na^+ , Rb^+,Cs^+ кайсынысынын уюлдуулугу жогору?

14. BCI_3 жана NH_3 молекулаларынын мейкиндик структураларынын ар түрдүүлүгүнүн себеби эмнеде?

4-БӨЛҮМ

ХИМИЯЛЫК ПРОЦЕССТЕРДИН ЗАКОН ЧЕНЕМДҮҮЛҮКТӨРҮ

4.1. Химиялык процесстердин энергетикасы

Химиялык реакциялар энергияны бөлүп чыгаруу жана сиңирүү менен жүрүшү мүмкүн ***(экзо-эндотермикалык реакциялар)***.

Химиялык реакция мезгилинде бөлүнүп чыккан же сиңирилген энергиянын саны (Q) реакциянын ***жылуулук эффектиси*** деп аталат.

Реакциялардын жылуулук эффектилери көрсөтүлүү менен жазылган теңдемелер ***термохимиялык теңдемелер*** деп аталат.

Мисалы, $2H_{2(г)} + O_{2(г)} = 2H_2O_{(г)} + 483,6кдж$

мындайча жазуу, суунун пайда болушу экзотермикалык реакцияга киргендигин жана мында 483,6 кдж жылуулук бөлүнүп чыга тургандыгын көрсөтөт. Термохимиялык теңдемелерде заттардын агрегаттык абалдары көрсөтүлүп жазылат: *г–газ, с–суюк, к–кристаллдык* же *катуу зат.*

Химиялык реакциялар көбүнчө туруктуу басым (p = const) астында жүргүзүлөт. Туруктуу басым астында затты пайда кылууга сарпталган (же бөлүнүп чыккан) жылуулук энергиясы ***энтальпия H*** (грек. entalpien- ысытуу) аталат. Ал төмөндөгү теңдеме менен мүнөздөлөт:

$$\boldsymbol{H = U + p \cdot \Delta V} \quad \textbf{(4.1.1.)}$$

мында U-ички энергия; p-басым; V- системанын көлөмү.

Энтальпиянын өзгөрүшү: $\Delta H = \Delta U + p \cdot \Delta V$

б.а. **энтальпия** заттын **энергетикалык абалын** мүнөздөйт.

Реакциянын жылуулук эффектиси **(ΔH)** реакциянын жүрүү шарттарынан көз каранды.

p=1атм. *же* ***101325Па, T=25^{0}C*** *же* ***298K*** бул шарт ***стандарттык шарт*** деп аталат. Стандарттык шарттарда ***ΔH*** ΔH^0_{298} символу менен белгиленет.

Экзотермикалык реакциялар үчүн ***ΔH*** **терс**, ал эми ***эндотермикалык реакциялар*** үчүн ***ΔH*** **оң** мааниге ээ. Термохимиялык теңдемелер боюнча түрдүү эсептөөлөрдү жүргүзүүгө болот.

Термохимиялык закондор

Гесстин (1840, Россия) закону *(термохимиянын негизги закону): реакциянын жылуулук эффектиси заттардын баштапкы жана акыркы абалдарына гана көз каранды, ал эми процесстин аралык стадияларынан көз каранды эмес.*

$$\Delta H = \Delta H_1^0 + \Delta H_2^0 + \Delta H_3^0 + \ldots$$

Гесстин законунан төмөндөгүдөй ***эки корутунду*** келип чыгат.

Гесстин законунун 1-корутундусу:

❑ ***Химиялык реакциянын жылуулук эффектиси*** *реакциянын продуктуларынын пайда болуу жылуулуктарынын суммасынан баштапкы заттардын пайда болуу жылуулуктарынын суммасын алып таштаган айырмага барабар, б.а.*

$$aA + вB = cC + dD$$

$$\Delta H^0 = (c\Delta H^0_{п.б.C.} + d\Delta H^0_{п.б.D}) - (a\Delta H^0_{п.б.A} + в\Delta H^0_{п.б.B})$$

$$\Delta H^0_{п.б.} = \sum \Delta H^0(прод.) - \sum \Delta H^0(башт.) \qquad (4.2.1.)$$

Гесстин законунун 2-корутундусу:

Көпчүлүк химиялык реакциялардын жылуулук эффектилерин ага катышкан заттардын күйүү жылуулуктары боюнча да эсептөөгө болот.

1моль зат күйгөндө бөлүнүп чыккан жылуулук *күйүү жылуулугу (энтальпия)* $\Delta H^0_{күйүү}$ деп аталат.

❑ ***Химиялык реакциянын жылуулук эффектиси*** *баштапкы заттардын күйүү жылуулуктарынын суммасынан реакциянын продуктуларынын күйүү жылуулуктарынын суммасын алып таштаган айырмага барабар.*

$$aA + вB = cC + dD$$

$$\Delta H^0_{күйүү} = (a\Delta H^0_{күйүүA} + в\Delta H^0_{күйүүB}) - (c\Delta H^0_{күйүүC} + d\Delta H^0_{күйүүD})$$

$$\Delta H^0_{күйүү} = \Sigma\Delta H^0\ (башт.) - \Sigma\Delta H^0\ (прод.) \qquad (4.2.2)$$

• ***Энтропия S (грек. tropo- айландыруу, 1877, Больцман)*** – химиялык процесстин багытын аныктоочу иретсиздиктин өлчөмү.

Энтропиянын өзгөрүшү төмөндөгү теңдеме менен туюнтулат:

$$aA + вB = cC + dD$$

$$\Delta S^0 = [cS^0(C) + dS^0(D)] - [aS^0(A) + bS^0(B)] \quad (4.2.3.)$$

Стандарттык шартта энтропия S^0_{298} символу менен белгиленет.

• ***Гиббстин эркин энергиясы G (Д.У. Гибсс, америкалык математик жана термодинамик)*** - системанын туруктуулугунун өлчөмү.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (4.2.4.)$$

• ***Гиббстин эркин энергиясы G (Д.У. Гибсс, америкалык математик жана термодинамик)*** - системанын туруктуулугунун өлчөмү.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (4.2.5.)$$

мында T= const; P= const

Эгерде $\Delta G < 0$, *б.а. терс реакция өз алдынча түз багытта жүрөт;* $\Delta G > 0$, *б.а. оң болсо, реакция түз багытта өз алдынча жүрө албайт;* $\Delta G = 0$, *система тең салмактуулук абалында.*

66 - маселе. Реакциялардын жылуулук эффектилерин эсептегиле:

$$а) H_2S + 1{,}5O_2 = H_2O_{(с)} + SO_2$$

$$б) 4CO + 2SO_2 = 4CO_2 + S_{2(г)}$$

$$в) 3Fe_3O_4 + 8AI = 4AI_2O_3 + 9Fe$$

Чыгарылышы: Гесстин законунун 1-корутундусунун негизинде:

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0(прод.) - \sum \Delta H^0(башт.)$$

$$а) H_2S + 1{,}5O_2 = H_2O_{(с)} + SO_2$$

$$\Delta H^0_{п.б.}(H_2S) = -21 кдж/моль;$$

$$\Delta H^0_{п.б.}(H_2O) = -286 кдж/моль$$

$$\Delta H^0_{п.б.}(SO_2) = -297 кдж/моль$$

$$\Delta H^0 = -286 + (-297) - (-21 + 0) = -583 + 21 = -562\,кдж/моль$$

$$б)\ \underset{-110,5}{4CO} + \underset{-297}{2SO_2} = \underset{-393,5}{4CO_2} + \underset{128}{S_{2(г)}}$$

$$\Delta H^0 = 128 + (-393,5)\cdot 4 - (-110,5)\cdot 4 + (-297)\cdot 2 = -1446 + 1036 == -410\,кдж/моль$$

$$в)\ \underset{-1118}{3Fe_3O_4} + 8AI = \underset{-1675}{4AI_2O_3} + 9Fe$$

$$\Delta H^0 = (-1675)\cdot 4 - (-1118)\cdot 3 = -6700 + 3354 = -3346\,кдж/моль$$

Жообу: -562кдж/моль; -410кдж/моль; -3346кдж/моль

67-маселе. $SrCI_2$ жана $SrCI_2 \cdot 10H_2O$ эрүү жылуулугу – 47,7 жана 31,0 кдж/молго барабар. $SrCI_2 + 10H_2O = SrCI_2 \cdot 10H_2O$ реакциясынын энтальпиясынын өзгөрүшүн эсептегиле.

Чыгарылышы:

$$SrCI_2 + aq = SrCI_{2(э)}$$

$$SrCI_2 \cdot 10H_2O + aq = SrCI_{2(э)}$$

$$SrCI_2 + 10H_2O = SrCI_2 \cdot 10H_2O$$

$$\Delta H_1^0 = -47{,}7\,кдж/моль$$

$$\Delta H_2^0 = 31\,кдж/моль$$

$$\Delta H^0 = \Delta H_1^0 - \Delta H_2^0 = -47{,}7 - 31 = -78{,}7$$

мында aq- жогорку сандагы суу**.**

Жообу: -78,7кдж/моль

68- маселе. Төмөндөгү термохимиялык теңдемелердин негизинде

$$C_2H_{4(г)} + 3O_{2(г)} = 2CO_{2(г)} + 2H_2O_{(с)};\Delta H^0 = -337\,ккал$$

$$C_2H_{6(г)} + 7/2\,O_{2(г)} = 2CO_{2(г)} + 3H_2O_{(с)};\Delta H^0 = -373\,ккал$$

реакциянын $C_2H_{4(г)} + H_{2(г)} = C_2H_{6(г)}$ жылуулук эффектисин эсептегиле.

Чыгарылышы: Келтирилген реакциялардын жылуулук эффектилери C_2H_4 жана C_2H_6 нын күйүү жылуулуктары болуп эсептелет. H_2 нин күйүү жылуулугу болуп H_2Oнун пайда болуу жылуулугу эсептелет, б.а.

$$H_{2(г)} + 1/2\,O_{2(г)} = H_2O_{(с)};\Delta H^0 = -286\,кдж \text{ же } -68{,}3\,ккал.$$

Гесстин 2-законунун негизинде :

$$\Delta H^0 = [\Delta H^0_{куйуу}(C_2H_4) + \Delta H^0_{куйуу}(H_2)] - [\Delta H^0_{куйуу}(C_2H_6)] = -337 - 68{,}3 -$$
$$-(-373) = -32{,}3ккал.$$

Реакциянын термохимиялык теңдемеси:

$$C_2H_{4(г)} + H_{2(г)} = C_2H_{6(г)}; \Delta H^0 = -32{,}3ккал.$$

Жообу: -32,3ккал.

69 - маселе. Эгерде этилендин C_2H_4 пайда болуу жылуулугу 52,3кдж/моль болсо, анда этилендин C_2H_4 күйүү жылуулугун эсептегиле. 10л этилендин (27^0С жана 98,64 кПа) күйүү жылуулук эффектиси канчага барабар?

Берилди: $\Delta H^0_{п.б.}(C_2H_4) = 52{,}3кдж/моль;$

$V(C_2H_4) = 10л;\ t = 27^0 C;\ P = 98{,}64кПа$

Табуу керек: $\Delta H^0_{күйүү}(C_2H_4)$-?

Чыгарылышы: 1) Реакциянын теңдемесин жазабыз:

$$\underset{52,3}{C_2H_4} + 3O_2 \rightarrow \underset{-393,5}{2CO_2} + \underset{-286}{2H_2O}$$

$\Delta H^0_{күйүү}(C_2H_4)=2\cdot(-286)+2\cdot(-393{,}5) - \Delta H^0_{п.б.}=2\cdot(-286)+2\cdot(-393{,}5)-$
$-52{,}3= -1411{,}3$ кдж/моль

2) Биргелешкен газ закондорунун теңдемесинин негизинде:

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} \Rightarrow V_0 = \frac{PVT_0}{P_0T};\ P_0 = 101{,}3кПа;\ T_0 = 273K;$$

$$V_0 = \frac{98{,}64 \cdot 10 \cdot 273}{101{,}3 \cdot 300} = \frac{269287{,}2}{30390} = 8{,}86л;$$

3) $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O + 1411{,}3кдж$

22,4лC_2H_4 ———————— 1411,3кдж

8,86лC_2H_4 ———————— х кдж ;

х= 558 кдж

Жообу: -1411,3 кдж/моль; 558 кдж.

70 - маселе. 1 моль суюк бензол күйгөндө суунун буулары жана CO_2 пайда болот, мында күйүү реакциясынын жылуулук эффектиси –3135,48 кдж барабар. Бул реакциянын термохимиялык теңдемесин түзгүлө жана бензолдун пайда болуу жылуулугун эсептегиле.

Берилди: $\Delta H^0_{куйуу}(C_6H_6) = -3135{,}48кДж$

Табуу керек: $\Delta H^0_{п.б.}(C_6H_6) - ?$

Чыгарылышы: $C_6H_{6(c)} + {}^{15}\!/_2 O_{2(г)} \rightarrow 6CO_{2(г)} + 3H_2O_{(г)}$

$$\Delta H^0_{п.б.} = \sum \Delta H^0(прод.) - \sum \Delta H^0(баш т.)$$

$$\Delta H^0_{п.б.}(C_6H_6) = 6\cdot(-393{,}5) + 3\cdot(-241{,}83) - (-3135{,}48) = -3086{,}49 - (-3135{,}48) = 48{,}9 \approx 49$$

Жообу: 49

71 - маселе. Төмөндөгү заттардын стандарттык пайда болуу жылуулуктарынын жана абсолюттук стандарттык энтропияларынын негизинде реакциянын изобардык потенциалын ΔG^0_{298} эсептегиле:

$$CO_{(г)} + H_2O_{(c)} = CO_{2(г)} + H_{2(г)}$$

Чыгарылышы: $CO_{(г)} + H_2O_{(c)} = CO_{2(г)} + H_{2(г)}$

Изобардык потенциал төмөндөгү формула менен аныкталат:

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

Тиркемедеги №6-таблицадагы термодинамикалык константалардын маанилеринин жардамынын негизинде реакциянын энтальпиясы менен энтропиясын аныктап алабыз:

$\Delta H^0_{298}(CO_{2(г)}) = -393{,}5 кдж/моль;$ $\Delta H^0_{298}(H_2O_{(c)}) = -285{,}8 кдж/моль;$

$\Delta H^0_{298}(CO_{(г)}) = -110{,}5 кдж/моль;$ $S^0_{298}(CO_{2(г)}) = 213{,}65 дж/моль\cdot K$

$\Delta H^0_{298}(H_2O_{(c)}) = -285{,}8 кдж/моль;$ $S^0_{298}(CO_{(г)}) = 197{,}91 дж/моль\cdot K$

$S^0_{298}(H_2O_{(c)}) = 69{,}94 дж/моль\cdot K;$ $S^0_{298}(H_{2(г)}) = 131 дж/моль\cdot K$

$$\Delta H = -393{,}5 - (-285{,}8 - 110{,}5) = -393{,}5 + 396{,}3 = 2{,}8$$

$$\Delta S = 213{,}65 + 131 - (69{,}94 + 197{,}91) = 344{,}65 - 267{,}85 =$$

$$= 76{,}8 дж/моль\cdot K = 76{,}8\cdot 10^{-3} кдж/моль\cdot K$$

Реакциянын изобардык потенциалы:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 2{,}8 - 298\cdot 0{,}0768 = 2{,}8 - 22{,}88 = -20{,}08 кДж/моль$$

Жообу: -20,08кДж/моль

4.2. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Реакциянын жылуулук эффектиси деген эмне? Процесстин жылуулук эффектиси кандай бирдиктер менен өлчөнөт?
2. Системанын энтальпиясы деп эмнени айтабыз?
3. Заттардын стандарттык пайда болуу энтальпиясы ΔH_{298}^{0} деген эмне?
4. Заттын стандарттык энтропиясы эмнени түшүндүрөт?
5. Реакциянын жылуулук эффектиси
   $C + 2N_2O = CO_2 + 2N_2 - 560$ кДж
   N_2O нун стандарттык пайда болуу жылуулугун эсептегиле.
6. Эгерде реакциялардын жылуулук эффектилери:

$$2P + 5/2\,O_2 = P_2O_5; \Delta H^0 = -1549\,кДж$$

$$2P + H_2 + 3O_2 = 2HPO_3; \Delta H^0 = -1954{,}8\,кДж$$

   болсо, анда 50г фосфор ангидриди суу менен химиялык реакцияга киргенде бөлүнүп чыккан жылуулуктун санын эсептегиле.*(Жообу: -45,77кДж)*
7. 9,3г фосфор күйгөндө 229,5 кДж бөлүнүп чыгат. Фосфордун (V) оксидинин ΔH_{298}^{0} эсептегиле.

   (Жообу: 20,76кДж)
8. 54г глюкоза ажыраганда канча жылуулук бөлүнүп чыгат?

$$C_6H_{12}O_{6(к)} = 2C_2H_5OH_{(к)} + 2CO_{2(г)}$$ мында

$$\Delta H_{298}^{0}{}_{C_6H_{12}O_{6(к)}} = -1273\,кДж/моль;$$

$$\Delta H_{298}^{0}{}_{C_2H_5OH_{(с)}} = -277\,кДж/моль;$$

$$\Delta H_{CO_{2(г)}}^{0} = -393{,}5\,кДж/моль$$

   (Жообу:1530,70кДж/моль)
9. Эгерде: $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2; \Delta H^0 = -890\,кДж;$

$$2SO_2 + O_2 = 2SO_3; \Delta H^0 = +234\,кДж$$

   болсо, анда $ZnSO_4$ түн ΔH_{298}^{0} эсептегиле.

   (Жообу: - 978,30кДж/моль)
10. 298К де реакциянын $PtCl_{2(к)} + Cl_{2(г)} \Leftrightarrow PtCl_{4(к)}$ стандарттык жылуулук эффектисин эсептегиле.

(Жообу: -108 кДж/моль)

11. Реакциянын $H_2O_{2(c)} \Leftrightarrow H_2O_{(c)} + \frac{1}{2}O_{2(г)}$ стандарттык жылуулук эффектиси 298К де –98,8кДж/молго барабар. $H_2O_{2(c)}$ нин стандарттык пайда болуу жылуулугун эсептегиле. *(Жообу: -187 кДж/моль)*

12. Реакциянын ΔH^0_{298} эсептегиле:

$$а) C_2H_{6(г)} + \frac{7}{2}O_{2(г)} = 2CO_{2(г)} + 3H_2O_{(г)}$$
$$б) C_6H_{6(c)} + \frac{15}{2}O_{2(г)} = 6CO_{2(г)} + 3H_2O_{(c)}$$

(Жообу: а) –1423кДж; б) –3301кДж)

13. Таблицалык маалыматтарды пайдалануу менен төмөндөгү процесстер үчүн ΔH^0_{298} жана ΔS^0_{298} аныктагыла:

1. $C_2H_{4(г)} + H_2 \rightarrow C_2H_{6(г)}$
2. $C_{10}H_{8(к)} + 12O_2 \rightarrow 10CO_{2(г)} + 4H_2O_{(г)}$
3. $2Ag_{(к)} + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow Ag_2O_{(к)}$

Бул реакциялардын 298К де жүрүшү мүмкүнбү? Реакциянын багыты: а) ысытуудан; б) муздатуудан өзгөрөбү? *(Жообу: 1. –101,22кДж; 2. –5051,9кДж; 3. 11,32кДж;1 жана 3 – Т ны жогорулатканда багытын өзгөртөт.)*

14. Төмөндөгү реакциялардын ΔG^0_{298} эсептегиле:

а) $CuO + H_2 = Cu + H_2O$;

б) $2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$

в) $CH_4 + 2O_2 = 2H_2O_{(c)} + CO_2$

г) $SO_2 + 2H_2 = S + 2H_2O$

15. Төмөндөгү реакциялардын кайсынысы өз алдынча жүрүшү мүмкүн жана экзотермикалык болуп эсептелет:

а) $2H_2O_{2(c)} = 2H_2O_{(c)} + O_{2(г)}$

б) $3H_{2(г)} + N_{2(г)} \Leftrightarrow 2NH_{3(г)}$

в) $N_2H_{4(г)} \Leftrightarrow 2NO_{2(г)}$

4.3. Химиялык реакциялардын ылдамдыгы жана ага таасир этүүчү факторлор

❑ ***Химиялык реакциялардын ылдамдыгы*** деп, системанын туруктуу көлөмүндө өз ара аракеттенишкен заттардын бирөөнүн концентрациясынын убакыт бирдигинде өзгөрүшүн айтабыз.

$$\vartheta = \pm\frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} = \pm\frac{\Delta c}{\Delta t} \qquad \textbf{(4.3.1.)}$$

Эгерде $\Delta c > 0$ болсо, анда формулага "+" белгиси, ал эми $\Delta c < 0$ болсо, анда "–" белгиси коюлат.

Химиялык реакциялардын ылдамдыгы:

- ***заттардын жаратылышынан***
- ***концентрациядан***
- ***температурадан***
- ***катализатордон көз каранды.***

❑ Химиялык реакциялардын ылдамдыгынын ***концентрациядан*** көз карандылыгы ***массанын таасир этүү законуна*** *(К.Гульдберг, П.Вааге, 1867, Норвегия)* баш иет: химиялык реакциялардын ылдамдыгы реакцияга кирүүчү заттардын концентрацияларынын көбөйтүндүсүнө түз пропорциялаш.

Ар бир заттын концентрациясы реакциянын теңдемесиндеги заттын формуласынын алдында турган коэффициентке барабар болгон даражада алынат (гомогендик системада).

$$mA + nB = AB$$

$$\vartheta = k\cdot[A]^m\cdot[B]^n \qquad \textbf{(4.3.2.)}$$

мында k *– ылдамдыктын константасы;*

m,n *–реакциянын теңдемесиндеги коэффициенттер;*

$[A],[B]$ *– реакцияга кирүүчү заттардын концентрациялары.*

Гетерогендүү системаларда катуу фазанын концентрациясы реакциянын ылдамдыгына таасир кылбайт, ошондуктан алардын концентрациясы массалардын таасир этүү законундагы ылдамдыктын теңдемесине киргизилбейт.

Мисалы: $C_{(к)} + H_2O = CO + H_2$; $C_{(к)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)}$

$\vartheta = k\cdot[H_2O]$ $\qquad$ $\vartheta = k\cdot[O_2]$

❑ Химиялык реакциялардын ылдамдыгынын температурадан көз карандылыгы ***Вант - Гоффтун (1884, Голландия) эрежесине*** баш иет: *температураны* ***ар бир*** 10^0C ***ка жогорулатканда*** *реакциянын ылдамдыгы* ***2-4 эсе*** *көбөйөт, ал эми температураны төмөндөткөндө ошончо эсе азаят.*

Математикалык жактан төмөндөгүдөй туюнтулат:

$$\vartheta_{t_2} = \vartheta_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} \quad \text{же} \quad \frac{\vartheta_{t_2}}{\vartheta_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} \qquad (4.3.3.)$$

ϑ_{t_1} – *баштапкы температурадагы реакциянын ылдамдыгы;*

ϑ_{t_2} – *акыркы температурадагы реакциянын ылдамдыгы;*

γ – *ылдамдыктын температуралык коэффициенти;*

t_1, t_2 – *реакциянын баштапкы жана акыркы абалдарындагы температуралары.*

72 - маселе. Төмөндөгү реакциялардын кинетикалык теңдемесин жазгыла:

$a) N_{2(г)} + 3H_{2(г)} = 2NH_{3(г)}; б) Fe_2O_{3(к)} + 3H_{2(г)} = 2Fe_{(к)} + 3H_2O_{(г)}$

Чыгарылышы: Массанын таасир этүү законуна ылайык, кинетикалык теңдемеге бир гана газ абалында же эриген заттардын концентрациялары кирет, ошондуктан реакциялардын кинетикалык теңдемесин төмөндөгүдөй жазабыз:

$$a) \vartheta = k \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3; \qquad б) \vartheta = k \cdot [H_2]^3$$

73 - маселе. Аммиакты синтездөө реакциясында:

$$N_{2(г)} + 3H_{2(г)} \Leftrightarrow 2NH_{3(г)}$$

баштапкы заттардын концентрациясын 2 эсе жогорулатканда химиялык реакциянын ылдамдыгы кандай өзгөрөт?

Чыгарылышы: Адегенде реакциянын кинетикалык теңдемесин жазабыз:

$$\vartheta_1 = k \cdot [N_2] \cdot [H_2]^3$$

андан соң белгилөөлөрдү киргизебиз: б.а. $[N_2]=a$; $[H_2]=в$, анда кинетикалык теңдеме төмөндөгүдөй түргө келет: $\vartheta_1 = k \cdot ав^3$; Маселенин шартына ылайык, баштапкы заттардын концентрациясын 2 эсе көбөйтсөк, анда $\vartheta_2 = k \cdot 2a \cdot (2в)^3$

Ылдамдыктардын катышын табабыз:

$$\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{k \cdot 2a \cdot 8в^3}{k \cdot ав^3} = \frac{16kaв^3}{kaв^3} = 16;$$

Жообу: 16 эсе жогорулайт.

74 - маселе. $2A+B \rightarrow A_2B$ реакциясында, А затынын концентрациясын эки эсе көбөйтсөк, ал эми В затынын концентрациясын эки эсеге төмөндөтсөк, анда химиялык реакциянын ылдамдыгы канча эсеге өзгөрөт?

Чыгарылышы: $2A + B \rightarrow A_2B$

Реакциянын кинетикалык теңдемеси:

$$\vartheta_1 = k \cdot [A]^2 \cdot [B] \text{ же } \vartheta_1 = k \cdot a^2 в;$$

$$\vartheta_2 = k \cdot (2a)^2 \cdot \tfrac{1}{2} в = k \cdot 4a^2 \tfrac{1}{2} в$$

$$\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{k \cdot 4a^2 \cdot \tfrac{1}{2} в}{k \cdot a^2 в} = 2$$

Жообу: 2

75 - маселе. $2NO_{(г)} + O_{2(г)} \rightarrow 2NO_{2(г)}$ реакциясында, эгерде: а)системадагы басымды үч эсе жогорулатканда; б) системанын көлөмүн үч эсе төмөндөткөндө; в) NO нун концентрациясын үч эсе жогорулатсак, анда реакциянын ылдамдыгы кандай өзгөрөт?

Чыгарылышы:

$$а) 2NO_{(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{2(г)}; \; \vartheta_1 = k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]$$

Басымды 3 эсе жогорулатканда реакцияга кирүүчү ар бир заттын концентрациясы 3 эсеге көбөйөт, б.а.

$$\vartheta_2 = k \cdot (3[NO])^2 \cdot 3[O_2] = 27k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2] = 27;$$

б) Көлөмдү 3 эсе төмөндөткөндө реакцияга кирүүчү заттардын концентрациясы 3 эсеге көбөйөт, анда реакциянын ылдамдыгы:

$$\vartheta_2 = k \cdot (3[NO])^2 \cdot 3[O_2] = 27k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2] = 27;$$

$$в) \vartheta_2 = k \cdot (3[NO])^2 \cdot [O_2] = 9k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2] = 9;$$

Жообу :а) 27 эсе; б) 27 эсе; в) 9 эсе.

76 - маселе. Температураны 30^0С жогорулатканда реакциянын ылдамдыгы 15,6 эсе жогорулайт. Реакциянын температуралык коэффициенти эмнеге барабар?

Чыгарылышы: Вант - Гоффтун эрежесинин негизинде:

$$\vartheta_{t_2} = \vartheta_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}; \; 15{,}6 = \gamma^{\frac{30}{10}}; \quad \gamma = \sqrt[3]{15{,}6} = 2{,}5;$$

Жообу: 2,5

77-маселе. Реакциянын ылдамдыгынын температуралык коэффициенти 2,8. Температураны 20^0С дан 75^0С ка жогорулатканда реакциянын ылдамдыгы канча эсе өзгөрөт?

Берилди: $\gamma = 2{,}8; \; t_1 = 20^0 C; \; t_2 = 75^0 C;$ ***Табуу керек:*** $\vartheta - ?$

Чыгарылышы: $\frac{\vartheta_{t_2}}{\vartheta_{t_1}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}; \; \frac{\vartheta_{t_2}}{\vartheta_{t_1}} = 2{,}8^{\frac{75-20}{10}};$

$$\frac{\vartheta_{t_2}}{\vartheta_{t_1}} = 2{,}8^{5,5} = 2{,}8^5 \cdot 2{,}8^{0,5} = 172 \cdot \sqrt{2{,}8} = 172 \cdot 1{,}675 = 288$$

Жообу: 288

78 - маселе. Эгерде басымды 9 эсе азайтсак, анда реакциянын $2NO + O_2 = 2NO_2$ ылдамдыгы канча эсе төмөндөйт.

Чыгарылышы: Басымды 9 эсе азайтканда системанын көлөмү көбөйөт, ал эми реакцияланууччу заттардын концентрациясы тогуз эсе азаят. Баштапкы реакциянын ылдамдыгы:

$$\vartheta_1 = k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2];$$

$$\vartheta_2 = k \cdot (1/9[NO])^2 \cdot 1/9[O_2] = k \cdot 1/729[NO]^2 \cdot [O_2]$$

Басымды 9 эсе азайтканда:

$$\vartheta_2 = k \cdot \left(\frac{[NO]}{9}\right)^2 \cdot \frac{[O_2]}{9} = k \cdot \frac{[NO]^2 \cdot [O_2]}{729}$$

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{k \cdot [NO]^2 \cdot [O_2]}{k \cdot 1/729[NO]^2 \cdot [O_2]} = 729$$

Жообу: 729 эсе төмөндөйт

4.4. Химиялык тең салмактуулук

Көпчүлүк химиялык реакциялар кайталанма болушат, б.а. бир эле мезгилде эки багытта жүрөт. Бул эки процесстин ылдамдыктары барабар болгон мезгилде тең салмактуулук түзүлөт. Тең салмактуулуктун абалы тең салмактуулуктун константасы **К**$_т$ менен мүнөздөлөт.

Мисалы: $aA + вB \Leftrightarrow cC + dD$

$$K_T = \frac{k_{TY3}}{k_{TECK.}} \quad \textbf{(4.4.1.)} \qquad K_T = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a \cdot [B]^в};$$

мында $[A],[B],[C],[D]$ *– тең салмактуулуктун концентрациялары;*
$a, в, c, d$ *– стехиометриялык коэффициенттер.*

Тең салмактуулуктун константасынын туюнтмасына катуу жана суюк заттардын концентрациялары киргизилбейт.

79 - маселе. Гомогендик системанын $N_2+3H_2 \Leftrightarrow 2NH_3$ тең салмактуулук константасы 0,1ге, ал эми суутектин жана аммиактын тең салмактуулук концентрациялары 0,2 жана 0,08 ге барабар. Азоттун тең салмактуулук жана баштапкы концентрацияларын эсептегиле.

Чыгарылышы: $N_2 + 3H_2 \Leftrightarrow 2NH_3$

Бул реакциянын тең салмактуулук константасы:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\cdot[H_2]^3} \quad \text{ордуна койгондо: } 0,1 = \frac{(0,08)^2}{x\cdot(0,2)^3};$$

$$0,1 = \frac{0,0064}{0,008x} \Rightarrow 0,0008x = 0,0064 \Rightarrow x = 8 \textit{моль/л};$$

Азоттун баштапкы концентрациясын теңдеменин негизинде аныктайбыз, 2моль NH_3 пайда болгондо 1 моль N_2 керектелет, ал эми 0,08 моль NH_3 пайда болушу үчүн 0,04 моль N_2 керектелет, андыктан азоттун тең салмактуулук концентрациясын эске алуу менен, анын баштапкы концентрациясын аныктайбыз:

$$c_{башт.N_2} = 8 + 0,04 = 8,04 \textit{моль/л};$$

Жообу: 8 моль/л; 8,04 моль/л

80 - маселе. $2CI_2+2H_2O_{(г)}=4HCI_{(г)}+O_{2(г)}$ системасында тең салмактуулук төмөндөгү концентрацияларда (моль/л) ишке ашырылган: $c_{CI_2}=0{,}8;$ $c_{H_2O}=2{,}2;$ $c_{HCI}=1{,}1;$ $c_{O_2}=1{,}6.$ Тең салмактуулуктун константасын жана хлор менен суунун баштапкы концентрацияларын тапкыла.

Чыгарылышы: $2CI_2+2H_2O_{(г)}=4HCI_{(г)}+O_{2(г)}$

Бул реакциянын тең салмактуулук константасы:

1. $$K_т=\frac{[HCI]^4[O_2]}{[CI_2]^2[H_2O]^2}=\frac{1{,}1^4\cdot 1{,}6}{0{,}8^2\cdot 2{,}2^2}=\frac{1{,}46\cdot 1{,}6}{0{,}64\cdot 4{,}84}=\frac{2{,}336}{3{,}09}=0{,}75;$$

2. $$\underset{2моль}{\overset{хмоль}{2CI_{2(г)}}}+\underset{2моль}{\overset{умоль}{2H_2O_{(г)}}}=\underset{4моль}{\overset{1{,}1моль}{4HCI_{(г)}}}+O_{2(г)}$$

$$x=y=0{,}55$$

$$c_{башт.CI_2}=0{,}55+0{,}8=1{,}35;\ c_{башт.H_2O}=0{,}55+2{,}2=2{,}75;$$

Жообу: 0,75; 1,35; 2,75

81- маселе. $CI_2+CO\Leftrightarrow COCI_2$ реакциясында реакцияга кирүүчү заттардын тең салмактуулук концентрациялары (моль/л) төмөндөгүлөргө барабар: $c_{CI_2}=5{,}0;$ $c_{CO}=3{,}6;$ $c_{COCI_2}=6{,}4.$ Хлордун жана көмүртектин (II) оксидинин баштапкы концентрацияларын тапкыла.

Берилди: $[CI_2]=5{,}0моль/л;\ [CO]=3{,}6моль/л;\ [COCI_2]=6{,}4моль/л$

Табуу керек: $c_{башт.CI_2}-?;c_{башт.CO}-?$

Чыгарылышы: Хлордун жана көмүртектин (II) оксидинин баштапкы концентрацияларын реакциянын теңдемеси боюнча табабыз:

$$\underset{1моль}{\overset{хммол}{CI_2}}+\underset{1моль}{\overset{умоль}{CO}}\Leftrightarrow\underset{1моль}{\overset{6{,}4моль}{COCI_2}}$$

$$x=y=6{,}4моль$$

баштапкы концентрациялары:

$$c_{башт.CI_2}=6{,}4+5{,}0=11{,}4моль/л;$$

$$c_{башт.CO}=6{,}4+3{,}6=10{,}0моль/л;$$

Жообу: 11,4моль/л; 10,0моль/л

82 - маселе. Эгерде тең салмактуулук абалында $[NH_3]$=0,4моль/л; $[N_2]$=0,03 моль/л; $[H_2]$=0,10 моль/л болсо, анда $N_2 + 3N_2 \Leftrightarrow 2NH_3$ системасынын тең салмактуулук константасын тапкыла.

Берилди: $[NH_3]$=0,4моль/л; $[N_2]$=0,03 моль/л; $[H_2]$=0,10 моль/л

Табуу керек: $K_{\text{т}} - ?$

Чыгарылышы: Реакциянын тең салмактуулук константасы:

$$K_{\text{т}} = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{0,4^2}{0,03 \cdot (0,10)^3} = 5333;$$

Жообу: 5333

83 - маселе. Эгерде $COCI_2 \Leftrightarrow CO + CI_2$ системасы үчүн көмүртектин (II) оксидинин жана хлордун тең салмактуулук концентрациялары бирдей жана 0,001моль/л түзсө, ал эми $[COCI_2]=4,65 \cdot 10^{-5}$ моль/л болсо, тең салмактуулуктун константасын тапкыла.

Берилди:

$[CI_2]$=0,001моль/л; $[CO]$=0,001моль/л; $[COCI_2]=4,65 \cdot 10^{-5}$ моль/л

Табуу керек: $K_{\text{т}} - ?$

Чыгарылышы: $COCI_2 \Leftrightarrow CO + CI_2$

$$K_{\text{т}} = \frac{[CO][CI_2]}{[COCI_2]} = \frac{0,001 \cdot 0,001}{4,65 \cdot 10^{-5}} = \frac{0,000001}{4,65 \cdot 10^{-5}} = \frac{0,1 \cdot 10^{-5}}{4,65 \cdot 10^{-5}} = 0,0215 = 2,2 \cdot 10^{-2};$$

Жообу: $2,2 \cdot 10^{-2}$

84- маселе. Тең салмактуулук абалында $CO_2 + H_2 \Leftrightarrow CO + H_2O$ системасындагы реакцияга кирүүчү заттардын аралашмасы төмөндөгүдөй көлөмдүк составга ээ:22%CO_2; 41%H_2; 17%CO; 20%H_2O. 1900К жана 98501Па да бул реакция үчүн туюнтулган тең салмактуулук константасын $K_{\text{т}}$ жана реакциялануучу заттардын концентрациялары боюнча туюнтулган тең салмактуулук константасын K_c тапкыла.

Берилди: $\varphi(CO_2) = 22\%;\ \varphi(H_2) = 41\%;\ \varphi(CO) = 17\%$

$\varphi(H_2O) = 20\%;\ T = 1900K;\ P = 98501\text{Па};$

Табуу керек: $K_{\text{т}} - ?;\ K_c - ?;$

Чыгарылышы: $CO_2 + H_2 \Leftrightarrow CO + H_2O$

Газдардын ортосунда жүргөн реакциялардын тең салмактуулук константаларын эсептөөдө алардын парциалдык басымдарын колдонуу ыңгайлуу. Парциалдык басым аркылуу туюнтулган тең салмактуулук константасы төмөндөгүдөй түргө келет:

$$K_{\text{Т}} = \frac{p_{CO} \cdot p_{H_2O}}{p_{CO_2} \cdot p_{H_2}}$$

Андан соң парциалдык басымдарын аныктайбыз:

$$p_{CO_2} = 98501 \cdot 0{,}22 = 21670 Па = 2{,}1670 \cdot 10^4$$

$$p_{H_2} = 98501 \cdot 0{,}41 = 40385 Па = 4{,}0385 \cdot 10^4$$

$$p_{CO} = 98501 \cdot 0{,}17 = 16745 Па = 1{,}6745 \cdot 10^4$$

$$p_{H_2O} = 98501 \cdot 0{,}20 = 19700 Па = 1{,}9700 \cdot 10^4$$

Табылган парциалдык басымдарды формуланын ордуна коёбуз:

$$K_{\text{Т}} = \frac{16745 \cdot 19700}{21670 \cdot 40385} = \frac{1{,}6745 \cdot 10^4 \cdot 1{,}9700 \cdot 10^4}{2{,}1670 \cdot 10^4 \cdot 4{,}0385 \cdot 10^4} = \frac{3{,}298 \cdot 10^8}{8{,}751 \cdot 10^8} = 0{,}3768 \approx 0{,}38$$

$К_т$ менен $К_с$ ортосунда төмөндөгүдөй өз ара байланыш бар:

$$K_c = K_{\text{Т}}(RT)^{-\Delta n} \quad \text{же} \quad K_c = K_{\text{Т}} \cdot \frac{1}{RT}$$

мында Δn – реакцияга чейинки жана кийинки газдардын молдорунун айырмасы, б.а.

$$\Delta n = \sum n_{прод.} - \sum n_{башт.} = 2 - 2 = 0\,;$$

$$\Delta n = 0; \quad R = 8{,}31 дж/(моль \cdot K); \quad T = 1900K;$$

демек, $K_c = K_{\text{Т}}$;

Жообу: $K_c = K_{\text{Т}} = 0{,}38$

4.5. Тең салмактуулуктун жылышы. Ле - Шателье принциби

Тең салмактуулук абалдын бир абалдан экинчи абалга өтүү процессин **тең салмактуулуктун жылышы** деп аташат.

Тең салмактуулуктун жылышын ***Ле - Шательенин (1884, Франция) принциби*** боюнча аныктоого болот:

❑ ***Тең салмактуулукта турган системага таасир этүүчү факторлордун бирин (температураны, концентрацияны жана басымды) өзгөртсө тең салмактуулук өзгөрткөн тарапка карама-каршы багытты көздөй жылат.***

Ле-Шательенин эрежесин төмөнкү мисалга колдонуп көрөлү:

$$N_{2(г)} + 3H_{2(г)} \Leftrightarrow 2NH_{3(г)}; \quad \Delta H = -92кДж$$

➢ ***Концентрациянын таасири.*** Эгерде H_2 менен N_2 нин концентрацияларын **көбөйтсөк,** анда тең салмактуулук оңго (түз реакцияны) жылат, *себеби* бул реакциянын жүрүшүндө H_2 менен N_2 нин концентрациялары азаят:

$$\overrightarrow{N_{2(г)}+3H_2 \Leftrightarrow 2NH_{3(г)}}$$

Оңго жылат

Эгерде H_2 менен N_2 нин концентрацияларын **азайтсак,** анда тең салмактуулук тескери реакцияны (солго) көздөй жылат, б.а. бул реакциянын жүрүшүндө H_2 менен N_2 нин концентрациялары көбөйөт.

$$\underleftarrow{N_{2(г)}+3H_2 \Leftrightarrow 2NH_{3(г)}}$$

Солго жылат

Жыйынтык: Эгерде тең салмактуулукта турган система-дагы заттардын биринин концентрациясын жогорулатсак , анда тең салмактуулук заттардын концентрациялары азайган тарапты көздөй жылат.

➢ ***Температуранын таасири:***

- ***Температураны жогорулатканда*** реакция жылуулукту сиңирүү менен жүргөндүктөн тең салмактуулук солго (***тескери реакцияны – эндотермикалык)*** жылат, б.а.

$$\underleftarrow{N_{2(г)}+3H_2 \Leftrightarrow 2NH_{3(г)}}$$

Солго жылат

- **Температураны төмөндөткөндө** тең салмактуулук оңго ***(түз реакция – экзотермикалык)*** жылат, анткени реакция жылуулукту бөлүп чыгаруу менен жүрөт.

$$\overrightarrow{N_{2(г)}+3H_2\Leftrightarrow 2NH_{3(г)}}$$

Оңго жылат

Жыйынтык: Температураны жогорулатканда тең салмактуулук эндотермикалык реакцияны көздөй жылат, ал эми төмөндөткөндө – экзотермикалык реакцияны көздөй жылат.

➢ ***Басымдын таасири.*** Реакцияга катышкан газ абалындагы заттардын аралашмасынын басымын чоңойтсок тең салмактуулук оңго, б.а. көлөмү аз тарапка жылат.

$$\overrightarrow{N_{2(г)}+3H_2\Leftrightarrow 2NH_{3(г)}}$$

Оңго жылат

Басымды азайтканда **тең салмактуулук** көп сандаган молекулалар пайда болгон жакка, б.а. солго жылат.

$$\underleftarrow{N_{2(г)}+3H_2\Leftrightarrow 2NH_{3(г)}}$$

Солго жылат

$N_{2(г)} + O_{2(г)} \Leftrightarrow 2NO_{(г)}$ тең салмактуулук системада басымдын өзгөрүшү тең салмактуулук абалына таасир этпейт, себеби теңдеменин оң жана сол жагындагы газдардын молекулала рынын саны бирдей.

Эгерде бардык реакцияга кирүүчү заттар суюк же катуу абалында болсо, анда басым тең салмактуулукка таасир этпейт.

Жыйынтык: Басымды жогорулатканда тең салмактуулук газ абалындагы заттардын молекулаларынын санынын азайышын көздөй жылат; басымды азайтканда тең салмактуулук газ абалындагы заттардын молекулаларынын санынын көбөйүшүн көздөй жылат.

85 - маселе. Реакция төмөндөгү теңдеме менен туюнтулат:

$$4HCI + O_2 \Leftrightarrow 2H_2O + 2CI_2$$

Эгерде реакцияга кирүүчү заттардын концентрацияларын үч эсеге көбөйтсөк, анда тең салмактуулук кайсы тарапты көздөй жылат.

Чыгарылышы: Түз жана тескери реакциялардын баштапкы ылдамдыктары: $\vartheta_{ТҮЗ} = k_1[HCI]^4 \cdot [O_2]$;

$\vartheta_{ТЕСК.} = k_2[H_2O]^2[CI_2]^2$ концентрацияны үч эсе жогорулаткандан кийинки түз реакциянын ылдамдыгы:

$\vartheta_{ТҮЗ} = k_1(3 \cdot [HCI])^4 \cdot 3[O_2] = 243k_1 \cdot [HCI] \cdot [O_2]$ б.а. 243 эсе жогорулайт;

Жообу: Тең салмактуулук түз реакцияны көздөй жылат.

86 - маселе. Төмөндөгү системалардын:

$COCI_2 \Leftrightarrow CO + CI_2$; ΔH^0 = 113кДж/моль (1)

$2CO \Leftrightarrow CO_2 + C$; ΔH^0 = –171кДж/моль (2)

$2SO_3 \Leftrightarrow 2SO_2 + O_2$; ΔH^0 = 192кДж/моль (3)

температурасын жогорулатканда тең салмактуулук кайсы жакты көздөй жылат?

Чыгарылышы: Теңдемеден көрүнүп тургандай 1-реакцияда түз реакция эндотермикалык болуп эсептелет, б.а. $\Delta H^0 > 0$, 2-реакцияда $\Delta H^0 < 0$ болгондуктан экзотермикалык, 3-реакцияда $\Delta H^0 > 0$ эндотермикалык. Ошондуктан Ле-Шательенин принцибине ылайык, 1-реакцияда температураны жогорулатканда тең салмактуулук оңду көздөй, 2-реакцияда солду, 3 - реакцияда оңду көздөй жылышат.

87 - маселе. Төмөндө көрсөтүлгөн реакциялардын кайсылары басымдын жогорулашы менен, кайсылары басымдын төмөндөшү жана кайсылары басымдын өзгөрбөөсү менен жүрөт:

$2CO_{(г)} + O_{2(г)} \Leftrightarrow 2CO_{2(г)}$ (1)

$H_2 + Br_2 \Leftrightarrow 2HBr_{(г)}$ (2)

$2NO_{2(г)} \Leftrightarrow 2NO_{(г)} + O_{2(г)}$ (3)

Чыгарылышы: 1-реакцияда 3 молекуладан 2 молекула пайда болот, ошондуктан, реакция басымдын төмөндөшү менен жүрөт. 2-реакцияда 2 молекуладан 2 молекула пайда болот,ошондуктан реакция басымдын өзгөрбөөсү менен жүрөт. 3-реакцияда 2 молекуладан 3 молекула пайда болот, мында реакция басымдын жогорулашы менен жүрөт.

88* - *маселе. Реакция төмөндөгү теңдеме менен туюнтулат:

$$4HCI + O_2 \Leftrightarrow 2H_2O_{(г)} + 2CI_{2(г)}; \Delta H^0_{298} = 114,5кДж;$$

эгерде температураны 20^0С ка жогорулатсак, ал эми түз жана тескери реакциялардын температуралык коэффициенттери 3,7 жана 2,9 болсо, бул реакциялардын тең салмактуулугу кайсы жакты көздөй жылат?

Чыгарылышы: Реакциянын теңдемеси:

$$4HCI + O_2 \Leftrightarrow 2H_2O_{(г)} + 2CI_{2(г)}; \Delta H^0_{298} = 114,5кДж;$$

Температура өзгөргөндө тең салмактуулуктун жылышын Вант-Гоффтун эрежеси менен аныктоого болот. Реакция жылуулукту бөлүп чыгаруу менен жүргөндүктөн, температуранын жогорулашы менен тең салмактуулук солго (тескери реакция) жылышы керек эле (түз жана тескери реакциялардын температуралык коэффициенттери бирдей болгондо). Бул реакцияларда температуралык коэффициенттер ар кандай маанилерге ээ болгондуктан, температуранын жогорулашы реакциялардын ылдамдыгынын өзгөрүшүнө түрдүүчө таасир этет, б.а.

$$\vartheta_{t_2(ТҮЗ)} = \vartheta_{t_1(ТҮЗ)} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \vartheta_{t_1(ТҮЗ)} \cdot 3,7^2 = 13,7\vartheta_{t_1(ТҮЗ)}$$

$$\vartheta_{t_2(ТЕСК.)} = \vartheta_{t_1(ТЕСК.} \cdot 2,9^2 = 8,41$$

Демек, температура жогорулаганда түз реакциянын ылдамдыгы 13,7 эсе, ал эми тескери реакциянын ылдамдыгы 8,41 эсе өсөт. Андыктан тең салмактуулук түз реакцияны көздөй жылат.

89* - *маселе. Төмөндөгү системанын N_2+3H_2 $\Leftrightarrow$2NH_3 тең салмактуулук абалында заттардын концентрациялары: [N_2]=0,3моль/л; [H_2]=0,9моль/л; [NH_3]=0,4моль/л ге барабар. Эгерде басымды 5 эсе жогорулатсак, анда түз жана тескери реакциялардын ылдамдыктары кандай өзгөрөт? Тең салмактуулук кайсы жакты көздөй жылат?

Берилди: $[N_2] = 0,3моль/л;\ [H_2] = 0,9моль/л;\ [NH_3] = 0,4моль/л;$

Табуу керек: $\vartheta_{2\ (түз)}$–? ; $\vartheta_{2\ (теск.)}$–?

Чыгарылышы: $N_2 + 3H_2 \Leftrightarrow 2NH_3$

Басым өзгөрүлбөгөндөгү алгачкы түз жана тескери реакциялардын ылдамдыктары:

$$\vartheta_{1(\text{ТҮЗ})} = k_1[N_2]\cdot[H_2]^3 = k_1\cdot 0{,}3\cdot 0{,}9^3 = 0{,}218k_1$$

$$\vartheta_{1(ТЕСК.)} = k_2[NH_3]^2 = k_2\cdot 0{,}4^{2\cdot} = 0{,}16k_2$$

Ал эми басымды 5 эсе жогорулаткандан кийинки ылдамдыктары:
$$\vartheta_{2(\text{ТҮЗ})} = k_1[5\cdot 0{,}3]\cdot[5\cdot 0{,}9]^3 = 1{,}5\cdot 91{,}1 = 136{,}68k_1$$

$$\vartheta_{2(ТЕСК.)} = k_2[5\cdot 0{,}4]^2 = 4k_2$$

$$\frac{\vartheta_{2(\text{ТҮЗ})}}{\vartheta_{1(ТҮЗ)}} = \frac{136{,}68k_1}{0{,}218k_1} = 627;$$

$$\frac{\vartheta_{2(\text{Т}ЕСК.)}}{\vartheta_{1(ТЕСК.)}} = \frac{4k_2}{0{,}16k_2} = 25;$$

Тең салмактуулук түз реакцияны көздөй б.а. оңду көздөй жылат.

Жообу: 627; 25 жолу

4.6. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Төмөндөгү реакциялардын ылдамдыктарынын математикалык туюнтулушун жазгыла.

а) $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$;

б) $2H_2S + SO_2 = 3S + 2H_2O$

2. Эгерде баштапкы заттардын концентрациясын 4 эсе жогорулатсак, анда реакциянын $2NO+O_2 = 2NO_2$ ылдамдыгы кандай өзгөрөт? *(Жообу: 64 эсе өсөт)*

3. Температураны 40^0C дан 70^0C га жогорулатканда реакциянын ылдамдыгы канча эсе өсөт, мында реакциянын температуралык коэффициенти 3кө барабар. *(Жообу: 27)*

4. Химиялык реакциянын ылдамдыгынын константасынын физикалык мааниси эмнеде?

5. Реакциянын ылдамдыгын 50 эсе жогорулатуу үчүн температураны канча градуска жогорулатуу керек? Мында температуралык коэффициент 2,3 кө барабар. *(Жообу: 47^0C)*

6. Тең салмактуулук системасындагы $N_2+3H_2 \Leftrightarrow 2NH_3$ заттардын концентрациялары төмөндөгүлөргө барабар: $[N_2]$=1,5моль/л; $[H_2]$=4,5моль/л; $[NH_3]$=2моль/л; а) азоттун жана суутектин баштапкы концентрацияларын; б) химиялык тең салмактуулуктун константасын эсептегиле.

(Жообу: $[N_2]$=2,5моль/л; $[H_2]$=7,5моль/л; К=0,03)

7. Эгерде тең салмактуулук системасынын $2NO_2 \Leftrightarrow 2NO + O_2$ концентрациясын 3 эсе азайтсак, түз жана тескери реакциянын ылдамдыгы кандай өзгөрөт? (*Жообу: Түз реакциянын ылдамдыгы 9 эсе; тескери реакциянын ылдамдыгы 27 эсе азаят. Тең салмактуулук түз реакцияны көздөй жылат)*

8. а) Температураны төмөндөткөндө;

б) басымды жогорулатканда төмөнкү реакциялардын:

$$COCl_2 \Leftrightarrow CO + Cl_2\ ; \quad \Delta H^0 = 113 кДж/моль$$

$$2CO \Leftrightarrow CO_2 + C\ ; \quad \Delta H^0 = -171 кДж/моль$$

$$2SO_3 \Leftrightarrow 2SO_2 + O_2\ ; \quad \Delta H^0 = 192 кДж/моль$$

тең салмактуулугу кайсы тарапты көздөй жылат?

9. Реакция төмөндөгү теңдеме боюнча жүрөт:

$$2A + B \Leftrightarrow 2AB$$

Эгерде системадагы жалпы басымды 2 эсе төмөндөтсөк жана бир эле мезгилде температураны 30^0 ка жогорулатсак, анда тең салмактуулук кайсы тарапты көздөй жылат? (Түз жана тескери реакциянын температуралык коэффициенттери 2ге жана 3кө барабар).

10. Реакциянын ылдамдыгынын температуралык коэффициенти 2,8ге барабар. Эгерде температураны 20 дан 75 °Сга чейин жогорулатсак, реакциянын ылдамдыгы кандай өзгөрөт?

(Жообу: 287 эсе өсөт)

5-БӨЛҮМ

ЭРИТМЕЛЕРДИН КОНЦЕНТРАЦИЯЛАРЫ. ЭРҮҮНҮН ЖЫЛУУЛУК ЭФФЕКТИСИ

5.1. Эритмелердин концентрациялары жана аларды туюнтуунун жолдору

- ***Концентрация*** (*лат. con- чогуу, centrum - борбор*) – эритменин белгилүү бир өлчөмүндө эриген заттын саны.

Эритмелердин концентрациясын туюнтуунун төмөндөгүдөй *жолдору* белгилүү:

- **эриген заттын массалык үлүшү (%-тик концентрация)**
- **нормалдык концентрация**
- **молярдык концентрация**
- **моляльдык концентрация**
- **эритменин титри.**

5.1.1. Эриген заттын массалык үлүшү (проценттик концентрация)

- Эриген заттын массасынын эритменин массасына болгон катышы эриген заттын **массалык үлүшү** деп аталат.

$$\omega\%(зат) = \frac{m(зат)}{m(эритме)} \cdot 100\% \qquad (5.1.1.1)$$

$$m\ (эритме) = m\ (эриткич) + m\ (эриген\ зат) \qquad (5.1.1.2)$$

мында ω–эриген заттын массалык үлүшү;

m (эритме) –эритменин массасы (г)

m (зат) – эриген заттын массасы (г);

Эриген заттын массалык үлүшүн көп учурда эритменин ***проценттик концентрациясы*** деп аташат.

Эгерде эритменин көлөмү жана тыгыздыгы белгилүү болсо, анда %-тик концентрация төмөндөгү формула менен туюнтулат,

мында $m = V \cdot \rho$ **(5.1.1.3.)**

болгондуктан $\omega\%(зат) = \frac{m(зат)}{\rho \cdot V} \cdot 100\%$ **(5.1.1.4.)**

90 - маселе. 50г сууда 20г калийдин нитраты KNO_3 эритилген. Эритмедеги калийдин нитратынын KNO_3 массалык үлүшүн (%) тапкыла.

Берилди: $m(H_2O) = 50г;\ m(KNO_3) = 20г;$ ***Табуу керек:*** $\omega(KNO_3) - ?$

Чыгарылышы: 1) Эритменин массасын табабыз:

$$m(эритме) = m(H_2O) + m(KNO_3) = 50 + 20 = 70г;$$

2) Эритмеден KNO_3 түн массалык үлүшүн (%) аныктайбыз:

$$\omega\%(KNO_3) = \frac{20г}{70г} \cdot 100\% = 28,5\% KNO_3$$

Жообу:28,5%

91 - маселе. 5л 8%-түү эритмени $(\rho = 1,075г/мл)$ даярдоо үчүн канча грамм натрийдин сульфити керектелет?

Берилди: $V(эритме) = 5л;\ \omega(Na_2SO_3) = 8\%;$

$\rho(эритме) = 1,075г/мл;$

Табуу керек: $m(Na_2SO_3) - ?$

Чыгарылышы: 5.1.1.4.-формуласынан $\omega\%(зат) = \frac{m(зат)}{\rho \cdot V} \cdot 100\%$ натрийдин сульфитинин Na_2SO_3 массасын аныктайбыз:

$$m(зат) = \frac{\omega\%(зат) \cdot \rho \cdot V}{100\%} = \frac{8 \cdot 1,075 \cdot 5000}{100} = 430г;$$

Жообу: 430г Na_2SO_3

92 - маселе. 10% 800г суусуз $CuSO_4$ эритмесин даярдоо үчүн канча грамм жез купоросун $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ жана сууну алуу керек?

Берилди: $m(эритме) = 800г;\ \ \omega\%(CuSO_4) = 10\%;$

Табуу керек: $m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) - ?;\ \ m(H_2O) - ?;$

Чыгарылышы: 1) 800г эритмени даярдоого кеткен суусуз $CuSO_4$түн массасын 5.1.1.1. формуласынын негизинде аныктайбыз:

$$\omega\%(CuSO_4) = \frac{m(CuSO_4)}{m(эритме)} \cdot 100\%;$$

$$10\% = \frac{m(CuSO_4)}{800г} \cdot 100\% \Rightarrow m(CuSO_4) = \frac{10\% \cdot 800г}{100\%} = 80гCuSO_4$$

2) Эритмени даярдоого кеткен жез купоросунун $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ массасын эсептеп чыгарабыз:

$$M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 250г/моль; \quad M(CuSO_4) = 160г/моль$$

$$250\ г\ CuSO_4 \cdot 5H_2O \text{ ———————— } 160гCuSO_4$$

$$хг\ CuSO_4 \cdot 5H_2O \text{ ———————— } 80CuSO_4$$

$$x = \frac{250 \cdot 80}{160} = 125гCuSO_4 \cdot 5H_2O$$

3) Суунун массасын аныктайбыз:

$$m(H_2O) = m(эритме) - m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 800 - 125 = 675гH_2O$$

Жообу: 125г $CuSO_4 \cdot 5H_2O$; 675г H_2O

93 - маселе. 6%-түү эритмени алуу үчүн 30г KBr ду канча грамм сууда эритүү керек?

Берилди: $\omega(KBr) = 6\%; \quad m(KBr) = 30г;$

Табуу керек: $m(H_2O) - ?$

Чыгарылышы: Маселени чыгарууда эриген заттын массалык үлүшүн аныктоочу 5.1.1.1- формуланы колдонобуз жана суунун массасын x деп белгилейбиз:

$6\% = \frac{30}{x+30} \cdot 100\%$ теңдемесин чыгаруу менен:

$$6x + 180 = 3000 \Rightarrow 6x = 2820 \Rightarrow x = 470$$

Жообу: 470г H_2O

5.2. Молярдык концентрация

Молярдык концентрация $c_м$ (молярдуулук) **1л эритмеде эриген заттын канча молунун бар экендигин көрсөтөт жана төмөндөгү формулалар менен туюнтулат:**

$$c_M = \frac{\nu}{V} \quad \textbf{(5.2.1.)}$$

$$c_M = \frac{m}{M \cdot V} \text{ (көлөм л менен берилсе)} \quad \textbf{(5.2.2.)}$$

$$c_M = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V} \text{ (көлөм мл менен берилсе)} \quad \textbf{(5.2.3.)}$$

мында : $c_м$ – молярдык концентрация, (моль/л);

V – эритменин көлөмү (л),

ν – эриген заттын молу (моль);

m – эриген заттын массасы (г);

M – эриген заттын молярдык массасы (г/моль).

Эритмедеги эриген заттын массалык үлүшү менен молярдык концентрациянын ортосунда төмөндөгүдөй байланыш бар:

$$c_M = \frac{10 \cdot \rho \cdot \omega}{M} \quad \textbf{(5.2.4.)}$$

мында: ρ - эритменин тыгыздыгы (г/см^3),

ω – эритмеде эриген заттын массалык үлүшү,

M – эриген заттын молярдык массасы (г/моль).

94 - маселе. 0,6л калийдин гидроксидинин КОН эритмесинде 16,8г КОН бар. Эритменин молярдуулугун тапкыла.

Берилди:*V(эритме)=0,6л; m(KOH)=16,8г;M(KOH)=56г/моль*

Табуу керек: c_M – ?

Чыгарылышы: 1- ыкма:

1) 1л эритмедеги эриген КОН тын массасын табабыз:

0,6л эритмеде ———————16,8г КОН

1л эритмеде——————— хг КОН

$$x = \frac{1л \cdot 16{,}8г}{0{,}6л} = 28гKOH;$$

2) Эритменин молярдык концентрациясын аныктайбыз:

56г KOH ———————— 1M

28г KOH ———————— xM

$$x = 0{,}5M$$

2-ыкма: 1) 16,8г KOH тагы молдордун санын аныктайбыз:

$$\nu(KOH) = \frac{m(KOH)}{M(KOH} = \frac{16{,}8г}{56г/моль} = 0{,}3моль$$

2) 5.2.1. формуласы боюнча молярдык концентрацияны аныктайбыз:

$$c_M(KOH) = \frac{\nu}{V} = \frac{0{,}3моль}{0{,}6л} = 0{,}5моль/л$$

Жообу: 0,5M

95 - маселе. Тыгыздыгы 1,18г/мл ге барабар болгон 36,2%-түү HCI эритмесинин молярдуулугун тапкыла.

Берилди: $\rho(эритме) = 1{,}18г/мл;\ \ \omega\%(HCI) = 36{,}2\%$

Табуу керек: $c_M - ?$

Чыгарылышы: 1- ыкма:

1) 1л эритменин массасы: 1000мл·1,18г/мл = 1180мл
2) 100г ———————— 36,2гHCI

   1180г ———————— xгHCI ⇒ x = 427
3) M (HCI) = 36,5 г/моль

   36,5гHCI ———————— 1M

   427 гHCI ———————— xM ⇒ x = 11,7M

2-ыкма: Эриген заттын массалык үлүшү белгилүү болгондуктан 5.2.4. формуласын колдонуу менен молярдуулукту аныктайбыз.

$$c_M = \frac{10 \cdot \rho \cdot \omega}{M} = \frac{10 \cdot 1{,}18 \cdot 36{,}2}{36{,}5} = 11{,}7M$$

Жообу: 11,7M

96 - маселе. 300 мл 0,2M дуу эритмени даярдоо үчүн кандай массадагы натрийдин нитраты $NaNO_3$ талап кылынат?

Берилди: $V(эритме) = 300мл = 0{,}3л;\ \ \ c_M = 0{,}2M$

Табуу керек: $m(NaNO_3) - ?$

Чыгарылышы: 1- ыкма: $M(NaNO_3) = 85г/моль$;

$$c_M = \frac{m}{M \cdot V} \Rightarrow m = c_м \cdot M \cdot V$$

$$m(NaNO_3) = c_M(NaNO_3) \cdot M(NaNO_3) \cdot V(эритме) = 0,2 \cdot 85 \cdot 0,3 = 5,1г$$

2- ыкма:

1) 1М эритмесинде ——————— 85г $NaNO_3$
0,2 М эритмесинде ——————— х г $NaNO_3$

$$x = 17гNaNO_3$$

2) 1л эритмеде ——————— 17г $NaNO_3$
0,3л эритмеде ——————— х г $NaNO_3$

$$x = 5,1гNaNO_3$$

Жообу: 5,1г $NaNO_3$

97 - маселе. 2л 1М дуу эритмени даярдоо үчүн күкүрт кислотасынын $H_2SO_4(\rho = 1,50г/мл)$ 60%-түү эритмесинен канча мл талап кылынат?

Берилди: $V(эритме) = 2л = 2000мл$; $c_M(H_2SO_4) = 1M$;
$\rho(H_2SO_4) = 1,50г/мл$; $\omega\%(H_2SO_4) = 60\%$

Табуу керек: $V(H_2SO_4) - ?$

Чыгарылышы: 1) 2л 1М дуу H_2SO_4 түн эритмесинде
2л·1моль/л = 2моль H_2SO_4 бар,
бул эритмедеги H_2SO_4 түн массасы:

$$m(H_2SO_4) = \nu \cdot M = 2моль \cdot 98г/моль = 196г;$$

$$2)\ m(эритме) = \frac{196 \cdot 100\%}{60\%} = 326г;$$

3) Эритменин көлөмүн аныктайбыз:

$$V = \frac{326г}{1,50г/мл} = 217мл$$

Жообу: 217мл

5.3. Молялдык концентрация

***Молялдык концентрация (молялдуулук)* 1кг эриткичте эриген заттын канча молдорунун бар экендигин көрсөтөт.**

$$c_{Мл} = \frac{m_1}{M \cdot m_2} \quad (5.3.1.)$$

$$c_{Мл} = \frac{m_1 \cdot 1000}{M \cdot m_2} \quad (5.3.2.)$$

$$c_{Мл} = \frac{1000 \cdot \omega}{M(100 - \omega)} \quad (5.3.3.)$$

мында $c_{Мл}$ *–молялдык концентрация (моль/кг) ;*
m_1 *–эриген заттын массасы (г);*
m_2 *–эриткичтин массасы (кг);*
M *– эриген заттын молярдык массасы (г/моль)*
ω *– эриген заттын массалык үлүшү*

98 - маселе. 25г сууда 1,3г анилин $C_6H_5NH_2$ эритилди. Эритменин молялдуулугун тапкыла.

Берилди: $m_2(H_2O) = 25г = 0{,}025кг; \quad m_1(C_6H_5NH_2) = 1{,}3г$

Табуу керек: $c_{Мл} - ?$

Чыгарылышы: $M(C_6H_5NH_2) = 93г/моль$

Жогорудагы 5.3.1- формуласынын негизинде молялдык концентрацияны аныктайбыз:

$$c_{Мл} = \frac{1{,}3г}{93г/моль \cdot 0{,}025кг} = \frac{1{,}3}{2{,}325} = 0{,}559 \approx 0{,}56моль/кг$$

Жообу: 0,56моль/кг

99 - маселе. 5%-түү KCI дун эритмесинин молялдуулугун аныктагыла.

Берилди: $\omega\%(KCI) = 5\%; \quad M(KCI) = 74{,}5г/моль$

Табуу керек: $c_{Мл} - ?$

Чыгарылышы: Эгерде молялдуулук массалык үлүш менен байланышса, анда молялдуулукту аныктоо үчүн төмөндөгү 5.3.3-формуланы колдонуууга болот, анда:

$$c_{Мл} = \frac{1000 \cdot \omega}{M(100-\omega)} = \frac{1000 \cdot 5\%}{M(100-5)} = \frac{5000}{74,5 \cdot 95} = 0,706$$

Жообу: 0,706

100 - маселе. 2г затты 60г сууда эриткенде эритменин молялдык концентрациясы 0,185 моль/кг га барабар болгон. Эриген заттын молекулалык массасын аныктагыла.

Берилди: $m_1(зат) = 2г;\ \ m_2(H_2O) = 60г = 0,06кг;\ \ c_{Мл} = 0,185 моль/кг;$

Табуу керек: $M - ?$

Чыгарылышы: 5.3.1.- формуласынан молекулалык массаны табабыз:

$$c_{Мл} = \frac{m_1}{M \cdot m_2} \Rightarrow M = \frac{m_1}{c_{Мл} \cdot m_2} = \frac{2}{0,185 \cdot 0,06} = \frac{2}{0,0111} = 180г/моль;$$

Жообу: 180г/моль

5.4. Нормалдык концентрация

1 литр эритмедеги эриген заттын эквивалентинин саны нормалдык концентрация (нормалдуулук) деп аталат.

Нормалдык концентрация төмөндөгү формулалар менен туюнтулат:

$$c_H = \frac{m}{m_Э \cdot V} \qquad \textbf{(5.4.1.)}$$

$$c_H = \frac{m}{M \cdot Э \cdot V} \qquad \textbf{(5.4.2.)}$$

$$c_H = \frac{m}{Э \cdot V} \text{ (көлөм л менен берилсе)} \qquad \textbf{(5.4.3.)}$$

$$c_H = \frac{m \cdot 1000}{Э \cdot V} \text{ (көлөм мл менен берилсе)} \qquad \textbf{5.4.4.)}$$

мында: $С_н$ – нормалдык концентрация (г/экв·мл);
m–эриген заттын массасы (г)
$m_э$ – анын эквиваленттик массасы (г/моль);
V– эритменин көлөмү (л)
M– анын молярдык массасы (г/моль);
Э - анын эквиваленти (г-экв.)

Жогорудагы формулалардын негизинде туунду формулаларды келтирип чыгарууга болот жана массалык үлүш менен нормалдуу концентрациянын ортосунда төмөндөгүдөй байланыш бар:

$$\boldsymbol{m = c_H \cdot m_Э \cdot V} \qquad \textbf{(5.4.5.)}$$

$$\boldsymbol{V = \frac{m}{c_H \cdot m_Э}} \qquad \textbf{(5.4.6.)}$$

$$\boldsymbol{c_H = \frac{10 \cdot \rho \cdot \omega}{m_Э}} \qquad \textbf{(5.4.7.)}$$

101- маселе. 8г $CuSO_4$ 0,1н эритменин кандай көлөмүндө кармалып турат?

Берилди: $m(CuSO_4) = 8г; \quad c_H(эритме) = 0{,}1н;$

Табуу керек: $V - ?$

Чыгарылышы: $Э_{CuSO_4} = \frac{M}{2} = \frac{160}{2} = 80;$

$$V = \frac{m}{c_н \cdot Э} = \frac{8г}{0{,}1 \cdot 80} = 1л$$

Жообу: 1л

102 - маселе. 500 мл 0,25н эритмени даярдоо үчүн канча грамм натрийдин карбонаты Na_2CO_3 керектелет?

Берилди: $V(эритме) = 500мл = 0{,}5л; \quad c_H = 0{,}25н;$

Табуу керек: $m(Na_2CO_3) - ?$

Чыгарылышы: $Э(Na_2CO_3) = \frac{106}{2} = 53; \; c_H = \frac{m}{Э \cdot V} \Rightarrow$

$\Rightarrow m = c_H \cdot Э \cdot V = 0{,}25 \cdot 53 \cdot 0{,}5 = 6{,}625г;$

Жообу: 6,625г

103 - маселе. 10^{-3}л эритмесинде 0,0037г эриген. KI дун эритмесинин нормалдык концентрациясын тапкыла.

Берилди: $V(эритме) = 10^{-3} л; \quad m(KI) = 0{,}0037г; \quad Э(KI) = 166$

Табуу керек: $c_H - ?$

Чыгарылышы: 5.4.3. формуласын колдонуу менен нормалдуулукту аныктайбыз:

$$c_H = \frac{m}{Э \cdot V} = \frac{0{,}0037}{166 \cdot 0{,}001} = 0{,}02н;$$

Жообу: 0,02н

104 - маселе. 500 мл 0,5н эритмени даярдоо үчүн 2н H_2SO_4 түн кандай көлөмү керектелет?

Берилди: $V_1 = 500мл;\ c_{H_1} = 0{,}5н;\ c_{H_2} = 2н;$ ***Табуу керек:*** $V_2 - ?$

Чыгарылышы: Көлөм менен концентрациянын ортосунда төмөндөгүдөй байланыш бар:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{c_2}{c_1} \Rightarrow V_2 = \frac{c_{H_1} \cdot V_1}{c_{H_2}} = \frac{0{,}5 \cdot 500}{2} = 125мл;$$

Жообу: 125 мл.

105 - маселе. 2,25г кислотасы бар эритмени нейтралдаштыруу үчүн 25мл 2н щелочтун эритмеси керектелди. Кислотанын эквиваленттик массасын тапкыла.

Берилди: $m(кислота) = 2{,}25г;\ V(щелочь) = 25мл;\ c_H(щелочь) = 2н;$

Табуу керек: $m_Э(кислота) - ?$

Чыгарылышы: 5.4.1. формуласынын негизинде кислотанын эквиваленттик массасын табабыз:

$$c_H = \frac{m}{m_Э \cdot V} \Rightarrow m_Э = \frac{m}{c_H \cdot V} = \frac{2{,}25}{2 \cdot 0{,}025} = 45;$$

Жообу: 45

106 - маселе. Төмөндөгү эритмелердин нормалдык концентрацияларын тапкыла:

$$а)40\%NaOH(\rho = 1{,}43);\quad б)18\%NH_3(\rho = 0{,}932);$$

$$в)32\%HCl(p = 1{,}163);\quad г)24\%HNO_3(p = 1{,}145)$$

Чыгарылышы: $а)\quad m(эритме) = V \cdot \rho = 1000мл \cdot 1{,}43 = 1430г;$

$$m(NaOH) = 1430 \cdot 0{,}40 = 572г;$$

$$c_H = \frac{572}{40 \cdot 1} = 14{,}3н;$$

$$б) m(эритме) = V \cdot \rho = 1000мл \cdot 0{,}932 = 932г;$$

$$m(NH_3) = 932 \cdot 0{,}18 = 167{,}76г;$$

$$c_H = \frac{167{,}76}{17 \cdot 1} = 9{,}87н;$$

$$в)m(эритме) = V \cdot \rho = 1000мл \cdot 1{,}163 = 1163г;$$
$$m(HCI) = 1163 \cdot 0{,}32 = 372г;$$
$$c_H = \frac{372}{36{,}5 \cdot 1} = 10{,}2н;$$
$$г)m(эритме) = V \cdot \rho = 1000мл \cdot 1{,}145 = 1145г;$$

$$m(HNO_3) = 1145 \cdot 0{,}24 = 275г;$$
$$c_H = \frac{275}{63 \cdot 1} = 4{,}36н;$$

Жообу: а)14,3н; б)9,87н; в) 10,2н; г) 4,36н

107- маселе. Аммоний сульфатын пайда кылуу үчүн 1л 18н NH_3 менен 84% - түү H_2SO_4 төн (ρ=1,775) канча көлөм керектелет?

Берилди: $V_1(NH_3) = 1л = 1000мл;\ c_{H_1}(NH_3) = 18н;$

$\omega\%(H_2SO_4) = 84\%; \quad \rho(H_2SO_4) = 1{,}775;$

Табуу керек: $V_2(H_2SO_4) - ?$

Чыгарылышы: 1) $m(эритме) = 1000 \cdot 1{,}775 = 1775г;$

$$m(H_2SO_4) = 1175 \cdot 0{,}84 = 1491$$
$$2)\ c_{H_2} = \frac{1491}{49} = 30{,}42н;$$
$$3)\ c_{H_1} \cdot V_1 = c_{H_2} \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{c_{H_1} \cdot V_1}{c_{H_2}} = \frac{18 \cdot 1000}{30{,}42} = 591{,}7 \approx 592мл$$

Жообу: 592мл

108 - маселе. 750 мл 6н HCI дун эритмеси менен кандай көлөмдөгү 23%-түү NH_3 (р=0,916г/мл) аракеттенишет? Бул учурда канча грамм NH_4CI пайда болот?

Берилди: V_1(HCI)=750мл; р(NH_3)=0,916г/мл;

ω (NH_3)=23%; $c_{H_1}(HCI) = 6н;$

Табуу керек: $V_2(NH_3) - ?; \quad m(NH_4CI) - ?$

Чыгарылышы: 1) Эритменин жана эриген заттын массасын аныктайбыз:

$$m(эритме) = 1000мл \cdot 0{,}916г/мл = 916г;$$
$$m(NH_3) = 916 \cdot 0{,}23 = 210{,}68г;$$

2) $c_{H_2}(NH_3) = \frac{210,68}{17} = 12,39н;$

3) $c_{H_1} \cdot V_1 = c_{H_2} \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{c_{H_1} \cdot V_1}{c_{H_2}} = \frac{6 \cdot 750}{12,39} = 363мл$

4) Реакциянын теңдемесин жазабыз:

$$\overset{76,4г}{NH_3} + HCI = \overset{xг-?}{NH_4CI}$$

$$\underset{17г}{17г/моль} \qquad \underset{53,5г}{53,5г/моль}$$

$$m(NH_3) = c_{H_2} \cdot Э \cdot V = 12,39 \cdot 17 \cdot 0,363 = 76,458г$$

$$\frac{76,4гNH_3}{17гNH_3} = \frac{xгNH_4CI}{53,5гNH_4CI} \Rightarrow x = \frac{76,4 \cdot 53,5}{17} = 240,6 \approx 241г$$

Жообу: 363мл; 241г

Эритмелерди аралаштыруу жана суюлтуу, эритмелердин концентрацияларынын бир түрүнөн экинчи түрүнө өтүү

109 - маселе. 300г 40%-түү H_2SO_4 түн жана 700г 10%-түү ушул эле кислотанын эритмелери аралаштырылган. Алынган эритменин концентрациясын аныктагыла?

Берилди: $m_1(эритме) = 300г; \quad \omega_1(H_2SO_4) = 40\%;$

$m_2(эритме) = 700г; \quad \omega_2(H_2SO_4) = 10\%;$

Табуу керек: $\omega_3 - ?$

Чыгарылышы: 1- ыкма: Удаалаш амалдар ыкмасы.

1) Биринчи эритмедеги эриген заттын массасын табабыз:

$$\omega_1(H_2SO_4) = \frac{m_1(H_2SO_4)}{m_1(эритме)} \cdot 100\%;$$

$$m_1(H_2SO_4) = \frac{\omega_1(H_2SO_4) \cdot m_1(эритме)}{100\%} = \frac{40 \cdot 300}{100} = 120гH_2SO_4;$$

2) Экинчи эритмедеги эриген заттын массасын табабыз:

$$m_2(H_2SO_4) = \frac{\omega_2(H_2SO_4) \cdot m_2(эритме)}{100\%} = \frac{10 \cdot 700}{100} = 70гH_2SO_4;$$

3) Аралашмадагы жалпы эриген заттын массасын табабыз:

$$m_3(H_2SO_4) = m_1(H_2SO_4) + m_2(H_2SO_4) = 120г + 70г = 190гH_2SO_4$$

4) Алынган эритменин концентрациясын аныктоо үчүн жаңы аралашманын жалпы массасын аныктайбыз:

$$m_3(аралашма) = m_1(эритме) + m_2(эритме) = 300г + 700г = 1000г;$$

5) Аралашмадагы эриген заттын проценттик концентрациясын аныктайбыз:

$$\omega_3\%(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{m(аралашма)} \cdot 100\% = \frac{190}{1000} \cdot 100\% = 19\%$$

Жообу: 19%

2-ыкма: Аралашуу эрежесине негизделген ыкма.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{x-10}{40-x}; \frac{300}{700} = \frac{x-10}{40-x}$$

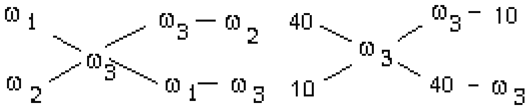
$$300(40-x) = 700(x-10)$$

$$12000 - 300x = 700x - 7000$$

$$1000x = 19000 \Rightarrow x = 19$$

Жообу:19

3- ыкма: Диагоналдык ыкма.



$$\frac{300}{700} = \frac{\omega_3 - 10}{40 - \omega_3}; \quad \frac{3}{7} = \frac{\omega_3 - 10}{40 - \omega_3};$$

$$120 - 3\omega_3 = 7\omega_3 - 70; \quad 190 = 10\omega_3; \quad \omega_3 = 19$$

Жообу:19

4-ыкма: Алгебралык ыкма.

$$m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2 = (m_1 + m_2) \cdot \omega_3$$

$$\omega_3 = \frac{m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2}{m_1 + m_2} = \frac{300 \cdot 40 + 700 \cdot 10}{1000} = 19\%$$

Жообу:19

110 - маселе. 22%-түү эритмени алуу үчүн 5кг 30%-түү эритмеге кандай массадагы 20%-түү эритмени кошуу керек?

Берилди: $m_1(эритме) = 5кг; \ \omega_1 = 30\%; \ \omega_2 = 20\%; \ \omega_3 = 22\%;$

Табуу керек: $m_2(эритме) - ?$

Чыгарылышы: $\omega_3 = \dfrac{m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2}{m_1 + m_2};$

$$\omega_3(m_1 + m_2) = m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2$$

$$\omega_3 \cdot m_1 + \omega \cdot m_2 = m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2$$

$$22 \cdot 5 + 22 \cdot m_2 = 5 \cdot 30 + 20 \cdot m_2$$

$$110 + 22m_2 = 150 + 20m_2 \Rightarrow 2m_2 = 40 \Rightarrow m_2 = 20$$

Жообу: 20

111- маселе. 600г 80%-түү азот кислотасынын эритмесине 32%-түү азот кислотасынын эритмесин кошушкан, натыйжада эритменин концентрациясы 64%-түү болгон. 32%-түү азот кислотасынын эритмесинен канча грамм кошулган?

Берилди: $m_1(эритме) = 600г;\ \omega_1(HNO_3) = 80\%;$

$\omega_2(HNO_3) = 32\%;\ \ \omega_3(HNO_3) = 64\%;$

Табуу керек: $m_2(эритме) - ?$

Чыгарылышы: 1- ыкма: Удаалаш амалдар ыкмасы.

1) 600г 80%-түү азот кислотасынын массасын аныктайбыз:

$$m_1(HNO_3) = 600г \cdot 0{,}80 = 480г$$

2) Белгисиз эритменин массасын x деп белгилеп, 32%-түү эритмедеги эриген заттын массасын төмөндөгүдөй туюнтабыз:

$$m_2(HNO_3) = 0{,}32x$$

3) %-тик концентрацияны туюндурган формула боюнча:

$$\omega\% = \frac{m_1(HNO_3) + m_2(HNO_3)}{600 + x} \cdot 100\%;\quad 64 = \frac{480 + 0{,}32x}{600 + x} \cdot 100$$

Теңдемени чыгарабыз: $100(480 + 0{,}32x) = 64(600 + x)$

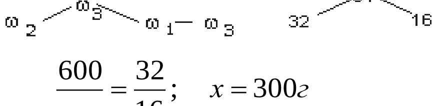
$$48000 + 32x = 384000 + 64x; 32x = 9600 \Rightarrow x = 300$$

Жообу: 300г

2- ыкма*: *Аралашуу эрежесине негизделген ыкма.

$$\frac{600}{x} = \frac{32 - 64}{64 - 80} = \frac{32}{16};\quad 32x = 600 \cdot 16;\ \ x = 300г$$

3- ыкма: Диагоналдык ыкма.



$$\frac{600}{x} = \frac{32}{16};\quad x = 300г$$

Жообу: 300г

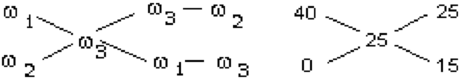
112 - маселе.25%-түү эритмени алуу үчүн 1кг 40%-түү H_2SO_4 түн эритмесине канча кг суу кошуу керек?

Берилди: $\omega_1(H_2SO_4) = 40\%;\ \omega_2(H_2O) = 0\%;$

$\omega_3(H_2SO_4) = 25\%;\quad m(эритме) = 1кг$

Табуу керек: $m_{H_2O} - ?$

Чыгарылышы: Суунун концентрациясын 0 го барабар деп алуу менен маселени чыгарууда диагоналдык ыкманы колдонобуз:



$$\frac{1кг}{m(H_2O)} = \frac{25}{15} = \frac{5}{3} \Rightarrow \quad m(H_2O) = \frac{1\cdot 3}{5} = 0{,}6кг;$$

Жообу: 0,6кг

113 - маселе. 3%- түү КОН тын эритмесин алуу үчүн 100мл 27%-түү КОН тын (p=1,25) эритмесине канча сандагы сууну кошуу керек?

Берилди: V(эритме) = 100мл; ω_1(КОН) = 27%;

p_1 = 1,25; ω_2(КОН) = 3%;

Табуу керек: $m(H_2O) - ?$

Чыгарылышы: 1) 100мл 27%-түү эритменин массасын табабыз:

$$m_1(эритме) = 100мл \cdot 1{,}25г/мл = 125г$$

2) Бул эритмедеги КОН тын массасын аныктайбыз:

$$m(KOH) = \frac{\omega_1(KOH)\cdot m_1(эритме)}{100} = \frac{27\cdot 125}{100} = 33{,}75г$$

3) 33,75г КОН бар 3%-түү эритменин массасын табабыз:

$$m_2(эритме) = \frac{m(KOH)\cdot 100}{\omega_2} = \frac{33{,}75\cdot 100}{3} = 1125г$$

4) $1125 - 125 = 1000г\,H_2O$ же $1кг\,H_2O$

Жообу: 1кг H_2O

114 - маселе. 25%-түү эритмени алуу үчүн 400мл 15%-түү NH_3түн (ρ=0,94) эритмесине 35%-түү NH_3түн (ρ=0,88) эритмесинен канча мл кошуу керек?

Берилди: $V_1(эритме) = 400мл;\ \omega_1(NH_3) = 15\%;\ \omega_2(NH_3) = 35\%;$

$\omega_3(NH_3) = 25\%;\ \ \rho_1(NH_3) = 0{,}94;\ \ \rho_2(NH_3) = 0{,}88;$

Табуу керек: $V_2(эритме) - ?$

Чыгарылышы: 1-ыкма: Удаалаш амалдар ыкмасы.

1) 400мл 15%-түү NH_3 түн эритмесинин массасын табабыз:

$$m_1(эритме) = 400мл \cdot 0{,}94г/мл = 376г$$

2) Бул эритмедеги NH_3 түн массасын аныктайбыз:

$$m_1(NH_3) = \frac{376 \cdot 15}{100} = 56{,}4г$$

3) Белгисиз эритменин көлөмүн x деп белгилеп, андагы 35%-түү NH_3 түн массасын табабыз:

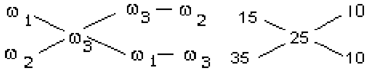
$$m_2 = \frac{\rho \cdot V \cdot \omega}{100};\quad m_2(NH_3) = \frac{0{,}88 \cdot x \cdot 35}{100} = 0{,}308x$$

4) $$\boldsymbol{\omega_3 = \frac{m_1(NH_3) + m_2(NH_3)}{m_1(эритме) + m_2(эритме)}};\ 25\% = \frac{56{,}4 + 0{,}308x}{376 + 0{,}88x} \cdot 100\%$$

$$9400 + 22x = 5640 + 30{,}8x;\ 3760 = 8{,}8x \Rightarrow x = 427$$

Жообу: 427мл

2-ыкма: Диагоналдык ыкма.



$$\frac{376}{0{,}88x} = \frac{10}{10} \Rightarrow 3760 = 0{,}88x \Rightarrow x = 427мл;$$

Жообу: 427мл.

115 - маселе. 1л 0,25н эритмени даярдоо үчүн 96%-түү H_2SO_4 төн $(\rho = 1{,}84г/мл)$ канча алуу керек?

Берилди: $V(эритме) = 1л;\ c_H = 0{,}25н;$

$\omega(H_2SO_4) = 96\%;\ \rho(H_2SO_4) = 1{,}84г/мл$

Табуу керек: $V(H_2SO_4) - ?$

Чыгарылышы: 1) $Э(H_2SO_4) = 49;$

$$c_H = \frac{m}{Э \cdot V};\quad m = c_H \cdot Э \cdot V = 0{,}25 \cdot 49 \cdot 1 = 12{,}25г$$

2) 96%-түү H_2SO_4 түн эритмесинин массасы:

$$m(эритме) = \frac{m(зат)\cdot 100\%}{\omega\%} = \frac{12{,}25\cdot 100\%}{96\%} = 12{,}76г;$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{12{,}76г}{1{,}84г/мл} = 6{,}93мл$$ *Жообу: 6,93мл*

116 - маселе. 15 мл 2,5М дуу эритмеден кандай көлөмдөгү 0,5М дуу H_2SO_4 түн эритмесин даярдоо керек?

Берилди: $V_1 = 15мл$; $c_{M_1} = 2{,}5M$; $c_{M_2} = 0{,}5M$; ***Табуу керек:*** $V_2 - ?$

Чыгарылышы: $M(H_2SO_4) = 98$г/моль;

$$m = \frac{c_1\cdot M\cdot V_1}{1000} = \frac{2{,}5\cdot 98\cdot 15}{1000} = 3{,}67г$$

$$V_2 = \frac{m\cdot 1000}{c_2\cdot M} = \frac{3{,}67\cdot 1000}{0{,}5\cdot 98} = 75мл$$

Жообу: 75мл.

117 - маселе. 9,28н NaOH тын эритмесиндеги (p=1,310г/мл) натрийдин гидроксидинин массалык үлүшүн эсептегиле.

Берилди: $c_н(NaOH) = 9{,}28н$; $\rho = 1{,}310г/мл$;

Табуу керек: $\omega\%(NaOH) - ?$

Чыгарылышы: $Э(NaOH) = 40$

1) 1н эритмеде_____________40гNaOH

   9,28н эритмеде___________хг NaOH;

   x=371,2гNaOH

2) $m(эритме) = 1000мл\cdot 1{,}319г/мл = 1310г$

3) $\omega\% = \frac{371{,}2}{1310}\cdot 100\% = 28{,}3\%$

Жообу: 28,3%

118 - маселе. Эгерде 1кг сууда 666г КОН эритилген болсо, эритменин тыгыздыгы 1,395г/мл, анда: а) КОН тын массалык үлүшүн; б) молярдуулугун; в) моляльдуулугун; г) щелочтун жана суунун молдук үлүштөрүн аныктагыла.

Берилди: $m(H_2O) = 1кг$; $m(KOH) = 666г$; $\rho(эритме) = 1{,}395г/мл$

Табуу керек: а) ω (КОН)-?; б)$c_м$ (КОН)-?;
в)$c_{Мл}$ (КОН)-?; $г)N_1(KOH) - ?; N_2(H_2O) - ?$

Чыгарылышы:

$a) \quad m(эритме) = m(H_2O) + m(KOH) = 1000\,г + 666\,г = 1666\,г$;

$$\omega(KOH) = \frac{666}{1666} \cdot 100\% = 39,9 \approx 40\%;$$

$$б)c_M = \frac{10 \cdot \rho \cdot \omega}{M} = \frac{10 \cdot 1,395г/мл \cdot 40\%}{56г/моль} = 9,96моль/л$$

$$в)c_{Мл} = \frac{1000 \cdot \omega}{M(100 - \omega)} = \frac{1000 \cdot 40}{56 \cdot 60} = \frac{40000}{3360} = 11,9моль/кг$$

$$г)M(KOH) = 56г/моль; \quad M(H_2O) = 18г/моль;$$

$$n_1(KOH) = \frac{40}{56г/моль} = 0,71моль;$$

$$n_2(H_2O) = \frac{60}{18г/моль} = 3,33моль;$$

$$N_1(KOH) = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{0,71}{0,71 + 3,13} = 0,1757 \approx 0,176;$$

$$N_2(H_2O) = \frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{3,33}{0,71 + 3,33} = 0,824$$

Жообу: а) 40%; б)9,96 моль/л;
в) 11,9 моль/кг; г) 0,176; 0,824

5.5. Эритменин титри

1мл эритмедеги эриген заттын массасы эритменин титри (Т) деп аталат.

$$T = \frac{m}{V} \text{ (г/мл)} \qquad (5.5.1.)$$

$$T = \frac{c_H \cdot Э}{1000мл} \qquad (5.5.2.)$$

мында: Т–эритменин титри (г/мл);
m – алынган заттын массасы (г)
V – эритменин көлөмү(мл.) ;
c_H – нормалдык концентрация;
Э – аныкталуучу заттын эквиваленти

119 - маселе. 0,04н NaCI дун титрин тапкыла.

Берилди: $c_H = 0{,}04н$; ***Табуу керек:*** $T - ?$

Чыгарылышы: $M(NaCI) = 58{,}5г/моль$; $Э(NaCI) = 58{,}5$

$$T = \frac{0{,}04 \cdot 58{,}5}{1000} = 0{,}002г/мл$$

Жообу: 0,002г/мл

120 - маселе. 3,150г калийдин карбонатынан K_2CO_3 250мл эритме даярдалды. Калийдин карбонатынын K_2CO_3 эритмесинин титрин тапкыла?

Берилди: $m(K_2CO_3) = 3{,}150г$; $V(эритме) = 250мл$;

Табуу керек: $T(K_2CO_3) - ?$

Чыгарылышы: $T(K_2CO_3) = \frac{m(KOH)}{V(эритме)} = \frac{3{,}150г}{250мл} = 0{,}0126г/мл$;

Жообу: 0,0126г/мл

121- маселе. 0,03402г $AgNO_3$ титрлөөгө 20,02мл HCI дун эритмеси чыгымдалган. Туз кислотасынын HCI эритмесинин нормалдуулугун жана титрин аныктагыла.

Берилди: $m(AgNO_3) = 0{,}03402г$; $V(HCI) = 20{,}02мл$;

Табуу керек: $c_H(HCI) - ?$; $T(HCI) - ?$;

Чыгарылышы: $c_H = \dfrac{m \cdot 1000}{Э \cdot V} = \dfrac{0,03402 \cdot 1000}{36,5 \cdot 20,02} = 0,0465;$

Эгерде нормалдуулук белгилүү болсо, анда эритменин титрин төмөндөгү формула менен аныктоого болот:

$$T = \frac{c_H \cdot Э}{1000} = \frac{0,0465 \cdot 36,5}{1000} = 0,01708 г/мл;$$

Жообу: 0,0465; 0,01708

122 - маселе. 0,05н H_2SO_4 түн эритмесинин титрин КОН боюнча эсептегиле.

Берилди: $c_H(H_2SO_4) = 0,05н$; ***Табуу керек:*** $T_{H_2SO_4/KOH} - ?$

Чыгарылышы: $T_{H_2SO_4/KOH} = \dfrac{Э_{KOH} \cdot c_{H(H_2SO_4)}}{1000} = \dfrac{56 \cdot 0,05}{1000} = 0,0028 г/мл$

Жообу: 0,0028

5.6. Эригичтик

Эригичтик – бул заттын сууда же башка эриткичтерде эрүү касиети. Сууда катуу, суюк жана газ абалындагы заттар эришет. Эритмелер **каныккан, каныкпаган жана өтө каныккан болуп бөлүнүшөт.**

Берилген температурада эрүүчү зат андан ары эрибесе, мындай эритмелер ***каныккан эритмелер*** деп аталат.

Каныкпаган эритмеде зат азыраак, ал эми **өтө *каныккан эритмеде*** каныккан эритмедегиге караганда зат көбүрөөк болот. Өтө каныккан эритмелер туруксуз келишет. Мындай эритмелер сырткы таасир этүүдөн тез эле бузулушат: каныккан эритме пайда болот же эриген заттын ашыкча өлчөмү чөкмөгө чөгө баштайт. Эригичтик сан жагынан ***эригичтиктин коэффициенти*** менен мүнөздөлөт.

Берилген шарттарда 100г эриткичте эрүүчү заттын массасы ***эригичтиктин коэффиценти*** деп аталат.

Эригичтик *S* тамгасы менен белгиленет. Эригичтик температурадан көз каранды. Көпчүлүк катуу заттардын эригичтиги температуранын жогорулашы менен көбөйөт. Бул эригичтиктин ийри сызыктары менен көрсөтүлөт. Мында абсцисса огуна тем-

ператураны, ордината огуна эригичтиктин коэффициентин коюшат. Бирок кээ бир заттардын эригичтиги температура жогорулаганда бир аз эле көбөйөт, кээ бирөөлөрүнүкү азаят. Бул алардын эригичтик жылуулугуна байланыштуу болот.

- Эгерде эригичтик жылуулукту сиңирип алуу менен жүрсө, анда температура жогорулаганда эригичтик өсөт.
- Эгерде эригичтик жылуулукту бөлүп чыгаруу менен жүрсө, анда температуранын жогорулашы эригичтикти төмөндөтүп жиберет.

Газдардын эригичтиги температура жогорулаганда азаят, ал эми төмөндөгөндө көбөйөт. Газдардын эригичтиги басым жогорулаганда көбөйөт.

Бул көз карандылык ***У. Генри закону (1803, Англия)*** менен аныкталат: **эриген газдын массасы анын басымына түз пропорционалдуу** болот.

$$\boldsymbol{c = k \cdot P} \qquad \textbf{(5.6.1.)}$$

мында: c-каныккан эритмедеги газдын концентрациясы;

P- парциалдык басым;

k- эриген заттын жаратылышын мүнөздөгөн Генри константасы.

123 - маселе. Эгерде 20^0С да 545г барийдин нитратынын каныккан эритмесинде 45г туз эриген болсо, анда ушул температурадагы $Ba(NO_3)_2$түн суудагы эригичтигин эсептегиле.

Чыгарылышы: 1) 545г эритмедеги суунун массасы:

$$m(H_2O) = 545г - 45г = 500гH_2O$$

2) 20^0С да $Ba(NO_3)_2$ нин суудагы эригичтиги:

500г H_2O ———————— 45г туз

100г H_2O ———————— хг туз $\Rightarrow$ х = 9г туз

Жообу: 9

124 - маселе. $CuSO_4$ түн 20^0С жана 100^0С да эригичтиги 20,2 жана 77г га барабар. Эгерде 825г эритмени 100^0С дан 20^0С га чейин муздатсак, анда канча грамм $CuSO_4$ бөлүнүп чыгарын эсептегиле.

Чыгарылышы: 1) 100^0С да $m_1(эритме) = 100г + 77г = 177г;$

2) 20^0С да $m_2(эритме) = 100г + 20,2г = 120,2г;$

3) 177г $CuSO_4$ түн эритмесин 20^0С га чейин муздатканда бөлүнүп чыккан чөкмөнүн массасын табабыз:
$177г - 120,2г = 56,8гCuSO_4$

4) $177г$ *эритмеде*______________$56,8гCuSO_4болсо$

$825г$ *эритмеде*______________$хгCuSO_4болот$

$$x = \frac{825 \cdot 56,8}{177} = 264,7гCuSO_4$$

Жообу: 264,7г$CuSO_4$

125 - маселе. Эгерде 0^0С жана $1,0133 \cdot 10^5$Па көмүр кычкыл газынын CO_2 сууда эригичтиги 1м^3 карата алганда 1,713м^3 га барабар болсо, анда 0^0С жана $0,745 \cdot 10^5$Па да 25л сууда болгон көмүр кычкыл газынын массасын эсептегиле.

Чыгарылышы: 1) 0^0С жана $1,0133 \cdot 10^5$Па дагы 25л суудагы CO_2 нин көлөмүн аныктайбыз: $1м^3 = 1000л;$

$$1000лH_2O __________ 1,713м^3CO_2$$
$$25лH_2O __________ x^3CO_2$$
$$x = 0,043м^3$$

2) CO_2 нин массасын Менделеев-Клапейрондун теңдемеси боюнча аныктайбыз:

$$m = \frac{PVM}{RT} = \frac{0,745 \cdot 10^5 \cdot 0,043 \cdot 44}{8,3144 \cdot 10^3 \cdot 273} = \frac{1,41 \cdot 10^5}{2269,8 \cdot 10^3} = 0,00062 \cdot 10^2 = 0,062кг = 62г$$

Жообу:62г

126 - маселе. 100^0С да кальцийдин хлоридинин $CaCI_2$ 100г сууда эригичтиги 159г га барабар. Ушул эле температурада 1,35кг эритмеде канча грамм кальцийдин хлориди бар?

Чыгарылышы:

1) 159г тузу бар эритменин массасы:

$$m(эритме) = 159г + 100г = 259г$$

2) 259г эритмеде___________159г$CaCl_2$ эриген болсо,

1350г эритмеде____________хг$CaCl_2$

x=828,8г

Жообу: 828,8г

127- маселе. 0^0С да 50г эритмеде 3,44г калийдин сульфаты эрийт. Калийдин сульфатынын K_2SO_4 массалык үлүшүн жана анын эригичтик коэффициентин тапкыла?

Чыгарылышы: 1) $\omega\%(K_2SO_4) = \frac{3{,}44г}{50г} \cdot 100\% = 6{,}88\%$

2) $m(H_2O) = 50г - 3{,}44г = 46{,}56г;$

3) $46{,}56гH_2O$ ____________ $3{,}44гK_2SO_4$

$100гH_2O$ ___________ $xгK_2SO_4$

$x = 7{,}39г$ *Жообу: 6,88%; 7,39г*

5.7. Эрүүнүн энергетикасы

Заттардын эриши жылуулуктун бөлүнүп чыгышы же сиңирилиши менен жүрөт.Зат эригенде эрүүчү зат менен эриткичтин молекулалары аракеттенишет. Бул процесс ***сольватация*** деп аталат. Эгерде эриткич суу болсо ***гидратация*** деп аталат.

1моль зат эригенде бөлүнүп чыккан же сиңирилген жылуулуктун саны **эрүүнүн жылуулугу $\Delta H^0_{эрүү}$** деп аталат.

Эгерде эрүү процессинде жылуулук сиңирилсе, эрүү жылуулугу *тескери мааниге*, эгерде жылуулук бөлүнүп чыкса, *оң мааниге* ээ болот. Эрүү жылуулугу төмөндөгү формула менен туюнтулат:

$$Q = q\frac{M}{m} \qquad (5.7.1.)$$

мында: q *– жылуулук саны;*

M *– молярдык масса г/моль;*

m *– заттын массасы, г*

Эгерде: $$q = c \cdot m_{эриткич} \cdot \Delta t \qquad (5.7.2.)$$

анда $$Q = \frac{c \cdot m_{эриткич} \cdot \Delta t \cdot M}{m_{э.зат}} \qquad (5.7.3.)$$

мында:

c *– заттын салыштырмалуу жылуулук сыйымдуулугу, дж/(г·К)*

m *– заттын массасы, г;* Δt *– температуранын өзгөрүшү.*

1моль эрүүчү зат менен эриткич – суунун өз ара аракеттенишүүсүнөн бөлүнүп чыккан жылуулук ***гидратациянын жылуулугу $\Delta H^0_{гидр.}$*** деп аталат.

128 - маселе. 23,38г натрийдин хлоридин NaCI суда эриткенде 2,14 кДж жылуулук бөлүнүп чыгат. Натрийдин хлоридинин NaCI эрүү жылуулугун эсептегиле.

Чыгарылышы: $Q = q\frac{M}{m} = \frac{2,14кДж \cdot 58,5г/моль}{23,38г} = 5,35кДж/моль$

Жообу: 5,35кДж/моль.

129 - маселе. 5,35г NH_4CI ду 194г суудa эриткенде температура 2^0С га төмөндөдү. Эрүү жылуулугун эсептегиле.

Чыгарылышы: 1-ыкма: 1) $c_{H_2O} = 4,187дж/(г \cdot K)$

5,35г NH_4CI ду 194г суудa эриткенде сиңирилген жылуулуктун саны:

$$q = c \cdot m \cdot \Delta t = 4,187дж/(г \cdot K) \cdot 194г \cdot (-2) = -1624,5дж$$

2) NH_4CI дун эрүү жылуулугун табуу үчүн пропорция түзөбүз:

$$5,35гNH_4CI \text{ ____________ } -1624,5дж$$

$$53,5гNH_4CI \text{ ____________ } хдж$$

$$x = -16245Дж = -16,24кДж; \quad \Delta H^0_{эрүү} = -16,24кДж$$

2-ыкма:

$$Q = \frac{c \cdot m_{H_2O} \cdot \Delta t \cdot M_{NH_4CI}}{m_{NH_4CI}} = \frac{4,187 \cdot 194 \cdot 2 \cdot 53,5}{5,35} = 16245дж/моль = 16,24кдж/моль$$

Жообу: -16,24кДж

130 - маселе. 14,2г натрийдин гидрофосфатын Na_2HPO_4 7208г суудa эриткенде 2,36кДж жылуулук бөлүнүп чыгат, ал эми 35,8г $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ кристаллогидратты ошол эле сандагы суудa эриткенде 9,51кДж жылуулук сиңирилет. Na_2HPO_4 түн гидратация жылуулугун эсептегиле.

Чыгарылышы: 1) Суусуз туз Na_2HPO_4 түн гидратациясы:

$$Na_2HPO_4 + 12H_2O = Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O + \Delta H^0_{гидр.}$$

2. Пайда болгон гидраттын эриши:

$$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O + aq = Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O(aq) + \Delta H^0_{эрүү}$$

3. $M(Na_2HPO_4) = 142г/моль; \quad M(Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O) = 358г/моль;$

$$\Delta H^0(Na_2HPO_4) = \frac{142 \cdot (-2{,}36)}{14{,}2} = -23{,}6 кДж/моль;$$

$$\Delta H^0_{эрүү}\ (Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O) = \frac{358 \cdot 9{,}51}{35{,}8} = 95{,}1 кДж/моль;$$

$$\Delta H^0 = \Delta H^0_{гидр.} + \Delta H^0_{ЭРҮҮ};$$

$$\Delta H^0_{гидр} = \Delta H^0 - \Delta H^0_{ЭРҮҮ} = -23{,}6 - 95{,}1 = -118{,}7 кДж/моль$$

Жообу: –118,7кДж/моль

131 - маселе. Эгерде реакцияlануучу заттардагы Гиббстин энергиясынын (кДж/моль) маанилери төмөндөгүлөргө барабар болсо: $\Delta G^0_{BaSO_4(к)} = -1353{,}1$; $\Delta G^0_{HCI(aq)} = -131{,}3$; $\Delta G^0_{H_2SO_4(aq)} = -742{,}5$; $\Delta G^0_{BaCI_2(aq)} = -823{,}1$ анда барийдин сульфаты $BaSO_4$ суюлтулган туз кислотасында эрийби же жокпу?

Чыгарылышы: $BaSO_{4(к)} + HCI_{(aq)} = BaCI_{2(aq)} + H_2SO_{4(aq)}$

$$\Delta G_{рекция} = \sum G_{прод.} - \sum G_{башт.зат}$$

$$\Delta G^0_{298} = \Delta G^0_{BaCI_2(aq)} + \Delta G^0_{H_2SO_4(aq)} - \Delta G^0_{BaSO_4(к)} + \Delta G^0_{HCI(aq)} =$$

$$= -823{,}1 - 742{,}5 + 1353{,}1 + 131{,}3 = -1565{,}6 + 1484{,}4 = -81{,}2$$

$\Delta G < 0$, ошондуктан $BaSO_4$ суюлтулган HCI до эрийт.

Жообу: -81,2 кДж/моль

5.8. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. 5%-түү эритмени алуу үчүн 100 г сууга канча грамм натрийдин сульфатын Na_2SO_4 эритүү керек? *(Жообу:5,26г)*

2. Массалык үлүшү 10,52% (р=1050кг/м^3) 0,250л HCIдун эритмесинде кандай массадагы HCI бар? *(Жообу:27,6г)*

3.10%-түү Na_2CO_3 түн эритмесин даярдоо үчүн кандай массадагы суу жана кристаллдык сода $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ керектелет? Алынган эритменин массасы 200г. *(Жообу: 54г)*

4. 1л сууда 500л NH_3 (н.ш.) эриген. Алынган эритмедеги аммиактын массалык үлүшүн аныктагыла. *(Жообу: 27,5%)*

5. 5%- түү суусуз туздун эритмесин алуу үчүн канча г глауберь тузун $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ 250г сууда эритүү керек? *(Жообу: 32г)*

6. 25%-түү эритмени алуу үчүн 1кг 40%-түү H_2SO_4 түн эритмесине канча кг сууну кошуу керек? *(Жообу: 0,6кг)*

7. 300г 10%-түү жана 500г 20%-түү кальцийдин нитратынын эритмелери аралаштырылган. Эритмедеги $Ca(NO_3)_2$ нин массалык үлүшүн (% менен) аныктагыла. *(Жообу: 16,25%)*

8. 40г $CaCO_3$ менен өз ара аракеттенишүү үчүн 20%-түү HCI дон (р=1,1) канча мл керектелет? *(Жообу: 132,6мл)*

9. 950г сууга 50мл 48%-түү күкүрт кислотасынын (р=1,38) эритмесин кошушкан. Алынган эритменин массалык үлүшүн аныктагыла. *(Жообу: 3,25%)*

10. 200мл эритмеде 12г натрийдин гидроксиди NaOH эриген. Берилген эритменин молярдык концентрациясын аныктагыла. *(Жообу: 1,5моль/л)*

11. а) 2л 0,5М дуу $AICI_3$; б) 400мл 0,2М дуу Na_2CO_3 кристаллдык содадан; в)300мл 0,3Мдуу K_2SO_3 ; г) 2л 0,1М дуу KCI даярдоо үчүн ар бир заттан канча г алууга болот? *(Жообу: а) 135,5г; б) 22,88г; в) 14,2г; г) 14,9г).*

12. 5л 0,1М дуу эритмени даярдоо үчүн 98%-түү күкүрт кислотасынан H_2SO_4 канча керектелет? *(Жообу:50г)*

13. а)40%-түү тыгыздыгы 1,4г/см^3 NaOH тын; б)20%-түү тыгыздыгы 1,1г/см^3 H_3PO_4 түн эритмелеринин молярдуулугун аныктагыла. *(Жообу: а) 14М; б) 2,3М)*

14. 5M дуу эритмедеги (p=1,290г/см^3) H_2SO_4 түн массалык үлүшүн (% - менен) аныктагыла. *(Жообу: 37,9%)*

15. 500мл 0,1M дуу иоддун эритмесине түссүз абалга келгенге чейин 200г Na_2SO_3 түн эритмесин кошушкан. Эритмедеги Na_2SO_3 массалык үлүшүн (%-менен) эсептегиле. *(Жообу: 3,15%)*

16. 1,5л 0,2M дуу эритмени даярдоо үчүн 37%-түү туз кислотасынын (p=1,190г/см^3) кандай көлөмү керектелет? *(Жообу: 24,8мл)*

17. а) 2л 0,5н $AlCl_3$ түн эритмесин; б) 400мл 0,2н Na_2CO_3 түн эритме-син $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ дон даярдоо үчүн ар бир заттан канча грамм керектелет? *(Жообу: а)44,5г; б)11,44г)*

18. а) 4,9н H_2SO_4 түн (p=1,15г/см^3); б) 4н $Cr_2(SO_4)_3$ түн (p=1,21г/см^3) эритмесинин концентрациясын (%) эсептегиле. *(Жообу: а) 20,9%; б) 21,6%)*

19. а) 36% HNO_3 (p = 1,22); б) 18% NH_3 (p = 0,932); в)49% H_3PO_4 (p =1,33); г)12% KOH (p=1,1) эритмелеринин нормал-дуу концентрацияларын эсептегиле. *(Жообу: а)6,97н; б)9,87н; в)19,95н; г)2,36н)*

20. 8,415г KOH нейтралдаштыруу үчүн 12мл кислотанын эритмеси сарпталды. Кислотанын нормалдуулугун аныкта-гыла. *(Жообу: 50мл)*

21. 30мл 0,1н дуу щелочтун эритмесин нейтралдаштыруу үчүн 12мл кислотанын эритмеси сарпталды. Кислотанын нормалдуулугун аныктагыла. *(Жообу: 0,25н)*

22. 400мл 0,5н дуу $CaCl_2$ нин эритмесине ашыкча соданын эритмесин кошкондо канча грамм $CaCO_3$ түн чөкмөсү пайда болот? *(Жообу: 10г)*

23. $BaSO_4$ түн чөкмөсү толук пайда болушу үчүн 100г 15%-түү $BaCl_2$нин эритмесине 14,4мл H_2SO_4 кошушкан. H_2SO_4 түн эритмесинин нормалдуулугун тапкыла. *(Жообу: 10н)*

24. 5л 0,5н H_2SO_4 түн эритмесин даярдоо үчүн 96%-түү (p=1835кг/м^3) H_2SO_4 түн эритмесинин кандай көлөмүн алуу керек? *(Жообу: 0,14л)*

25. 15г глюкоза $C_6H_{12}O_6$ 90г сууда эритилген. Эритменин моляддуулугун эсептегиле. (*Жообу: 0,925моль/кг)*

26. 1,25г анилин $C_6H_5NH_2$ 53г эфирде эритилген. Эритменин моляльдуулугун эсептегиле. *(Жообу: 0,467моль/кг)*

27. 0,025 н KCI дун титрин аныктагыла.

(Жообу: 0,00186г/мл)

28. 20%-түү H_2SO_4 түн (р=1,15г/см^3) эритмесинин титрин жана нормалдык концентрациясын эсептегиле.

(Жообу: Т=0,230г/мл; 4,69н)

29. 450мл суудa 50г NaOH эритилди, эритменин тыгыздыгы 1,05г/см^3 . Алынган эритменин массалык үлүшүн (%-) жана титрин аныктагыла. *(Жообу: 10%;Т=0,105г/мл)*

30. $CaCI_2$ нин эритмесинин титри 0,0222г/мл. Бул эритменин молярдык жана нормалдуу концентрацияларын аныктагыла. *(Жообу:0,4н; 0,2М)*

31. 0,05Мдуу 500мл NH_4CI дун эритмесин даярдоо үчүн 2Мдуу H_2SO_4 төн канча мл керектелет? 0,05М дуу H_2SO_4 түн эритмесинин титрин жана нормалдык концентрациясын аныктагыла. *(Жообу:12,5мл; Т=0,0048г/мл; 0,1н)*

32. 600мл 0,1н дуу H_2SO_4 түн эритмесин даярдоо үчүн 30%-түү (р=1,22г/см^3) H_2SO_4 түн эритмесинен канча мл керектелет? Эритменин молярдык концентрациясын эсептегиле. *(Жообу: 0,05моль/л; 8мл)*

33. 40мл эритмени даярдоо үчүн 10%-түү (р=1,1г/см^3) NaOH тан канча грамм керектелген? Эритменин молярдык концентрациясын эсептегиле? *(Жообу: 4,4г;2 ,75моль/л)*

34. 29%-түү $AI_2(SO_4)_3$ төн (р=1,15г/см^3) эритмесинин титрин жана нормалдуулугун аныктагыла.*(Жообу: 4,32н; 0,72М)*

35. Эритмелердин молярдуу жана нормалдуу концентрацияларын тапкыла: а) 68,3%-түү $AgNO_3$ (р=2,18); б) 2,5%-түү $Na_2B_4O_7$ (р=1,02); *(Жообу: а) 8,76М; 8,76н; б)0,132М; 0,264н)*

6-БӨЛҮМ

ЭЛЕКТРОЛИТ ЭМЕС ЗАТТАРДЫН ЭРИТМЕЛЕРИНИН КАСИЕТТЕРИ

6.1. Раулдун 1- жана 2-закондору. Осмостук басым

Электролит эмес заттардын суюлтулган эритмелери коллигативдүү касиеттерге ээ. ***Коллигативдүү касиеттерге*** төмөндөгүлөр кирет: *эриткичтин буусунун басымынын азайышы, кайноо температурасынын жогорулашы, тоңуу температурасынын төмөндөшү, осмостук басым.*

Аталган касиеттер эритмедеги эриген заттын жана эриткичтин санынан көз каранды.

Бирдей температурада эритменин буусунун басымы (P) таза эриткичтин буусунун басымынан (P_0) аз болот, себеби эритмедеги эриген зат анын буулануусун азайтат. Эритменин концентрациясы канчалык жогору болсо, анын үстүндөгү буусунун басымы ошончолук аз болот.

$P_0 - P = \Delta P$ айырмасынын P_0 болгон катышы ($\Delta P/P_0$) каныккан ***эритменин буусунун басымынын салыштырмалуу азайышы*** деп аталат.

Бул касиеттердин концентрациядан көз карандылыгы төмөндөгү закондордун негизинен келип чыккан теңдемелер аркылуу туюнтулат.

❑ ***Раулдун (1887, Франция) 1 - закону:*** **Эритменин үстүндөгү эриткичтин каныккан буусунун басымынын салыштырмалуу азайышы эриген заттын молдук үлүшүнө барабар:**

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n}{N + n} \qquad \textbf{(6.1.1.)}$$

$$P = P_0 - P_0\frac{n}{N + n} \quad \textit{же} \quad P = P_0\frac{n}{N + n} \qquad \textbf{(6.1.2.)}$$

мында, P–эритменин үстүндөгү эриткичтин буусунун басымы;

P_0 – таза эриткичтин үстүндөгү буунун басымы;

N – берилген эритмедеги эриткичтин молунун саны;
n – эриген заттын саны.

Бул закон электролит эмес заттардын ***молекулалык массасын*** аныктоо үчүн колдонулат.

Заттар белгилүү кайноо жана тоңуу температурасына ээ. Эриген зат эриткичтин буусунун басымын азайткандыктан, анын тоңуу температурасын $\Delta t_{тоңуу}$ төмөндөтүп, кайноо температурасын $\Delta t_{кайноо}$ жогорулатат

❑ ***Раулдун 2– закону:*** **Эритменин тоңуу температурасынын төмөндөшү жана кайноо температурасынын жогорулашы эриген заттын моляльдык концентрациясына түз пропорциялаш:**

$$\Delta t_{тонуу} = K \cdot c_{Мл} \qquad (6.1.3.)$$

$$\Delta t_{кайноо} = E \cdot c_{Мл} \qquad (6.1.4.)$$

• ***Е- эбулиоскопиялык*** (лат. ebuIio-кайноо, 1882, Ф. Рауль) ***туруктуулук,*** ал 1 моляльдуу эритменин таза эриткичке салыштырмалуу **кайноо температурасынын жогорулашын** көрсөтөт.

• ***К*** - эриткичтин ***криоскопиялык*** (грек. kryos-муздак, Ф. Рауль) ***туруктуулугу,*** ал 1 моляльдуу эритменин таза эриткичке салыштырмалуу **тоңуу температурасынын төмөндөшүн** көрсөтөт.

Бул константалар эриткичтин жаратылышынан көз каранды. *Мисалы:* Е (H_2O)=0,516^{0}С; К (H_2O)=1,86^{0}С ; Е (C_6H_6)=2,57^{0}С ; К (C_6H_6)=5,12^{0}С

Эгерде моляльдык концентрациянын (5.2.9-формула) төмөндөгү маанисин :

$$c_{Мл} = \frac{m_1 \cdot 1000}{M \cdot m_2}$$

Жогорудагы 6.1.3 жана 6.1.4 формулаларга койсок, анда:

$$\Delta t_{тонуу} = \frac{K \cdot m_1 \cdot 1000}{M \cdot m_2} \qquad (6.1.5.)$$

$$\Delta t_{кайноо} = \frac{E \cdot m_1 \cdot 1000}{M \cdot m_2} \qquad (6.1.6.)$$

Мында: m_1 – эриген заттын массасы;
m_2 – эриткичтин массасы;
М – эриген заттын молярдык массасы;
$\Delta t_{тоңуу}$ – эритменин тоңуу температурасынын төмөндөшү;
$\Delta t_{кайноо}$ – эритменин кайноо температурасынын жогорулашы.

Заттардын молекулалык массаларын эритмелердин тоңуу температурасынын төмөндөшү жана кайноо температурасынын жогорулашы менен аныктоо ***криоскопиялык*** жана ***эбулископиялык*** деп аталат.

- **Эритменин осмостук басымы *Вант-Гоффтун (1886, Голландия) закону*** *менен аныкталат:* ***эриген зат газ абалында болуп эритменин көлөмүнө барабар көлөмдү ээлеп тургандыгын көрсөткөн басым осмостук басымга барабар:***

$$P_{осм.} = \frac{\nu \cdot R \cdot T}{V} = \frac{m \cdot R \cdot T}{M \cdot V} \quad \textbf{(6.1.7.)}$$

$$же \quad P_{осм.} = c \cdot R \cdot T(Па) = c_1 \cdot R \cdot T(кПа) \quad \textbf{(6.1.8.)}$$

Мында: $P_{осм.}$ – осмостук басым;
ν – эриген заттын саны;
V– эритменин көлөмү, $м^3$;
R – молярдык газ туруктуулугу, R=8,3144 дж/(моль·К);
Т – абсолюттук температура;
с – эритменин молярдык концентрациясы моль/$м^3$; (моль/л) .

Осмостук басымды аныктоо молекулалык массаны аныктоонун методдорунун бири болуп эсептелет.

132 - маселе. 100^0С да 10%-түү карбамиддин $CO(NH_2)_2$ эритмесинин үстүндөгү каныккан буусунун басымын эсептегиле.
Берилди: $\omega(CO(NH_2)_2) = 10\%$; $P_0 = 101{,}3кПа$;
Табуу керек: P – ?
Чыгарылышы: 1) Адегенде эриткичтин жана эриген заттын молдорун аныктап алабыз:

$$N(H_2O) = \frac{90г}{18г/моль} = 5моль$$

$$n[CO(NH_2)_2] = \frac{10г}{60г/моль} = 0{,}16моль$$

2) Раулдун 1- закону боюнча:

$$P = P_0 - P_0\frac{n}{N+n} = 101{,}3 - 101{,}3\frac{0{,}16}{5{,}16} = 101{,}3 - 3{,}14 = 98кПа$$

же $$P = P_0\frac{N}{N+n} = 101{,}3\cdot\frac{5}{5+0{,}16} = 98кПа$$

Жообу: 98кПа

133-маселе. 50^0Сда суунун буусунун басымы 12334Па га барабар. 900 г сууда эриген 50 г этиленгликолдон $C_2H_4(OH)_2$ турган эритменин буусунун басымын аныктагыла.

Берилди: $t = 50^0C$; $P_0 = 12334 = 1{,}23\cdot10^4\,Па$;

$m(H_2O) = 900г$; $m(C_2H_4(OH)_2) = 50г$;

Табуу керек: $P - ?$

Чыгарылышы: Эриткичтин жана эриген заттын санын эсептейбиз, б.а.

$$N(H_2O) = \frac{900г}{18г/моль} = 50моль;\quad n(C_2H_4(OH)_2) = \frac{50г}{62г/моль} = 0{,}8моль$$

$$P = P_0\cdot\frac{N}{N+n} = 1{,}23\cdot10^4\cdot\frac{50}{50+0{,}8} = 1{,}21\cdot10^4\ Па;$$

Жообу: $1{,}21\cdot10^4$Па

134 - маселе. 400г сууда 20г кант $C_{12}H_{22}O_{11}$ эритилген. Эритменин тоңуу температурасын эсептегиле.

Берилди: $m_1(C_{12}H_{22}O_{11}) = 20г$; $m_2(H_2O) = 400г$;

Табуу керек: $\Delta t_{тоңуу} - ?$

Чыгарылышы: *1 – ыкма:*

1) Эритменин моляльдык концентрациясын аныктайбыз, ал үчүн, адегенде:

400гH_2O ____________________ 20г $C_{12}H_{22}O_{11}$

1000гH_2O ____________________ хг $C_{12}H_{22}O_{11}$

х= 50г $C_{12}H_{22}O_{11}$

$$Смл = \frac{50}{342} = 0{,}146$$

же моляльдык концентрацияны 5.2.9. – формула аркылуу табабыз:

$$C_{Мл} = \frac{m_1 \cdot 1000}{M \cdot m_2} = \frac{20 \cdot 1000}{342 \cdot 400} = 0{,}146$$

2) $\Delta t_{тонуу} = K \cdot c_{Мл}$; $K(H_2O) = 1{,}86$ *анда*

$\Delta t_{тонуу} = 1{,}86 \cdot 0{,}146 = 0{,}27^0 C$;

$t_{тонуу} = 0 - 0{,}27^0C = - 0{,}27^0C$

2- ыкма: $\Delta t_{тонуу} = \frac{K \cdot m_1 \cdot 1000}{M \cdot m_2} = \frac{1{,}86 \cdot 20 \cdot 1000}{342 \cdot 400} = \frac{37200}{136800} = 0{,}27^0 C$

$t_{тонуу} = 0 - 0{,}27^0C = - 0{,}27^0C$

Жообу: $-0{,}27^0C$

135 - маселе. 9,2г глицеринден $C_3H_5(OH)_3$ жана 400г ацетондон CH_3COCH_3 турган аралашма $56{,}38^0C$ да кайнаары белгилүү. Таза ацетондун кайноо температурасы $56{,}0^0C$. Ацетондун эбулиоскопиялык константасын эсептегиле.

Берилди: $m_1(C_3H_5(OH)_3) = 9{,}2г; m_2(CH_3COCH_3) = 400г;$

$t_{кайноо}(аралашма) = 56{,}38^0C; t_{кайноо}(CH_3COCH_3) = 56{,}0^0C$;

$M(C_3H_5(OH)_3) = 92г/моль;$

Табуу керек: $E - ?$

Чыгарылышы: $\Delta t_{кайноо} = 56{,}38 - 56{,}0 = 0{,}38$

$$\Delta t_{кайноо} = \frac{E \cdot 1000 \cdot m_1}{M \cdot m_2} \Rightarrow E = \frac{\Delta t_{кайноо} \cdot M \cdot m_2}{1000 \cdot m_1} = \frac{0{,}38 \cdot 92 \cdot 400}{1000 \cdot 9{,}2} = \frac{13984}{9200} = 1{,}52^0 C$$

Жообу: $1{,}52^0C$

136 - маселе. 27^0C да 90,08г глюкоза эриген 4литр эритменин осмостук басымын аныктагыла.

Берилди: *T=300K; V(эритме)=4л=$4 \cdot 10^{-3}м^3$; $m(C_6H_{12}O_6)$=90,08г*

Табуу керек: $P_{осм.} - ?$

Чыгарылышы: $\nu(C_6H_{12}O_6) = \frac{90{,}08}{180} = 0{,}50 моль;$

$$P_{осм.} = \frac{\nu \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0{,}50 \cdot 8{,}31 \cdot 300}{4 \cdot 10^{-3}} = \frac{1247{,}6}{4 \cdot 10^{-3}} \approx 3{,}12 \cdot 10^5 Па;$$

Жообу: $3{,}12 \cdot 10^5 Па$

137 - маселе. 25^0C да 0,025М дуу эритменин осмостук басымын эсептегиле.

Берилди: $c_м = 0{,}025M$; $T = t^0 + 273K = 298K$;

R = 0,082л·атм/К·моль

Табуу керек: $P_{осм.}$ – ?

Чыгарылышы: Суюлтулган эритмелерде осмостук басым төмөндөгү формула менен аныкталат:

$$P_{осм.} = cRT; P_{осм.} = 0{,}025 \cdot 0{,}082 \cdot 298 = 0{,}61 атм.;$$

Жообу: 0,61атм.

138 - маселе. 0^0С да 600мл эритмеде 3,04г эриген дифениламини $(C_6H_5)_2NH$ бар эритменин осмостук басымы 510,7 мм.сым.мам. барабар. Дифениламиндин молекулалык массасын тапкыла.

Берилди: $V(эритме) = 600 мл = 0{,}6 л; m((C_6H_5)_2NH) = 3{,}04 г$;

$P = 510{,}7 мм.сым.мам.$

Табуу керек: $M((C_6H_5)_2NH)$ – ?

Чыгарылышы: 1) $P_{осм.} = \dfrac{m}{MV}RT \Rightarrow M = \dfrac{mRT}{P_{осм.} \cdot V}$;

$R = 0{,}082 л \cdot атм / К \cdot молго$ *барабар болсо, анда басымдын бирдигин атмосферага айландырып алабыз, б.а.*

760 мм.сым.мам. ——————— 1атм

510,7 мм.сым.мам. ——————— x атм

x= 0,67 атм

2) Табылган маанилерди формулага коюу менен молекулалык массаны аныктайбыз:

$$M = \frac{3{,}04 \cdot 0{,}082 \cdot 273}{0{,}67 \cdot 0{,}6} = \frac{68}{0{,}402} = 169 г / моль$$

демек, $M((C_6H_5)_2NH) = 169 г / моль$

Жообу: 169г/моль

139 - маселе. 0^0С да 1 л эритмеде 72г маннит эритилген. Эритменин осмостук басымы $9{,}00 \cdot 10^5$ Па га барабар. Эгерде манниттин составына кирген көмүртектин, суутектин жана кычкылтектин массалык үлүштөрү 39,56%, 7,69% жана 52,75% ке барабар болсо, анда анын формуласын тапкыла.

Берилди:

$V(эритме) = 1 л = 1 \cdot 10^{-3} м^3; m(маннит) = 72 г; P_{осм.} = 9{,}00 \cdot 10^5 Па$

$\omega(C) = 39{,}56\%; \omega(H) = 7{,}69\%; \omega(O) = 52{,}75\%;$

Табуу керек: $C_xH_yO_z - ?$

Чыгарылышы: *R = 8,31 ; T = 273K*

$$P_{осм.} = \frac{m}{MV}RT \Rightarrow \quad M = \frac{mRT}{P_{осм.} \cdot V} = \frac{72 \cdot 8{,}3144 \cdot 273}{9{,}00 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 181{,}58 \approx 182$$

Берилген массалык үлүштөрдүн негизинде спирттин эң жөнөкөй формуласын табабыз:

$$x : y : z = \frac{39{,}56}{12} = \frac{7{,}69}{1} = \frac{52{,}75}{16} = 3{,}3 : 7{,}69 : 3{,}3 = 1 : 2{,}33 : 1 = 3 : 7 : 3$$

Табылган маанилерди эки эселентип, алты атомдуу спирт – манниттин $C_6H_8(OH)_6$ формуласын алабыз.

Жообу: $C_6H_8(OH)_6$

140 - маселе. 10^0Сда 3 л эритменин осмостук басымы $1{,}2 \cdot 10^5$ на барабар. Бул эритменин молярдык концентрациясы кандай?

Берилди: $t = 10^0 C; V(эритме) = 3л;\ P_{осм.} = 1{,}2 \cdot 10^5 Па = 120кПа$

Табуу керек: $c - ?$

Чыгарылышы: $T = t + 273K = 283K; R = 8{,}3144 Дж/(моль \cdot K)$

$$P_{осм.} = c \cdot R \cdot T \Rightarrow \quad c = \frac{P_{осм.}}{RT} = \frac{120}{8{,}3144 \cdot 283} = \frac{120}{2353} = 0{,}05 моль/л$$

Жообу: 0,05 моль/л

6.2. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Электролит эмес заттардын эритмелери үчүн Раулдун законДорун түшүндүргүлө.

2. 20^0С да 1л эритмедеги 3,2г электролит эместин заттын осмостук басымы $2{,}42\cdot10^5$Па га барабар. Электролит эместин молекулалык массасын эсептегиле. *(Жообу: 32,2)*

3. 30^0Сда эфирдин буусунун басымы $8{,}64\cdot10^4$Па га барабар. Берилген температурада буунун басымын 2666Пага төмөндөтүү үчүн 50 моль эфирде электролит эместин кандай санын эритүү керек? *(Жообу: 1,6 моль)*

4. 1 литринде 18,4г глицерини $C_3H_8O_3$ бар эритменин осмостук басымын аныктагыла. *(Жообу: $4{,}54\cdot10^5$Па)*

5. Массалык үлүшү 10% ке барабар болгон глюкозанын суудагы эритмесинин $\Delta t_{кайноо}$ аныктагыла. *(Жообу:100,32^{0}С)*

6. 1,05г электролит эместин 30г суудагы эритмеси - $0{,}7^0$С да тоңот. Электролит эместин молекулалык массасын аныктагыла. *(Жообу:92,5)*

7. 15^0С дагы 25%-түү канттын эритмесинин (р=1,105) осмостук басымын аныктагыла. *(Жообу: 1930кПа)*

8. 38^0С дагы 0,25М дуу канттын эритмесинин осмостук басымын аныктагыла. *(Жообу: 646кПа)*

9. 10% түү глицериндин $C_3H_8O_3$ суудагы эритмесинин кристаллдашуу температурасын эсептегиле. *(Жообу: -2,25^{0}С)*

7-БӨЛҮМ

ЭЛЕКТРОЛИТТЕРДИН ЭРИТМЕЛЕРИНИН КАСИЕТТЕРИ

7.1. Электролиттердин эритмелери үчүн Раулдун, Вант - Гоффтун закондорунун колдонулушу

Электролит эмес заттардын эритмелери үчүн колдонулган Раулдун, Вант-Гоффтун закондорун электролиттердин эритмелери үчүн колдонгондо алардын ортосунда айырмачылыктар келип чыккан. Бул айырмачылыктарды ***С. Аррениус*** өзүнүн ***электролиттик диссоциация теориясынын*** негизинде түшүндүргөн. Атап айтканда, электролиттердин иондорго ажырашынын эсебинен эритмеде жалпы бөлүкчөлөрдүн саны көбөйгөндүктөн, эритменин осмостук басымынын жогорулашы, тоңуу температурасынын төмөндөшү, кайноо температурасынын жогорулашы байкалган жана электролиттердин электр тогун эң жакшы өткөрө тургандыгы белгилүү болгон.

Ошондуктан электролиттердин эритмелери үчүн Раулдун, Вант-Гоффтун закондорун колдонууда кошумча ***изотоникалык коэффициент*** i (түзөтүү коэффициенти) колдонулат.

- ***Изотоникалык коэффициент*** i электролиттердин осмостук басымы, буусунун басымынын азайышы, тоңуу температурасынын төмөндөшү, кайноо температурасынын жогорулашы электролит эмес заттардын ушундай эле маанилеринен канчалык чоң экендигин көрсөтөт.

❑ ***Эриткичтин буусунун басымынын азайышы б.а. электролиттер үчүн Раулдун 1- закону*** төмөндөгү формула менен туюнтулат:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = i\frac{n}{N + n} \qquad \textbf{(7.1.1.)}$$

$$i = \frac{(P_0 - P)\cdot(N + n)}{P_0 \cdot n} \qquad \textbf{(7.1.2.)}$$

❑ *Электролиттер үчүн* ***Раулдун 2 - законунун*** *туюнтулушу:*

$$\Delta t_{кайноо} = i \cdot E \cdot c_{Мл} \qquad (7.1.3.)$$

же $$\Delta t_{кайноо} = i\frac{E \cdot 1000 \cdot m_1}{M \cdot m_2} \qquad (7.1.4.)$$

$$\Delta t_{тонуу} = i \cdot K \cdot c_{Мл} \qquad (7.1.5.)$$

же $$\Delta t_{тонуу} = i\frac{K \cdot 1000 \cdot m_1}{M \cdot m_2} \qquad (7.1.6.)$$

❑ ***Эгерде электролиттердин эритмелери*** үчүн ***изотоникалык коэффициентти эске алсак***, анда ***осмостук басым*** төмөндөгү формула менен туюнтулат:

$$P_{осм.} = i\frac{\nu \cdot RT}{V} \qquad (7.1.7.)$$

$$i = \frac{P_{осм.} \cdot V}{\nu \cdot RT} \qquad (7.1.8.)$$

141 - маселе. 90^0Сда 66,6г кальций хлоридинин 90г суудагы эритмесинин үстүндөгү суу буусунун басымы 56690Па га барабар. Ушул эле температурада суу буусунун басымы 70101Па га барабар болсо, изотоникалык коэффициентти тапкыла.

Берилди:

$m(CaCI_2) = 66,6г;\quad m(H_2O) = 90г;\quad P_0 = 70101Па;\quad P = 56690Па$

Табуу керек: $i - ?$

Чыгарылышы: $M(CaCI_2) = 111г/моль;\quad M(H_2O) = 18г/моль$

Раулдун 1-закону боюнча:

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = i\frac{n}{N+n} \Rightarrow \quad i = \frac{(P_0 - P)\cdot(N+n)}{P_0 \cdot n}$$

бул үчүн,

$$n(CaCI_2) = \frac{66,6г}{111г/моль} = 0,6моль;\quad N(H_2O) = \frac{90г}{18г/моль} = 5моль;$$

формуланын ордуна койгондо:

$$i = \frac{(70101 - 56690)\cdot(5+0,6)}{70101 \cdot 0,6} = 1,78$$

Жообу: 1,78

142 - маселе. 50г сууда эриген 16,05г $Ba(NO_3)_2$ $100,122^0C$ да кайнаары белгилүү. Бул эритменин изотоникалык коэффициентин тапкыла.

Берилди: $m(H_2O) = 50г;\ m(Ba(NO_3)_2) = 16,05г;\ t_{кайноо} = 100,122^0 C$

Табуу керек: $i - ?$

Чыгарылышы: $M(Ba(NO_3)_2) = 261г/моль;\ \ E(H_2O) = 0,516^0 C$

$$\Delta t_{кайноо} = 100,122 - 100 = 0,122;\ \ \Delta t_{кайноо} = 0,122$$

$$\Delta t_{кайноо} = i\frac{E \cdot 1000 \cdot g}{M \cdot G};$$

$$i = \frac{\Delta t_{кайноо} \cdot G \cdot M}{E \cdot 1000 \cdot g} = \frac{0,122 \cdot 50 \cdot 261}{0,516 \cdot 1000 \cdot 16,05} = \frac{15921}{8281,8} = 1,92$$

Жообу: 1,92

143 - маселе. 0,2н натрийдин гидроксидинин изотоникалык коэффициенти 1,8ге барабар.10^0C да бул эритменин осмостук басымын эсептегиле.

Берилди: c_H (NaOH)=0,2н **;** i (NaOH) =1,8 **;** $t = 10^0 C$

Табуу керек: $P_{осм.} - ?$

Чыгарылышы:

$R = 8,31;\ \ T = t^0 + 273K = 283K$ **;** $M(NaOH) = 40г/моль$

Электролиттердин эритмелери үчүн осмостук басым төмөндөгү формула менен туюнтулат:

$$P_{осм.} = i\frac{\nu RT}{V};$$

1) Адегенде 0,2н NaOH тын массасын эсептейбиз:

$$m = c_н \cdot Э \cdot V = 0,2 \cdot 40 \cdot 1 = 8г$$

2) Бул NaOH тын массасы 0,2 молду түзөт, б.а.

$$\nu(NaOH) = \frac{8г}{40г/моль} = 0,2моль$$

3) $P_{осм.} = 1,8 \cdot \frac{0,2 \cdot 8,31 \cdot 283}{1 \cdot 10^{-3}} = \frac{846,62}{1 \cdot 10^{-3}} = \frac{8,47 \cdot 10^2}{1 \cdot 10^{-3}} = 8,47 \cdot 10^5 Па$

Жообу: $8,47 \cdot 10^5$Па

7.2. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Электролит эмес заттардын эритмелери үчүн Раулдун 1-2-закондорун түшүндүргүлө.

2. 20^0C да 1л эритмедеги 3,2г электролит эместин заттын осмостук басымы $2{,}42\cdot10^5$Па га барабар. Электролит эместин молекулалык массасын эсептегиле. *(Жообу: 32,2)*

3. 30^0Cда эфирдин буусунун басымы $8{,}64\cdot10^4$Па га барабар. Берилген температурада буунун басымын 2666Пага төмөндөтүү үчүн 50 моль эфирде электролит эместин кандай санын эритүү керек? *(Жообу: 1,6 моль)*

4. 1 литринде 18,4г глицерини $C_3H_8O_3$ бар эритменин осмостук басымын аныктагыла. *(Жообу: $4{,}54\cdot10^5$Па)*

5. Массалык үлүшү 10% ке барабар болгон глюкозанын суудагы эритмесинин $\Delta t_{кайноо}$ аныктагыла. *(Жообу:$100{,}32^0C$)*

6. 1,05г электролит эместин 30г суудагы эритмеси - $0{,}7^0C$ да тоңот. Электролит эместин молекулалык массасын аныктагыла. *(Жообу:92,5)*

7. 15^0C дагы 25%-түү канттын эритмесинин (р=1,105) осмостук басымын аныктагыла. *(Жообу: 1930кПа)*

8. 38^0C дагы 0,25М дуу канттын эритмесинин осмостук басымын аныктагыла. *(Жообу: 646кПа)*

9. 10% түү глицериндин $C_3H_8O_3$ суудагы эритмесинин кристаллдашуу температурасын эсептегиле. *(Жообу: $-2{,}25^0C$)*

7.3. Начар электролиттер.
Диссоциация даражасы жана константасы.
Оствальддын закону

Электролиттер сууда же уюлдуу молекулалардан турган эриткичтерде эригенде диссоциацияга дуушар болушат. Электролиттердин бардыгы бирдей даражада иондорго ажырабайт.

Иондорго ажыраган молекулалардын санынын эриген молекулалардын жалпы санына болгон катышы ***диссоциация даражасы*** деп аталат.

$$\alpha = \frac{n}{N} \cdot 100\% \qquad \textbf{(7.3.1.)}$$

мында n *– иондорго ажыраган молекулалардын саны;*

N *– эриген молекулалардын жалпы саны.*

Диссоциация даражасынын чоңдугу боюнча электролиттер *күчтүү* жана *начар* болуп бөлүнүшөт. Күчтүү электролиттер (HNO_3, HCI, H_2SO_4, NaOH, KOH) иондорго толугу менен ажырашат. Ал эми эритмеде иондорго толук ажырабаган электролиттер начар электролиттер (NH_4OH, CH_3COOH, HCN) деп аталат. Электролитти канчалык суюлтсак, ошончолук диссоциация даражасы жогорулайт.

Диссоциация даражасы менен изотоникалык коэффициенттин ортосунда төмөндөгүдөй байланыш бар:

$$\alpha = \frac{i-1}{n-1} \qquad \textbf{(7.3.2.)}$$

Электролиттик диссоциация кайталанма процесс, ошондуктан диссоциация константасы деп аталган түшүнүк киргизилген.

Начар электролиттердин ***диссоциациясынын константасы*** деп, диссоциация процессинин тең салмактуулугунун константасы аталат.

Мисалы, $NH_4OH \Leftrightarrow NH_4^+ + OH^-$

$$K_{NH_4OH} = \frac{[NH_4^+]\cdot[OH^-]}{[NH_4OH]} = 1{,}76\cdot 10^{-5}$$

Көп негиздүү кислоталар баскычтуу иондорго ажырагандыктан, алардын диссоциация константаларын төмөндөгүдөй жазабыз:

1-баскыч: $H_2S \Leftrightarrow H^+ + HS^-$;

$$K_1 = \frac{[H^+]\cdot[HS^-]}{[H_2S]} = 8{,}9\cdot 10^{-8}$$

2-баскыч: $HS^- \Leftrightarrow H^+ + S^{2-}$; $K_2 = \frac{[H^+]\cdot[S^{2-}]}{[HS^-]} = 1{,}3\cdot 10^{-13}$

Диссоциация даражасы, диссоциация константасы жана эритменин концентрациясы математикалык жактан ***В.Оствальддын*** *(1888, Германия)* ***суюлтуу законунун*** теңдемеси менен туюнтулат:

$$K = \frac{\alpha^2}{1-\alpha}\cdot c \qquad \textbf{(7.3.3.)}$$

мында $\alpha -$ *диссоциация даражасы;*

$c -$ *электролиттин молярдык концентрациясы (моль/л).*

Өтө начар суюлтулган электролиттер үчүн (α=1) ***Оствальддын суюлтуу законунун*** теңдемеси төмөндөгүдөй түргө келет:

$$K = \alpha^2\cdot c \qquad \textbf{(7.3.4.)}$$

$$\alpha = \sqrt{K/c} \qquad \textbf{(7.3.5.)}$$

Кислоталардын диссоциациясы менен байланышкан эсептөөлөрдө көпчүлүк учурда диссоциация константасы K нын ордуна диссоциация константасынын көрсөткүчү pK колдонулат:

$$pK = -lgK \qquad \textbf{(7.2.6.)}$$

Диссоциация константасы K өсүү менен кислотанын күчү көбөйөт, pK нын мааниси азаят;

андыктан pK канчалык чоң болсо, кислота ошончолук начар болот.

Электролиттердин эритмесиндеги иондордун концентрациясы *($c_{ион}$)* электролиттин молярдык концентрациясынан *(c)* жана анын диссоциация даражасынан *(α)* көз каранды, б.а.

$c_{ион} = c \cdot \alpha$ (7.2.7.); мында $\alpha = \sqrt{K/c}$ болсо,

$$c_{ион} = c \cdot \sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{\frac{c^2 \cdot K}{c}} = \sqrt{K \cdot c} \quad \textbf{(7.2.7.)}$$

144 - маселе. 0,25н NH_4OHтын эритмесинин диссоциация даражасын тапкыла. $K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$

Берилди: $c_н(NH_4OH) = 0{,}25н;\ K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$

Табуу керек: $\alpha - ?$

Чыгарылышы: $0{,}25нNH_4OH = 0{,}25MNH_4OH$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{\frac{1{,}76 \cdot 10^{-5}}{0{,}25}} = \sqrt{0{,}704 \cdot 10^{-4}} = 0{,}84 \cdot 10^{-2} \text{ же } 0{,}84\%$$

Жообу: 0,84%

145 - маселе. 2М;1М дуу уксус кислотасынын эритмесиндеги суутек иондорунун концентрациясын тапкыла.

Берилди: $c_M(CH_3COOH) = 2M;\ c_M(CH_3COOH) = 1M;$

Табуу керек: $c_{H^+} - ?$

Чыгарылышы: №2 - таблицадан $K_{CH_3COOH} = 1{,}7 \cdot 10^{-5}$ табабыз.

$c_{H^+} = \sqrt{K_{CH_3COOH} \cdot c}$ а) $c_{H^+} = \sqrt{1{,}7 \cdot 10^{-5} \cdot 2} = 0{,}58 \cdot 10^{-2}$; б)

$c_{H^+} = \sqrt{1{,}7 \cdot 10^{-5} \cdot 1} = \sqrt{0{,}17 \cdot 10^{-4}} = 0{,}41 \cdot 10^{-2}$

Жообу: а) 0,58·10^{-2}; б) 0,41·10^{-2};

146 - маселе. 0,2М; 0,1М; 0,005Мдуу кумурска кислотасынын эритмелериндеги суутек иондорунун концентрациясын тапкыла.

Берилди: $c_M(HCOOH) = 0{,}2M;\ c_M(HCOOH) = 0{,}1M;$ $c_M(HCOOH) = 0{,}005M;$

Табуу керек: $c_{H^+} - ?$

Чыгарылышы: №2-таблицадан $K_{HCOOH} = 1{,}8 \cdot 10^{-4}$ табабыз, c_{H^+} иондорунун концентрациясын төмөндөгү формула менен аныктайбыз:

$$а)c_{H^+} = \sqrt{K_{HCOOH} \cdot c} = \sqrt{1{,}8 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}2} = 0{,}6 \cdot 10^{-2}\, моль/л;$$

$$б)c_{H^+} = \sqrt{K_{HCOOH} \cdot c} = \sqrt{1{,}8 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}1} = 0{,}42 \cdot 10^{-2}\, моль/л;$$

$$в)c_{H^+} = \sqrt{K_{HCOOH} \cdot c} = \sqrt{1{,}8 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}005} = 0{,}09 \cdot 10^{-2}\, моль/л$$

Жообу: $0{,}6 \cdot 10^{-2}$; $0{,}42 \cdot 10^{-2}$; $0{,}09 \cdot 10^{-2}$

147 - маселе. Май кислотасынын C_3H_7COOH диссоциация константасы $1{,}5 \cdot 10^{-5}$ барабар. 0,005М дуу эритмедеги анын диссоциация даражасын тапкыла.

Берилди: $K_{C_3H_7COOH} = 1{,}5 \cdot 10^{-5};\ c_M(C_3H_7COOH) = 0{,}005M;$

Табуу керек: $\alpha - ?$

Чыгарылышы: Май кислотасынын C_3H_7COOH диссоциация даражасын табабыз:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 10^{-5}}{0{,}005}} = \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{0{,}3 \cdot 10^{-2}} = 0{,}55 \cdot 10^{-1} = 0{,}055;$$

Жообу:0,055

148 - маселе. Азоттуу кислотанын HNO_2 диссоциация константасы $5{,}1 \cdot 10^{-4}$ барабар.0,01Мдуу эритмедеги HNO_2 нин диссоциация даражасын жана H^+ иондорунун концентрациясын тапкыла.

Берилди: $K_{HNO_2} = 5{,}1 \cdot 10^{-4};\ c(HNO_2) = 0{,}01M;$

Табуу керек: $\alpha(HNO_2) - ?;\ c_{H^+} - ?;$

Чыгарылышы:1) HNO_2 нин диссоциация даражасын табабыз: $\alpha(HNO_2) = \sqrt{\frac{K}{c}} = \sqrt{\frac{5{,}1 \cdot 10^{-4}}{0{,}01}} = \sqrt{5{,}1 \cdot 10^{-2}} = 2{,}26 \cdot 10^{-1} = 0{,}226$ же 22,6%

2) Эритмедеги H^+ иондорунун концентрациясы:

$$c_{H^+} = c \cdot \alpha = 0{,}01 \cdot 0{,}226 = 0{,}00226 = 2{,}26 \cdot 10^{-3}\, моль / л;$$

Жообу: 22,6%; $2{,}26 \cdot 10^{-3}$

149 – маселе: Көмүр кислотасынын бир баскычтуу диссоциациясы:

$$H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

0,005М дуу эритмедеги H^+ иондорунун концентрациясы $4{,}25 \cdot 10^{-5}$ моль/л ге барабар. 1- баскыч боюнча H_2CO_3 түн диссоциациясынын константасын аныктагыла.

Берилди: $c_M(H_2CO_3) = 0{,}005M$; $c_{H^+} = 4{,}25 \cdot 10^{-5}\, моль / л;$

Табуу керек: $K_1(H_2CO_3) - ?$

Чыгарылышы: $H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$

$$c_{ион} = c \cdot \alpha; \;\; \Rightarrow \;\; \alpha = \frac{c_{ион}}{c}$$

б.а. $\alpha = \frac{c_{H^+}}{c} = \frac{4{,}25 \cdot 10^{-5}}{0{,}005} = \frac{4{,}25 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-3}} = 0{,}85 \cdot 10^{-2} = 0{,}0085;$

Диссоциация константасы:

$$K_1(H_2CO_3) = \alpha^2 \cdot c = (0{,}0085)^2 \cdot 0{,}005 = 7{,}22 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 3{,}6 \cdot 10^{-7}$$

Жообу:$3{,}6 \cdot 10^{-7}$

150 - маселе. Эгерде $K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$*болсо,* анда 0,1н NH_4OHтын диссоциация даражасын жана OH^- иондорунун концентрациясын эсептегиле.

Берилди: $K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$; $c_н(NH_4OH) = 0{,}1н;$

Табуу керек: $\alpha(NH_4OH) - ?$; $c_{OH^-} - ?$

Чыгарылышы: 0,1н NH_4OH эритмесинин молярдык концентрациясы 0,1Мга барабар. Диссоциация константасынын жана концентрациянын маанилерин суюлтуу законунун теңдемесине коюу менен эсептөөнү жүргүзөбүз: $0{,}1нNH_4OH = 0{,}1MNH_4OH$

1) $\alpha = \sqrt{\dfrac{K}{c}} = \sqrt{\dfrac{1{,}76\cdot 10^{-5}}{0{,}1}} = \sqrt{1{,}76\cdot 10^{-4}} = 1{,}32\cdot 10^{-2} = 0{,}0132$ же $1{,}32\%$

2) $c_{OH^-} = c\cdot\alpha = 0{,}1\cdot 0{,}0132 = 0{,}00132 = 1{,}32\cdot 10^{-3}$ *моль / л;*

Жообу:1,32%; $1{,}32\cdot 10^{-3}$

151- маселе. 1Мдуу эритмедеги фосфор кислотасынын диссоциациясынын ар бир баскычы үчүн диссоциация даражасын эсептегиле жана баскычтан баскычты көздөй диссоциация даражасы канча эсе азая тургандыгын аныктагыла.

Берилди: $c_M(H_3PO_4) = 1M$; ***Табуу керек:*** $\alpha_1 - ?$; $\alpha_2 - ?$; $\alpha_3 - ?$;

Чыгарылышы: 1)H_3PO_4 түн баскычтуу диссоциациясынын теңдемеси:

$$H_3PO_4 \Leftrightarrow H^+ + H_2PO_4^-;\quad K_1 = 7{,}5\cdot 10^{-3};$$
$$H_2PO_4^- \Leftrightarrow H^+ + HPO_4^{2-};\quad K_2 = 6{,}3\cdot 10^{-8};$$
$$HPO_4^{2-} \Leftrightarrow H^+ + PO_4^{3-};\quad K_3 = 1{,}3\cdot 10^{-12};$$

Суюлтуу законунун кыскартылган теңдемесин колдонуу менен ар бир баскыч үчүн диссоциация даражасын эсептеп чыгарабыз: $\alpha_1 = \sqrt{\dfrac{K_1}{c}} = \sqrt{\dfrac{7{,}5\cdot 10^{-3}}{1}}$

$= \sqrt{0{,}75\cdot 10^{-2}} = 0{,}866\cdot 10^{-1} = 0{,}0866 = 8{,}67\%;$

$$\alpha_2 = \sqrt{\frac{K_2}{c}} = \sqrt{\frac{6{,}3\cdot 10^{-8}}{1}} = 2{,}51\cdot 10^{-4} = 0{,}000251 = 0{,}025\%;$$

$$\alpha_3 = \sqrt{\frac{K_3}{c}} = \sqrt{\frac{1{,}3\cdot 10^{-12}}{1}} = 1{,}14\cdot 10^{-6} = 0{,}00000114 = 0{,}00011\%;$$

$\alpha_1 >_2 > \alpha_3$; $8{,}67 > 0{,}025 > 0{,}00011$ *Жообу*$: 67 > 0{,}025 > 0{,}00011$

7.4. Күчтүү электролиттер. Иондордун активдүүлүгү

Күчтүү электролиттер суудагы эритмелеринде толугу менен иондорго ажырап кетишет. Күчтүү электролиттерге: туздардын көпчүлүгү, кислоталардан $HClO_4$, $HMnO_4$,HCl, HBr, HI, $HClO_3$, HNO_3, $HBrO_3$, H_2SO_4; негиздерден – щелочтуу жана щелочтуу жер металлдарынын гидроксиддери кирет.

Күчтүү электролиттерге массанын таасир этүү закону толук колдонулбайт.

Күчтүү электролиттер теориясынын негизинде активдүүлүк түшүнүгү киргизилген. Себеби иондордун ортосундагы өз ара тартылуу күчүнүн негизинде иондордун активдүүлүгү начарлайт. Натыйжада эритменин чыныгы концентрациясы аз болгонсуп көрүнөт.

Иондордун жана молекулалардын активдүүлүгү деп, алардын химиялык реакцияларда көрсөткөн чыныгы концентрациясын айтабыз.

Иондордун активдүүлүгү төмөндөгү теңдеме аркылуу туюнтулат:

$$a_{ион} = f \cdot c \qquad \textbf{(7.4.1.)}$$

а – иондордун активдүүлүгү;

f — активдүүлүктүн коэффициенти;

с – иондордун концентрациясы, (г-ион/л)

Иондун активдүүлүк коэффициенти f иондун зарядынан жана эритменин иондук күчүнөн I көз каранды.

Эритменин иондук күчү (I), ар бир иондордун концентрациялары менен квадратка көтөрүлгөн заряддарынын көбөйтүндүсүнүн суммаларынын жарымына барабар:

$$I = ½(c_1 \cdot z_1^2 + c_2 \cdot z_2^2 + c_n \cdot z_n^2) = ½\sum c_i \cdot z_i^2 \qquad \textbf{(7.4.2.)}$$

$c_1, c_2 ... c_n$ – иондордун концентрациялары;

$z_1, z_2 ... z_n$ – иондун заряды

Эгерде **I≤ 0,01** болсо, анда суюлтулган эритмелердеги иондун активдүүлүк коэффициенти ***Дебай–Хюккелдин (1923)*** формуласынын жардамы менен аныкталат:

$$\lg f = -0{,}5z^2\sqrt{I} \qquad \textbf{(7.4.3.)}$$

ал эми **I≤ 0,1** болсо, анда иондун активдүүлүк коэффициентин аныктоодо төмөндөгү формула колдонулат:

$$\lg f = \frac{-0{,}5\cdot z^2\sqrt{I}}{1+\sqrt{I}} \qquad \textbf{(7.4.4.)}$$

152 - маселе. 0,02М дуу темирдин (III) хлоридинин $FeCI_3$ эритмесинин иондук күчүн эсептегиле.

Берилди: $c_M(FeCI_3) = 0{,}02M$

Табуу керек: $I - ?$

Чыгарылышы: 1) Адегенде $FeCI_3$түн диссоциация теңдемесин жазып, андагы иондордун концентрациясын аныктап алабыз:

$$FeCI_3 \Leftrightarrow Fe^{3+} + 3CI^-$$

$[Fe^{3+}] = 0{,}02;\ [CI^-] = 3\cdot 0{,}02 = 0{,}06 г-ион/л;$ мында $z_{Fe^{3+}} = 3;\ z_{CI^-} = 1;$

2) Эми эритменин иондук күчүн эсептейбиз:

$$I = \frac{1}{2}\left(0{,}02\cdot 3^2 + 0{,}06\cdot 1^2\right) = 0{,}12$$

Жообу:0,12

153 - маселе. Төмөндөгү эритмелердин иондук күчүн жана иондордун активдүүлүгүн эсептегиле: а) 0,05М $AgNO_3$; б) $1{,}25\cdot10^{-3}$М $CaSO_4$; в) $2{,}5\cdot10^{-3}$М $MgCI_2$

Берилди: а)$c_м(AgNO_3) = 0{,}05М$;

б) $c_м(CaSO_4) = 1{,}25\cdot10^{-3}М$;

в) $c_м(MgCI_2) = 2{,}5\cdot10^{-3}М$

Табуу керек:

$$а) I_{AgNO_3} - ?;\ a_{Ag^+} = a_{NO_3^-} - ?;\quad б) I_{CaSO_4} - ?;\ a_{Ca^{2+}} = a_{SO_4^{2-}} - ?$$

$$в) I_{MgCI_2} - ?;\ a_{Mg^{2+}} - ?;\ a_{CI^-} - ?;$$

Чыгарылышы: а) 1) $AgNO_3 \Leftrightarrow Ag^+ + NO_3^-$

$$[Ag^+] = [NO_3^-] = 0{,}05(г-ион/л); \quad z_{Ag^+} = z_{NO_3^-} = 1$$

$$I_{AgNO_3^-} = \frac{1}{2}\left(0{,}05 \cdot 1^2 + 0{,}05 \cdot 1^2\right) = 5 \cdot 10^{-2};$$

2) Иондордун активдүүлүгүн $a_{ион} = f \cdot c$ аныктоодон мурун иондордун активдүүлүк коэффициенттерин f_{Ag^+}; $f_{NO_3^-}$ эсептеп алабыз. Активдүүлүк коэффициентин аныктоодо, I< 0,1 болгондуктан, төмөндөгү формуланы колдонобуз:

$$lgf_{Ag^+} = -\frac{0{,}5 \cdot z^2\sqrt{I}}{1+\sqrt{I}} = -\frac{0{,}5 \cdot 1\sqrt{0{,}05}}{1+\sqrt{0{,}05}} = -\frac{0{,}1118}{1{,}2236} = -0{,}0913;$$

$$lgf_{Ag^+} = -0{,}0913; \; lgf_{Ag^+} = \bar{1}{,}9087; \; f_{Ag^+} = 8{,}104 \cdot 10^{-1} = 0{,}8104$$

табылган f_{Ag^+} маанисинин негизинде иондордун активдүүлүгүн аныктайбыз:

$$a_{Ag^+} = 0{,}81 \cdot 0{,}05 = 0{,}0405 = 4 \cdot 10^{-2};$$

демек, $a_{Ag^+} = a_{NO_3^-} = 4 \cdot 10^{-2}$

б) $CaSO_4 \Leftrightarrow Ca^{2+} + SO_4^{2-}$

$$[Ca^{2+}] = [SO_4^-] = 1{,}25 \cdot 10^{-3} = 0{,}00125; \quad z_{Ca^{2+}} = z_{SO_4^{2-}} = 2$$

$$I_{CaSO_4} = \frac{1}{2}\left(1{,}25 \cdot 10^{-3} \cdot 2^2 + 1{,}25 \cdot 10^{-3} \cdot 2^2\right) = 5 \cdot 10^{-3} = 0{,}005;$$

мында I< 0,01 болгондуктан, иондун активдүүлүк коэффициентин аныктоодо төмөндөгү формула колдонулат:

$$lgf_{Ca^{2+}} = -0{,}5 \cdot z^2\sqrt{I} = -0{,}5 \cdot 2^2\sqrt{0{,}005} = -0{,}141;$$

$$lgf_{Ca^{2+}} = -0{,}141; \; lgf_{Ca^{2+}} = \bar{1}{,}859 = \bar{1}{,}86; \; f_{Ca^{2+}} = 7{,}24 \cdot 10^{-1} = 0{,}724;$$

$$a_{Ca^{2+}} = f_{Ca^{2+}} \cdot c = 0{,}724 \cdot 0{,}00125 = 0{,}00090$$

$$a_{Ca^{2+}} = a_{SO_4^{2-}} = 0{,}00090$$

в) $MgCI_2 \Leftrightarrow Mg^{2+} + 2CI^-$; $[Mg^{2+}] = 2{,}5\cdot10^{-3}$; $[CI^-] = 5\cdot10^{-3}$;

$$I_{MgCI_2} = \frac{1}{2}\left(2{,}5\cdot10^{-3}\cdot2^2 + 5\cdot10^{-3}\cdot1^2\right) = \frac{1}{2}\left(10\cdot10^{-3} + 5\cdot10^{-3}\right) = 7{,}5\cdot10^{-3} = 0{,}0075$$

$$I_{MgCI_2} = 0{,}0075 < 0{,}01$$

ошондуктан $Igf_{Mg^{2+}} = -0{,}5\cdot z^2\sqrt{I} = -0{,}5\cdot2^2\sqrt{0{,}0075} = -0{,}173$

$$Igf_{Mg^{2+}} = -0{,}173;$$

$$Igf_{Mg^{2+}} = \bar{1}{,}827;$$

$$f_{Mg^{2+}} = 6{,}71\cdot10^{-1} = 0{,}671;$$

$$a_{Mg^{2+}} = f_{Mg^{2+}}\cdot c = 0{,}671\cdot0{,}0025 = 0{,}001677 \approx 0{,}00167$$

$$Igf_{CI^-} = -0{,}5\cdot1^2\sqrt{0{,}0075} = -0{,}043$$

$Igf_{CI^-} = -0{,}043$; $Igf_{CI^-} = \bar{1}{,}957$; $f_{CI^-} = 9{,}05\cdot10^{-1} = 0{,}905$

ал эми $a_{CI^-} = f_{CI^-}\cdot[CI^-] = 0{,}905\cdot0{,}005 = 0{,}0045$

Жообу: $а)5\cdot10^{-2}; a_{Ag^+} = a_{NO_3^-} = 4\cdot10^{-2};$

$б)0{,}005; a_{Ca^{2+}} = a_{SO_4^{2-}} = 0{,}00090;$

$в)0{,}0075; a_{Mg^{2+}} = 0{,}00167; a_{CI^-} = 0{,}0045$

154 - маселе. а) 0,05М КОН; б) 0,02М Ba(OH)$_2$; в) 0,01М FeCI$_3$ түн эритмелериндеги иондордун активдүү концентрацияларын эсептегиле.

Берилди: $а)c_M(KOH) = 0{,}05M$; $б)c_M(Ba(OH)_2) = 0{,}02M$;

$в)c_M(FeCI_3) = 0{,}01M$;

Табуу керек: $а)a_{K^+} = a_{OH^-} - ?$; $б)a_{Ba^{2+}} - ?\, a_{OH^-} - ?$;

$в)a_{Fe^{3+}} - ?; a_{CI^-} - ?$;

Чыгарылышы: а) 1) 0,05М дуу КОН тын эритмесинин иондук күчүн аныктайбыз: $[K^+] = [OH^-] = 0{,}05$

$$I_{KOH} = \tfrac{1}{2}(0{,}05\cdot1^2 + 0{,}05\cdot1^2) = 0{,}05$$

2) Иондордун активдүүлүгүн эсептеп чыгарууда, справочниктерде берилген иондордун активдүүлүк коэффициенттеринин жакындаштырылган маанилерин да

колдонууга болот. №4-таблицадан иондук күчү 0,05ке барабар болгондогу бир заряддуу иондун активдүүлүк коэффициенти 0,85 ке барабар экендигин табабыз, б.а.

$$f_{K^+} = f_{OH^-} = 0{,}85$$

Анда иондордун активдүүлүгүн формула боюнча аныктайбыз:

$$a_{K^+} = f_{K^+} \cdot [K^+] = 0{,}85 \cdot 0{,}05 = 0{,}0425; \; a_{K^+} = a_{Cl^-} = 0{,}0425;$$

б) 1) $Ba(OH)_2 = Ba^{2+} + 2OH^-$; $[Ba^{2+}] = 0{,}02$; $[OH^-] = 0{,}04$

$$I_{Ba(OH)_2} = \frac{1}{2}(0{,}02 \cdot 2^2 + 0{,}04 \cdot 1^2) = 0{,}06$$

2) №4-таблицаны пайдалануу менен интерполяция методунун жардамы аркылуу Ba^{2+}жана OH^- иондорунун активдүүлүк коэффициенттерин аныктайбыз.

Эритменин табылган иондук күчү $(I = 0{,}06)$ 0,05 жана 0,1 маанилеринин ортосунда жайгашкан. Ошондуктан аталган иондук күчтөргө туура келген маанилерди табабыз, б.а.

$I_{Ba(OH)_2} = 0{,}05$ болгондо $f_{Ba^{2+}} = 0{,}55$; $f_{OH^-} = 0{,}85$;

Ал эми $I_{Ba(OH)_2} = 0{,}1$ болгондо $f_{Ba^{2+}} = 0{,}46$; $f_{OH^-} = 0{,}81$;

Активдүүлүк коэффициенттеринин айырмачылыктарын табабыз: $\Delta f_{Ba^{2+}} = 0{,}55 - 0{,}46 = 0{,}09$; $\Delta f_{OH^-} = 0{,}85 - 0{,}81 = 0{,}04$;

Иондук күчтөрдүн айырмачылыгы: $\Delta I = 0{,}06 - 0{,}05 = 0{,}01$

$x = \frac{0{,}01 \cdot 0{,}09}{0{,}05} = 0{,}018$ (Ba^{2+}); анда $f_{Ba^{2+}} = 0{,}55 - 0{,}018 = 0{,}532$;

Эми Ba^{2+} ионунун активдүүлүгүн аныктайбыз:

$$a_{Ba^{2+}} = f \cdot [Ba^{2+}] = 0{,}532 \cdot 0{,}02 = 0{,}01064$$

Ал эми OH^- иондорунун активдүү концентрациясын аныктоо үчүн, адегенде:

$x = \frac{0{,}01 \cdot 0{,}04}{0{,}05} = 0{,}008$ (OH^-) табабыз, анда

$$f_{OH^-} = 0{,}85 - 0{,}008 = 0{,}842$$

ошентип, $a_{OH^-} = f \cdot [OH^-] = 0{,}842 \cdot 0{,}04 = 0{,}03368$

в) $FeCI_3 \Leftrightarrow Fe^{3+} + 3CI^-$; $[Fe^{3+}] = 0{,}01$; $[CI^-] = 0{,}03$;

$$I_{FeCI_3} = \frac{1}{2}(0{,}01 \cdot 3^2 + 0{,}03 \cdot 1^2) = 0{,}06; \quad I_{FeCI_3} = 0{,}06$$

Эми №4- таблицаны пайдалануу менен иондордун активдүүлүк коэффициенттерин эсептеп чыгарабыз:

$I_{FeCI_3} = 0{,}05$ болгондо $f_{Fe^{3+}} = 0{,}32$; $f_{CI^-} = 0{,}85$;

$I_{FeCI_3} = 0{,}1$ болгондо $f_{Fe^{3+}} = 0{,}24$; $f_{CI^-} = 0{,}80$;

$$\Delta f_{CI^-} = 0{,}85 - 0{,}80 = 0{,}05;$$

$$\Delta f_{Fe^{3+}} = 0{,}32 - 0{,}24 = 0{,}08$$

$$\Delta I = 0{,}06 - 0{,}05 = 0{,}01$$

$$x = \frac{0{,}01 \cdot 0{,}05}{0{,}05} = 0{,}01 \ (CI^-); \qquad x = \frac{0{,}01 \cdot 0{,}08}{0{,}05} = 0{,}016 \ (Fe^{3+});$$

$$f_{CI^-} = 0{,}85 + 0{,}01 = 0{,}86; \quad f_{Fe^{3+}} = 0{,}32 + 0{,}016 = 0{,}336$$

Активдүүлүк концентрациялары:

$$a_{CI^-} = 0{,}03 \cdot 0{,}86 = 0{,}0258; \quad a_{Fe^{3+}} = 0{,}01 \cdot 0{,}336 = 0{,}00336;$$

Жообу: $а) a_{K^+} = a_{OH^-} = 0{,}0425$;

$б) a_{Ba^{2+}} = 0{,}01064$; $a_{OH^-} = 0{,}03368$;

$в) a_{CI^-} = 0{,}0258; a_{Fe^{3+}} = 0{,}00336$

155 - маселе. $1 \cdot 10^{-5}$M дуу $KAI(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ эритмесиндеги K^+, AI^{3+} жана SO_4^{2-} иондорунун активдүүлүгүн эсептегиле, мында алардын активдүүлүк коэффициенттери 1ге барабар.

Берилди: $c_M \ (KAI(SO_4)_2 \cdot 12H_2O) = 1 \cdot 10^{-5}$

Табуу керек: $a_{K^+} - ?$; $a_{AI^{3+}} - ?$; $a_{SO_4^{2-}} - ?$;

Чыгарылышы: Иондордун активдүүлүк концентрациясын эсептеп чыгарабыз: $a_{ион} = f \cdot c$ болсо, анда

$$a_{K^+} = 1 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 10^{-5}; \quad a_{AI^{3+}} = 1 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 10^{-5};$$

$$a_{SO_4^{2-}} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 1 = 2 \cdot 10^{-5}$$

Жообу: $a_{K^+} = a_{Al^{3+}} = 10^{-5}$; $a_{SO_4^{2-}} = 2\cdot 10^{-5}\,моль/л$;

156 - маселе. 0,01 моль/л кальцийдин нитратынын $Ca(NO_3)_2$ жана 0,01 моль/л кальцийдин хлоридинин $CaCl_2$ эритмесинин иондук күчүн эсептегиле.

Берилди: $c(Ca(NO_3)_2) = 0{,}01 моль/л$; $c(CaCl_2) = 0{,}01 моль/л$;

Табуу керек: $I - ?$

Чыгарылышы: $[Ca^{2+}] = 2\cdot 0{,}01 = 0{,}02$; $[NO_3^-] = 2\cdot 0{,}01 = 0{,}02$;

$[Cl^-] = 2\cdot 0{,}01 = 0{,}02$;

$$I = \frac{1}{2}(0{,}02\cdot 2^2 + 0{,}02\cdot 1^2 + 0{,}02\cdot 1^2) = 0{,}06$$

Жообу:0,06

7.5. Суунун иондук көбөйтүндүсү. Суутектик көрсөткүч pH

Суу начар электролит: $H_2O \Leftrightarrow H^+ + OH^-$,

анын диссоциация константасы: $$K = \frac{[H^+]\cdot[OH^-]}{[H_2O]} \qquad (7.5.1)$$

же $$K\cdot[H_2O] = [H^+]\cdot[OH^-] \qquad (7.5.2.)$$

Суудагы суутек жана гидроксид иондорунун концентрацияларынын көбөйтүндүсү суунун иондук көбөйтүндүсү K_{H_2O} деп аталат. 25^0C да суунун иондук көбөйтүндүсү 10^{-14} барабар, б.а.

$$K_{H_2O} = [H^+]\cdot[OH^-] = 10^{-7}\cdot 10^{-7} = 10^{-14} \qquad (7.5.3.)$$

нейтралдуу чөйрөдө $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ моль/л

кычкыл чөйрөдө $[H^+] > [OH^-] > 10^{-7}$ моль/л

щелочтуу чөйрөдө $[H^+] < [OH^-] < 10^{-7}$ моль/л

Терс даражалуу көрсөткүчтөрү бар сандарды колдонуудагы ыңгайсыздыктарды жоюу үчүн суутектин иондорунун концентрациясын *pH символу* менен белгиленген суутектик көрсөткүч аркылуу туюнтабыз.

Суутектик көрсөткүч pH деп, суутек иондорунун концентрациясынын терс белгиси менен алынган *ондук логарифми* аталат.

$pH = -Ig[H^+]$ (суутектик көрсөткүч) **(7.5.4.)**

$pOH = -Ig[OH^-]$ (гидроксиддик көрсөткүч) **(7.5.5.)**

Жогорудагы маанилерди 7.4.4. формулага коюу менен, *pH тын* сандык маанилерин табабыз.

нейтралддуу чөйрө pH = 7
кычкыл чөйрө pH < 7
щелочтуу чөйрө pH >7

- **Күчтүү кислоталардын pH эсептөө.** Күчтүү кислоталардын эритмелеринде H^+ иондорунун чыныгы концентрациясы кислотанын концентрациясына барабар: $c_{H^+} = c_{кисл.}$

Ал эми активдүү концентрациясы:

$$c^a_{H^+} = c_{H^+} \cdot f = c_{кисл.} \cdot f \qquad \textbf{(7.5.6.)}$$

мындан $Igc^a_{H^+} = Igc_{кисл.} + Igf$ андыктан,

$$pH = -(Igc_{кисл.} + Igf) \qquad \textbf{(7.5.7.)}$$

- **Күчтүү негиздердин pH эсептөө.** Күчтүү негиздердин эритмелеринде OH^- иондорунун концентрациясы негиздердин концентрациясына барабар:

$$c_{OH^-} = c_{негиз}; \quad c_{H^+} \cdot c_{OH^-} = 10^{-14}$$

$$c_{H^+} = \frac{10^{-14}}{c_{OH^-}} = \frac{10^{-14}}{c_{негиз}} \qquad \textbf{(7.5.8)}$$

c_{H^+} негиздердин эритмесинде өтө аз болгондуктан, эсептөөлөрдө активдүүлүк коэффиценти эске алынбайт, анда $pH = -(Ig10^{-14} - Igc_{негиз}) = 14 + Igc_{негиз}$ **(7.5.9.)**

- **Начар негиз жана начар кислоталардын pH эсептөө.**

Начар кислоталардын жана негиздердин pH эсептөө эритменин концентрациясынын жана электролиттин диссоциация константасынын негизинде жүргүзүлөт.

Мисалы, начар кислота үчүн : $HA \Leftrightarrow H^+ + A^-$

$$K_{HA^-} = \frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]};$$

мында бир негиздүү начар кислоталарда: $[H^+] = [A^-]$,

ал эми $[HA] = c_{HA} - [H^+] = c_{HA} - [A^-]$;

ордуна койсок : $K_{HA} = \frac{[H^+]^2}{c_{HA} - [H^+]}$; $c_{HA} - [H^+] = c_{HA}$;

анда $K_{HA} = \frac{[H^+]^2}{c_{HA}}$; мындан $H^+ = \sqrt{K_{HA} \cdot c_{HA}}$ же $pH = -Ig[H^+]$

логарифмалаганда: $-Ig[H^+] = \frac{1}{2}\left(-IgK_{HA} - Igc_{HA}\right)$

$-Ig[H^+] = pH; \ -IgK_{HA} = pK_{HA}$ болгондуктан,

$$\boldsymbol{pH = \frac{1}{2} pK_{HA} - \frac{1}{2} Igc_{HA}} \qquad \textbf{(7.5.10.)}$$

ушул теңдеме менен начар кислоталардын pH эсептөөгө болот.

Ал эми *начар негиз* үчүн, мисалы, $NH_4OH = NH_4^+ + OH^-$

$$K_{NH_4OH} = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_4OH]} \qquad \textbf{(7.5.11)}$$

мында $[NH_4^+] = [OH^-]; \ NH_4OH = c_{NH_4OH} - [OH^-]$;

$[NH_4OH] = c_{NH_4OH}$;

Бул маанилерди (7.4.11)- теңдемеге коёбуз, анда

$$\boldsymbol{K_{NH_4OH} = \frac{[OH^-]^2}{c_{NH_4OH} - [OH^-]}} \qquad \textbf{(7.5.12.)}$$

$c_{NH_4OH} - [OH^-] = c_{NH_4OH}$; анда

$$\boldsymbol{K_{NH_4OH} = \frac{[OH^-]^2}{c_{NH_4OH}}} \qquad \textbf{(7.5.13.)}$$

Мындан $[OH^-] = \sqrt{K_{NH_4OH} \cdot c_{NH_4OH}}$ **(7.5.14.)**

логарифмалоо менен:

$$\boldsymbol{-Ig[OH^-] = \frac{1}{2}\left(-IgK_{NH_4OH} - Igc_{NH_4OH}\right)} \qquad \textbf{(7.5.15.)}$$

$-Ig[OH^-] = pOH$;

$-IgK_{NH_4OH} = pK_{NH_4OH}$

анда (7.4.15.) формула төмөндөгүдөй түргө келет:

$$\boldsymbol{pOH = \frac{1}{2} pK_{NH_4OH} - \frac{1}{2} Igc_{NH_4OH}} \qquad \textbf{(7.5.16.)}$$

ал эми pH тын мааниси суунун иондук көбөйтүндүсүнүн негизинде алынат:

$$pH = 14 - \frac{1}{2}pK_{NH_4OH} + \frac{1}{2}lgc_{NH_4OH} \quad \textbf{(7.5.17.)}$$

же кыскача: $$pH = 14 - pOH \quad \textbf{(7.5.18.)}$$

157 - маселе. Эгерде суутек H^+ иондорунун концентрациясы (моль/л): а) 10^{-7}; б) $2{\cdot}10^{-3}$; в) $5{\cdot}10^{-9}$ барабар болсо, OH^- иондорунун концентрациясын тапкыла.

Берилди: $a)[H^+] = 10^{-7}$; $б)[H^+] = 2\cdot 10^{-3}$; $в)[H^+] = 5\cdot 10^{-9}$

Табуу керек: $[OH^-] - ?$

Чыгарылышы: Суунун иондук көбөйтүндүсү:

$$[H^+]\cdot[OH^-] = K_{H_2O} = 10^{-14}$$

мында: $[OH^-] = \frac{K_{H_2O}}{[H^+]}$; а) $[OH^-] = \frac{K_{H_2O}}{[H^+]} = \frac{1\cdot 10^{-14}}{10^{-7}} = 10^{-7}\,моль/л$;

б) $[OH^-] = \frac{1\cdot 10^{-14}}{2\cdot 10^{-3}} = 0{,}5\cdot 10^{-11}\,моль/л$ же $5\cdot 10^{-12}\,моль/л$

в) $[OH^-] = \frac{1\cdot 10^{-14}}{5\cdot 10^{-9}} = 0{,}2\cdot 10^{-5}\,моль/л = 2\cdot 10^{-6}\,моль/л$

Жообу: а) 10^{-7}; б)$5{\cdot}10^{-12}$; в) $2{\cdot}10^{-6}$

158 - маселе. Эгерде суутек иондорунун H^+ концентрациясы (моль/л):
а) $2\cdot 10^{-7}$; б) $8{,}1\cdot 10^{-3}$; в) $2{,}7{\cdot}10^{-10}$ белгилүү болсо, анда эритменин pH эсептегиле.

Берилди: $a)[H^+] = 2\cdot 10^{-7}$; $б)[H^+] = 8{,}1\cdot 10^{-3}$; $в)[H^+] = 2{,}7\cdot 10^{-10}$

Табуу керек: $pH - ?$

Чыгарылышы: $a)pH = -lg[H^+] = -lg2\cdot 10^{-7} = -(lg2 + lg10^{-7}) = 6{,}70$

$$б)pH = -lg[H^+] = -lg8{,}1\cdot 10^{-3} = -(lg8{,}1 + lg10^{-3}) = 2{,}09$$

$$в)pH = -lg[H^+] = -lg2{,}7\cdot 10^{-10} = -(lg2{,}7 + lg10^{-10}) = 9{,}57$$

Жообу: 6,70; 2,09; 9,57

159 - маселе. Төмөндөгү начар электролиттердин эритмелеринин pH эсептегиле: а) 0,02M NH_4OH ; б) 0,1M HCN
в) 0,05н HCOOH; г) 0,01M CH_3COOH.

Берилди: $a)c_M(NH_4OH) = 0{,}02M$; $б)c_M(HCN) = 0{,}1M$;

$$в)c_M(HCOOH) = 0{,}05н; \quad г)c_M(CH_3COOH) = 0{,}01M$$

Табуу керек: $pH - ?$

Чыгарылышы: $а)NH_4OH \Leftrightarrow NH_4^- + OH^-;$

$$K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5};\ c_{NH_4OH} = 0{,}02 = 2 \cdot 10^{-2}\ моль/л;$$

$$[NH_4^+] = [OH^-];\ [NH_4OH] = c_{NH_4OH}$$

$$K_{NH_4OH} = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{[OH^-]^2}{c_{NH_4OH}}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_{NH_4OH} \cdot c_{NH_4OH}} = \sqrt{1{,}76 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = \sqrt{0{,}35 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= 0{,}59 \cdot 10^{-3} \approx 0{,}6 \cdot 10^{-3}$$

$$pOH = -lg[OH^-] = -lg0{,}6 \cdot 10^{-3} = -(lg6 + lg10^{-4}) = 3{,}22$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 3{,}22 = 10{,}78$$

$$б)HCN \Leftrightarrow H^+ + CN^-$$

начар кислоталар үчүн: $c_{H^+} = \sqrt{K \cdot c_{кисл.}}$

мындан $lgc_{H^+} = \frac{1}{2}lgK + \frac{1}{2}lgc_{кисл.}$

$$pH = -\left(\frac{1}{2}lgK + \frac{1}{2}lgc_{кисл.}\right) = -\frac{1}{2}lgK - \frac{1}{2}lgc_{кисл.}$$

№2 - таблица боюнча $K_{HCN} = 7{,}9 \cdot 10^{-10}$

$$pH = -(\frac{1}{2}lg7{,}9 \cdot 10^{10} + \frac{1}{2}lg0{,}1) = \frac{1}{2}(10 - 0{,}8976) + \frac{1}{2} \cdot 1 = 4{,}55 + 0{,}5 = 5{,}05$$

$$в)HCOOH \Leftrightarrow H^+ + HCOO^-$$

$$K_{HCOOH} = 1{,}8 \cdot 10^{-4};\ c_{HCOOH} = 0{,}05;$$

$$pH = -\left(\frac{1}{2}lgK + \frac{1}{2}lgc_{кисл}\right) = -\frac{1}{2}lg1{,}8 \cdot 10^{-4} - \frac{1}{2}lg0{,}05 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot (4 - 0{,}2553) - \frac{1}{2} \cdot \bar{2}{,}6990 = 1{,}87 + 0{,}6505 = 2{,}5205$$

$$г)CH_3COOH \Leftrightarrow H^+ + CH_3COO^-;$$

$$K_{CH_3COOH} = 1{,}75 \cdot 10^{-5};\ c_{CH_3COOH} = 0{,}01$$

$$pH = -\frac{1}{2}lgK - \frac{1}{2}lgc_{кисл.} = -\frac{1}{2}lg1{,}75 \cdot 10^{-5} - \frac{1}{2}lg0{,}01 = +\frac{1}{2} \cdot 4{,}75 +$$

$$+\frac{1}{2} \cdot 2 = 2{,}37 + 1 = 3{,}37$$

Жообу: а) 10,78; б) 5,05; в) 2,52; г) 3,37

160 - маселе. 0,05%-түү азот кислотасынын эритмесинин pH аныктагыла. HNO_3 түн эритмесинин тыгыздыгын жана диссоциация даражасын 1ге барабар деп эсептегиле.

Берилди: $\omega(HNO_3) = 0{,}05\%$; *Табуу керек:* $pH - ?$

Чыгарылышы: 1) Эритменин проценттик концентрациясын молярдык концентрацияга айландырабыз:

100г эритмеде ———————— 0,05г HNO_3

1000г эритмеде ———————— х г HNO_3

$$x = \frac{1000 \cdot 0{,}05}{100} = 0{,}5 г HNO_3$$

2) 63г HNO_3 ———————— 1М

0,5г HNO_3 ———————— хМ

$$x = \frac{0{,}5 \cdot 1}{63} = 0{,}0079M$$

же $7{,}9 \cdot 10^{-3}$ моль/л б.а. $c_{HNO_3} = 7{,}9 \cdot 10^{-3}$

3) $c_{H^+} = c_{HNO_3}$; $[H^+] = c_{HNO_3} = 7{,}9 \cdot 10^{-3}$ *моль/л*

$$pH = -Ig[H^+] = -Ig7{,}9 \cdot Ig10^{-3} = -Ig\left(7{,}9 + 10^{-3}\right) = 2{,}1$$

Жообу: 2,1

161- маселе. 300мл эритмеде 0,15г калийдин гидроксиди КОН эриген. Эритменин pH эсептегиле.

Берилди: $V(эритме) = 300 мл;\ m(KOH) = 0{,}15 г;$

Табуу керек: $pH - ?$

Чыгарылышы: 1) Эритменин молярдык концентрациясы:

$$c_M = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{0{,}15 г}{56 г/моль \cdot 0{,}3 л} = 0{,}0089 \approx 0{,}009 моль/л$$

$$c_M(KOH) = 0{,}009 моль/л = 9 \cdot 10^{-3} моль/л$$

Калийдин гидроксиди иондорго толугу менен ажырайт, б.а.

$[OH^-] = c_{KOH} = 9 \cdot 10^{-3}$ моль/л

Демек, $pOH = -Ig[OH^-] = -Ig9 \cdot 10^{-3} = 2{,}04$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 2{,}04 = 11{,}96$$

Жообу:11,96

162 - маселе. 1,5л суута 2мл азот кислотасы HNO_3 (ρ=1,4) кошулду. Эритменин pH эмнеге барабар?

Берилди: $V(H_2O)=1{,}5л=1500мл$; $\rho(HNO_3)=1{,}4$; $V(HNO_3)=2мл$;
Табуу керек: $pH-?$
Чыгарылышы: 1) Кислотанын молярдык концентрациясын табабыз. Ал үчүн ρ=1,4кө барабар болгон HNO_3 түн массалык үлүшүн табабыз: ал 65,3% HNO_3 (ρ=1,4).

2) 2мл HNO_3 түн эритмесинин массасын аныктайбыз:

2мл·1,4г/мл = 2,8г

3) 65,3%-түү 2,8г эритмедеги HNO_3 түн массасын аныктайбыз:

100г эритмеде ———————— 65,3г HNO_3
2,8г эритмеде ———————— *x*г HNO_3
x = 1,82г HNO_3

4) 1,82г HNO_3 ——————— 1500мл H_2O
*x*г HNO_3 ——————— 1000мл H_2O
x = 1,21г HNO_3

5) 63г HNO_3 ——————— 1M
1,21г HNO_3 ——————— *x*M
x = 0,019M

$$c_{HNO_3}=0{,}019M=1{,}9\cdot10^{-2}M;$$

6) $[H^+]=c_{HNO_3}=1{,}9\cdot10^{-2}M$; $pH=-lg[H^+]=-lg1{,}9\cdot10^{-2}=1{,}72$

Жообу:1,72

163 - маселе. 0,0058M HCI ; 0,025M NaOH эритмелеринин pH эсептегиле.
Берилди: $c_M(HCI)=0{,}0058M$; $c_M(NaOH)=0{,}025M$;
Табуу керек: $pH-?$
Чыгарылышы: 1- ыкма. 1) HCI күчтүү кислота болгондуктан,

$$[H^+]=c_{кисл.}=0{,}0058=5{,}8\cdot10^{-3};$$

$$pH=-lg[H^+]=-lg5{,}8\cdot10^{-3}=2{,}2366\approx2{,}2$$

2) $[OH^-]=c_{NaOH}=0{,}025=2{,}5\cdot10^{-2}$;

$$[OH^-]\cdot[H^+]=10^{-14};\quad [H^+]=\frac{10^{-14}}{[OH^-]}=\frac{10^{-14}}{2{,}5\cdot10^{-2}}=0{,}4\cdot10^{-12};$$

$$pH = -Ig[H^+] = 0,4 \cdot 10^{-12} = 12,39$$

Жообу: 2,2; 12,39

2-ыкма: 1) Күчтүү кислоталардын рН төмөндөгү формула менен аныкталат: $pH = -\left(Igc_{кисл.} + Igf\right)$

Адегенде эритменин иондук күчүн аныктайбыз:

$$I_{HCI} = \frac{1}{2}\left(0,0058 \cdot 1^2 + 0,0058 \cdot 1^2\right) = 0,0058$$

Таблица боюнча иондук күчтүн негизинде активдүүлүк коэффициентин табабыз, ал $\approx f_{H^+} = 0,925$ ге барабар.

$$pH = -Ig\left(c_{кисл.} + Igf\right) = -Ig\left(0,0058 + Ig0,925\right) = -Ig\left(5,8 \cdot 10^{-3} + \bar{1},9661\right) =$$

$$= 2,2366 - 0,0339 = 2,2027 \approx 2,2$$

2) $c_{NaOH} = 0,025M$;

$$pH = 14 + Ig0,025 = 14 + \bar{2},3979 = 14 - 1,6021 = 12,39;$$

Жообу: 2,2; 12,39

7.6. Буфердик эритмелер

Буфердик эритме деп, күчтүү кислотаны же күчтүү негизди кошкондо жана суюлтканда рН өзгөртпөгөн эритмени айтабыз. Мындай эритмелерге начар кислотадан жана анын тузунан же начар негизден жана анын тузунан турган эритмелердин системасы кирет.

- **Начар кислотанын жана анын тузунун буфердик эритмесинин рН эсептөө**

$$HA \Leftrightarrow H^+ + A^- \text{ (начар кислота)}$$

$$MeA \Leftrightarrow Me^+ + A^- \text{ (анын тузу)}$$

Начар кислотанын иондорго ажырашы кайталанма процесс, андыктан:

$$K_{HA} = \frac{[H^+] \cdot [A^-]}{[HA]} \qquad \textbf{(7.6.1.)}$$

мында $[HA] = c_{HA}$, ал эми $[A^-] = c_{MeA}$ деп алып, анын маанилерин 7.5.1. - теңдемеге коебуз:

$$K_{HA} = \frac{[H^+] \cdot c_{MeA}}{c_{HA}} \quad \textbf{(7.6.2.)}$$

мындан $[H^+] = K_{HA} \frac{c_{HA}}{c_{MeA}}$;

б.а. $[\boldsymbol{H}^+] = \boldsymbol{K}_{HA} \cdot \frac{\boldsymbol{c}_{кислота}}{\boldsymbol{c}_{туз}}$ **(7.6.3.)**

(7.6.3.)- теңдемени логарифмалаганда:

$$-\boldsymbol{Ig}[\boldsymbol{H}^+] = -\boldsymbol{IgK}_{HA} - \boldsymbol{Ig}\frac{\boldsymbol{c}_{HA}}{\boldsymbol{c}_{MeA}} \quad \textbf{(7.6.4.)}$$

мында $-Ig[H^+] = pH;\ -IgK_{HA} = pK_{HA}$ болгондуктан,

$$pH = pK_{HA} - Ig\frac{c_{HA}}{c_{MeA}} \quad \textbf{(7.6.5.)}$$

мында pK – кислотанын күчүнүн көрсөткүчү;

c_{HA} – *начар кислотанын баштапкы концентрациясы;*

c_{MeA} – *туздун баштапкы концентрациясы.*

- **Начар негиз жана анын тузунун буфердик эритмесинин pH эсептөө**

Начар негиз менен анын тузунун аралашмасынан түзүлгөн буфердик эритменин pH төмөндөгү теңдемелердин негизинде келтирип чыгарууга болот:

$$KtOH \Leftrightarrow Kt^+ + OH^-$$

$$\boldsymbol{K}_{KtOH} = \frac{[\boldsymbol{Kt}^+] \cdot [\boldsymbol{OH}^-]}{[\boldsymbol{KtOH}]} \quad \textbf{(7.6.6.)}$$

мында $[KtOH] = c_{KtOH}$; ал эми $[Kt^+] = c_{KtAn}$

анда $$\boldsymbol{K}_{KtOH} = \frac{\boldsymbol{c}_{KtAn} \cdot [\boldsymbol{OH}^-]}{\boldsymbol{c}_{KtOH}} \quad \textbf{(7.6.7.)}$$

$$[\boldsymbol{OH}^-] = \boldsymbol{K}_{KtOH} \frac{\boldsymbol{c}_{KtOH}}{\boldsymbol{c}_{KtAn}} \quad \textbf{(7.6.8.)}$$

мында c_{KtOH} *– күчсүз негиздин баштапкы концентрациясы;*

c_{KtAn} – *туздун баштапкы концентрациясы.*

Алынган (7.6.8.)- теңдемени логарифмалайбыз:

$$-Ig[OH^-] = -IgK_{KtOH} - Ig\frac{c_{KtOH}}{c_{KtAn}} \qquad \textbf{(7.6.9.)}$$

мында $-Ig[OH^-] = pOH; \ -IgK_{KtOH} = pK_{KtOH}$ болгондуктан,

$$pOH = pK_{KtOH} - Ig\frac{c_{KtOH}}{c_{KtAn}} \ \textit{же}$$

$$pOH = pK_{негиз} - Ig\frac{c_{негиз}}{c_{туз}} \qquad \textbf{(7.5.10.)}$$

$$pH = 14 - pK_{негиз} + Ig\frac{c_{KtOH}}{c_{KtAn}} \qquad \textbf{(7.5.11.)}$$

$$\textit{же} \ pH = 14 - pOH \qquad \textbf{(7.5.12.)}$$

мында pK *– негиздин күчүнүн көрсөткүчү;*

$c_{негиз}$ *– начар негиздин баштапкы концентрациясы;*

$c_{туз}$ *– туздун баштапкы концентрациясы.*

164 - маселе. 1,2М дуу аммонийдин гидроксидинин NH_4OH 1,2л эритмесине 0,6М дуу аммонийдин хлоридинин NH_4CI 0,6л эритмеси кошулду. Бул буфердик эритменин pH эсептегиле.

$$K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5}; \ pK_{NH_4OH} = 4{,}75$$

Берилди: $c_M(NH_4OH) = 1{,}2M; \ V(NH_4OH) = 1{,}2л; \ c_M(NH_4CI) = 0{,}6M;$ $V(NH_4CI) = 0{,}6л;$

Табуу керек: $pH - ?$

Чыгарылышы*: *1–ыкма: 1) NH_4OH менен NH_4CI аралаштыргандан кийинки эритменин жалпы көлөмүн жана алынган аралашмадагы алардын концентрациясын табабыз:

$$V(аралашма) = 1200мл + 600мл = 1800мл = 1{,}8л$$

$$[NH_4OH] = \frac{1{,}2 \cdot 1200}{1800} = 0{,}8моль/л; \qquad [NH_4CI] = \frac{0{,}6 \cdot 600}{1800} = 0{,}2моль/л;$$

2) $$c_{OH^-} = K_{негиз} \cdot \frac{c_{негиз}}{c_{туз}} = 1{,}76 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0{,}8}{0{,}2} = 7{,}04 \cdot 10^{-5};$$

$$pOH = -Ig[OH^-] = -Ig7{,}04 \cdot 10^{-5} = 4{,}15$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 4{,}15 = 9{,}85;$$

Жообу:9,85

2-ыкма:

$$pOH = pK_{NH_4OH} - Ig\frac{c_{негиз}}{c_{туз}} = 4{,}75 - Ig\frac{0{,}8}{0{,}2} = 4{,}75 - 0{,}6021 = 4{,}1479 \approx 4{,}15$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 4{,}15 = 9{,}85$$

Жообу:9,85

165 - маселе. Эгерде 0,1 моль уксус кислотасы жана 0,02моль натрийдин ацетатынан CH_3COONa турган 1л ацетаттык буфердик эритмеге 0,01 моль туз кислотасын кошкондо рН тын мааниси кандай өзгөрөт?

Берилди: $c_{CH_3COOH} = 0{,}1$; $c_{CH_3COONa} = 0{,}02$; $K_{CH_3COOH} = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$.

Табуу керек: $pH - ?$

Чыгарылышы: 1л буфердик эритмеге 0,01 моль HCI ду кошкондо, CH_3COOH тын концентрациясы 0,01 молго көбөйөт, б.а.

$$c_{CH_3COOH} = 0{,}1 + 0{,}01 = 0{,}11 \text{ моль/л},$$

ал эми CH_3COONa дин концентрациясы 0,01 молго азаят, б.а.

$$c_{CH_3COONa} = 0{,}02 - 0{,}01 = 0{,}01 \text{ моль/л}$$

HCI ду кошконго чейинки ацетаттык буфердик эритмедеги H^+ иондорунун концентрациясы:

$$c_{H^+} = \frac{K_{кисл.} \cdot c_{кисл.}}{c_{туз}} = \frac{1{,}75 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}1}{0{,}02} = 8{,}75 \cdot 10^{-5};$$

$$pH = -Ig[H^+] = -Ig8{,}75 \cdot 10^{-5} = 4{,}058 \approx 4{,}06$$

HCI ду кошкондон кийинки ацетаттык буфердик эритмедеги H^+ иондорунун концентрациясы:

$$c_{H^+} = \frac{1{,}75 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}11}{0{,}01} = 19{,}25 \cdot 10^{-5}$$

$$pH = -Ig19{,}25 \cdot 10^{-5} = -Ig19{,}25 + Ig5 = 3{,}71$$

Ошентип, күчтүү кислотаны кошкондон кийин эритменин концентрациясы азаят: $4{,}06 - 3{,}71 = 0{,}35$

Жообу: 4,06; 3,71

166 - маселе. 0,39 моль аммиагы бар 0,4л эритменин рН эсептегиле. $K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$.

Берилди: $\nu(NH_3) = 0{,}39 моль; V(эритме) = 0{,}4 л; K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$

Табуу керек: $pH - ?$

Чыгарылышы: *1- ыкма:*

1) Эритменин молярдык концентрациясы:

$$c_M = \frac{\nu}{V} = \frac{0{,}39 моль}{0{,}4 л} = 0{,}975 моль/л$$

2) Начар негиздин OH^- иондорунун концентрациясын формула боюнча аныктайбыз:

$$[OH^-] = \sqrt{K_{NH_4OH} \cdot c_{NH_4OH}} = \sqrt{1{,}76 \cdot 10^{-5} \cdot 9{,}75 \cdot 10^{-1}} = \sqrt{17{,}16 \cdot 10^{-6}} = 4{,}14 \cdot 10^{-3}$$

$$pOH = -Ig[OH^-] = -Ig 4{,}14 \cdot 10^{-3} = 2{,}383$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 2{,}383 = 11{,}61$$

2− ыкма: $pK_{NH_4OH} = -IgK_{NH_4OH} = Ig1{,}76 \cdot 10^{-5} = 4{,}75$

$$pH = 14 - \frac{1}{2} pK_{NH_4OH} + \frac{1}{2} Igc_{NH_4OH} = 14 - \frac{1}{2} \cdot 4{,}75 + \frac{1}{2} \cdot Ig0{,}975 =$$

$$= 14 - \frac{1}{2} \cdot 4{,}75 + \frac{1}{2} \cdot \bar{1}{,}9890 = 14 - 2{,}375 + \frac{1}{2}(-\bar{1} + 0{,}9890) = 11{,}6$$

Жообу: 11,6

167 - маселе. CH_3COOH тын 0,5%- түү эритмесинин pH эсептегиле (р=1).

Берилди: $\omega(CH_3COOH) = 0{,}5\%$; $M_r(CH_3COOH) = 60$;

$pK_{CH_3COOH} = 4{,}75$

Табуу керек: *pH-?*

Чыгарылышы: 1) Проценттик концентрацияны молярдык концентрацияга айландырабыз:

100г эритмеде ———— 0,5 г CH_3COOH эрийт

1000г эритмеде ———— х г CH_3COOH эрийт

x = 5г CH_3COOH

2) 60г CH_3COOH ———— 1М

5г CH_3COOH ———— х М $\Rightarrow$ х = 0,083 М

же $8{,}3 \cdot 10^{-2}$ моль/л;

3) $pH = \frac{1}{2} pK_{CH_3COOH} - \frac{1}{2} Igc_{CH_3COOH}$ формуласынан

$$pH = \frac{1}{2}\cdot 4{,}75 - \frac{1}{2}\cdot Ig8{,}3\cdot 10^{-2} = \frac{1}{2}\cdot 4{,}75 - \frac{1}{2}(Ig8{,}3\cdot 10^{-2}) =$$

$$= 2{,}375 + 1 - 0{,}9191 = 2{,}4559$$

Жообу: 2,45

168 - маселе. pH тын төмөндөгү сан маанилеринде: а) 4,54; б)11,75; в) 0,5; г) 3,55 д) 8,85 H^+ жана OH^- иондорунун концентрацияларын эсептегиле.

Берилди: а) pH = 4,54; б) pH =11,75; в) pH =0,5;
г) pH =3,55; д) pH = 8,85

Табуу керек: $[H^+]-?;\ [OH^-]-?;$

Чыгарылышы: а) $pH = -Ig[H^+]$ мындан $Ig[H^+] = -pH,$

Демек $Ig[H^+] = -4{,}54$.

Мында характеристика дагы, мантисса дагы тескери сандар.

Ошондуктан бул сандын антилогарифмасын алуу үчүн мантиссаны оң санга айландыруу керек. Бул үчүн характеристикага –1ди, мантиссага +1ди кошуп жазабыз.

а) $Ig[H^+] = -4{,}54$ анда $Ig[H^+] = \bar{5}{,}46 = 0{,}00002884 = 2{,}88\cdot 10^{-5}$

$$[OH^-] = \frac{K_{H_2O}}{[H^+]} = \frac{1\cdot 10^{-14}}{2{,}88\cdot 10^{-5}} = 0{,}35\cdot 10^{-9}\ моль/л$$

б) $Ig[H^+] = -11{,}75 = Ig\overline{12}{,}25$; $[H^+] = 1{,}77\cdot 10^{-12}\ моль/л$;

$$[OH^-] = \frac{1\cdot 10^{-14}}{1{,}77\cdot 10^{-12}} = 0{,}56\cdot 10^{-2}$$

в) $Ig[H^+] = -0{,}5 = Ig\bar{1}{,}5$; $[H^+] = 3{,}16\cdot 10^{-1}\ моль/л$;

$$[OH^-] = \frac{1\cdot 10^{-14}}{3{,}16\cdot 10^{-1}} = 0{,}31\cdot 10^{-13}$$

г) $Ig[H^+] = -3{,}55 = Ig\bar{4}{,}45$; $[H^+] = 2{,}81\cdot 10^{-4}\ моль/л$;

$$[OH^-] = \frac{1\cdot 10^{-14}}{2{,}81\cdot 10^{-12}} = 0{,}35\cdot 10^{-2}$$

д) $Ig[H^+] = -8{,}85 = \bar{9}{,}15$; $[H^+] = 1{,}41\cdot 10^{-9}\ моль/л$;

$$[OH^-] = \frac{1\cdot 10^{-14}}{1{,}41\cdot 10^{-9}} = 0{,}71\cdot 10^{-5}$$

Жообу: $а)[H^+] = 2{,}88\cdot 10^{-5};\ [OH^-] = 0{,}35\cdot 10^{-9};$

$б)[H^+]=1{,}77\cdot 10^{-12};\quad [OH^-]=0{,}56\cdot 10^{-2};$

$в)[H^+]=3{,}16\cdot 10^{-1};\quad [OH^-]=0{,}31\cdot 10^{-13};$

$г)[H^+]=2{,}81\cdot 10^{-4};\quad [OH^-]=0{,}35\cdot 10^{-2};$

$д)[H^+]=1{,}41\cdot 10^{-9};\quad [OH^-]=0{,}71\cdot 10^{-5}$

7.7. Эригичтиктин көбөйтүндүсү (ЭК)

Канчалык начар эриген чөкмө болбосун, эритмеде аз да болсо, анын эритмеси болот жана иондорго ажыраган молекулалары кездешет.

$$\underset{катуу}{AgCI} \underset{чогуу}{\overset{эруу}{\Leftrightarrow}} \underset{эритме}{Ag^+ + CI^-}$$

Массанын таасир этүү законуна ылайык, тең салмактуулуктун константасы:

$$K=\frac{[Ag^+]\cdot[CI^-]}{[AgCI]};\qquad K\cdot[AgCI]=[Ag^+]\cdot[CI^-]$$

мында катуу фазанын концентрациясы $[AgCI]=const$, ошондуктан $K\cdot[AgCI]$ көбөйтүндүсү да турактуу, аны эригичтиктин көбөйтүндүсү (ЭК) деп атайбыз:

$$\boldsymbol{ЭК_{AgCI}=[Ag^+]\cdot[CI^-]} \qquad \textbf{(7.7.1.)}$$

Чөкмөнүн пайда болуу жана эрүү шарттары:

$$A^+ + B^- \Leftrightarrow AB$$

Тең салмактуулук абал: $ЭК_{AB}=[A^+]\cdot[B^-]$

Чөкмөнүн пайда болушу: $ЭК_{AB}>[A^+]\cdot[B^-]$

Чөкмөнүн эриши: $ЭК_{AB}<[A^+]\cdot[B^-]$

169 - маселе. Коргошундун иодидинин PbI_2 эригичтик көбөйтүндүсү (ЭК) $8{,}7\cdot10^{-9}$ на барабар. PbI_2 нин каныккан эритмесиндеги Pb^{2+} жана I^- иондорунун концентрацияларын эсептегиле.

Берилди: $ЭК_{PbI_2}=8{,}7\cdot 10^{-9}$; ***Табуу керек:*** $[Pb^{2+}]-?;\ [I^-]-?;$

Чыгарылышы: PbI_2 нин диссоциация теңдемеси:

$$PbI_2 \Leftrightarrow Pb^{2+} + 2I^-$$

диссоциация мезгилинде I^- иондору Pb^{2+} иондоруна караганда 2 эсе көп пайда болот, ошондуктан:

$$c_{I^-} = 2c_{Pb^{2+}}$$

Туздун эригичтик көбөйтүндүсү: $ЭК_{PbI_2} = c_{Pb^{2+}} \cdot c_{I^-}^2$

I^- иондорунун концентрациясын Pb^{2+} иондору аркылуу туюнтабыз, анда $ЭК_{PbI_2} = c_{Pb^{2+}} \cdot (2c_{Pb^{2+}})^2 = 4c_{Pb^{2+}}^3 = 8{,}7 \cdot 10^{-9}$ *демек,*

$ЭК_{PbI_2} = 4c_{Pb^{2+}}^3 = 8{,}7 \cdot 10^{-9}$ мындан :

$$c_{Pb^{2+}} = \sqrt[3]{\frac{8{,}7 \cdot 10^{-9}}{4}} = 1{,}2958 \cdot 10^{-3} = 1{,}3 \cdot 10^{-3}\, моль/л$$

ал эми $c_{I^-} = 1{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 2{,}6 \cdot 10^{-3}\, моль/л$

Жообу: $1{,}3 \cdot 10^{-3}$; $2{,}6 \cdot 10^{-3}$

170 - маселе. Ag_2SO_4 эригичтиги $2{,}68 \cdot 10^{-2}$ моль/л ге барабар. Ag_2SO_4 түн эригичтик көбөйтүндүсүн тапкыла.

Берилди: $S_{Ag_2SO_4} = 2{,}68 \cdot 10^{-2}\, моль/л$

Табуу керек: $ЭК_{Ag_2SO_4} - ?$

Чыгарылышы: $Ag_2SO_4 \Leftrightarrow 2Ag^+ + SO_4^{2-}$

$$c_{Ag^+} = 5{,}36 \cdot 10^{-2}\, моль/л; \quad c_{SO_4^{2-}} = 2{,}68 \cdot 10^{-2}\, моль/л;$$

$$ЭК = c_{Ag^+}^2 \cdot c_{SO_4^{2-}} = (5{,}36 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 2{,}68 \cdot 10^{-2} = 28{,}7 \cdot 10^{-4} \cdot 2{,}68 \cdot 10^{-2} =$$

$$= 76{,}9 \cdot 10^{-6} = 7{,}7 \cdot 10^{-5}$$

Жообу: $7{,}7 \cdot 10^{-5}$

171 - маселе. Барийдин оксалатынын BaC_2O_4 эригичтик көбөйтүндүсү $1{,}62 \cdot 10^{-7}$ барабар. Барийдин оксалатынын эригичтигин тапкыла.

Берилди: $ЭК_{BaC_2O_4} = 1{,}62 \cdot 10^{-7}$; ***Табуу керек:*** $S_{BaC_2O_4} - ?$

Чыгарылышы: $BaC_2O_4 \Leftrightarrow Ba^{2+} + C_2O_4^{2-}$

Эгерде BaC_2O_4 түн молярдык эригичтигин S менен белгилесек, анда:

$[Ba^{2+}] = s;\quad [C_2O_4^{2-}] = s$, бул сан маанилерди эригичтиктин көбөйтүндүсүн аныктоочу формулага коёбуз:

$$ЭК_{BaC_2O_4} = [Ba^{2+}]\cdot[C_2O_4^{2-}] = s\cdot s = 1{,}62\cdot 10^{-7} \Rightarrow s^2 = 1{,}62\cdot 10^{-7}$$

$$s = \sqrt{1{,}62\cdot 10^{-7}} = \sqrt{16{,}2\cdot 10^{-8}} = 4{,}02\cdot 10^{-4}\,моль/л$$

BaC_2O_4түн г/л менен туюнтулган эригичтигин табуу үчүн, молярдык эригичтикти BaC_2O_4түн молярдык массасына көбөйтөбүз:

$$M(BaC_2O_4) = 225г/моль;$$

$$S_{BaC_2O_4} = 4{,}02\cdot 10^{-4}\,моль/л\cdot 225г/моль = 904{,}5\cdot 10^{-4} \approx 9{,}04\cdot 10^{-2}\,г/л;$$

Жообу: 9,04·10^{-2}г/л.

172 - маселе. Эгерде:а)$Ca_3(PO_4)_2$ нин эригичтик көбөйтүндүсү $2\cdot 10^{-29}$; б)Ag_2CO_3 түн эригичтик көбөйтүндүсү $6{,}15\cdot 10^{-12}$ на барабар болсо, анда алардын эригичтиктерин эсептегиле.

Берилди: $ЭК_{Ca_3(PO_4)_2} = 2\cdot 10^{-29};\quad ЭК_{Ag_2CO_3} = 6{,}15\cdot 10^{-12};$

Табуу керек: $S_{Ca_3(PO_4)_2} - ?;\quad S_{Ag_2CO_3} - ?;$

Чыгарылышы: а) $[Ca^{2+}] = 3s;\ [PO_4^{3-}] = 2s;$ анда

$$ЭК_{Ca_3(PO_4)_2} = [Ca^{2+}]\cdot[PO_4^{3-}]^2 = (3s)^3\cdot(2s)^2 = 2\cdot 10^{-29}$$

$$27s^3\cdot 4s^2 = 2\cdot 10^{-29};\quad 108s^5 = 2\cdot 10^{-29}$$

$S = \sqrt[5]{\dfrac{2\cdot 10^{-29}}{108}}$ берилген теңдемени логарифмалайбыз:

$$Igs = \frac{1}{5}(Ig2 + Ig10^{-29} - Ig108) = 0{,}06 - 5{,}8 - 2{,}0334 = -7{,}77$$

$$Igs = -7{,}77 = \bar{8}{,}23 = 1{,}69\cdot 10^{-8}$$

$$S_{Ca_3(PO_4)_2} = 1{,}69\cdot 10^{-8}$$

б) $[Ag^{+}] = 2s;\ [CO_3^{2-}] = s;$

анда $ЭК_{Ag_2CO_3} = [Ag^{+}]^2\cdot[CO_3^{2-}] = (2s)^2\cdot s = 6{,}15\cdot 10^{-12}$

$$4s^3 = 6{,}15\cdot 10^{-12}$$

$$S = \sqrt[3]{\frac{6{,}15 \cdot 10^{-12}}{4}} = \sqrt[3]{1{,}154 \cdot 10^{-12}} = 1{,}154 \cdot 10^{-4}\, моль/л$$

$$S_{Ag_2CO_3} = 1{,}154 \cdot 10^{-4}$$

Жообу: а)1,69·10^{-8}; б)1,154·10^{-4}

173 - маселе. Күмүштүн иодидинин AgI эригичтик көбөйтүндүсү 8,5·10^{-7} барабар. Бирдей көлөмдөгү 0,02н KI дун, 0,04н $AgNO_3$ түн эритмелерин аралаштырганда чөкмө пайда болобу же жокпу?

Берилди: $ЭК_{AgI} = 8{,}5 \cdot 10^{-7};\ c(KI) = 0{,}02н;\ c(AgNO_3) = 0{,}04н;$

Табуу керек: $AgI \downarrow -?$

Чыгарылышы: Бирдей көлөмдөгү эритмелерди аралаштырганда эриген заттардын концентрациялары 2 эсеге азаят, б.а.

$$c_{KI} = \frac{0{,}02}{2} = 0{,}01н; \quad c_{AgNO_3} = \frac{0{,}04}{2} = 0{,}02н;$$

Ag^+ жана I^- иондорунун концентрацияларын аныктоо үчүн эритмелердин концентрациясын моль/л менен туюнтабыз, б.а.

$$c_{KI} = 0{,}01н = 0{,}01M; \qquad c_{I^-} = 1 \cdot 10^{-2}\, моль/л;$$

$$c_{AgNO_3} = 0{,}02н = 0{,}02M; \quad c_{Ag^+} = 2 \cdot 10^{-2}\, моль/л;$$

$$[Ag^+] \cdot [I^-] = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-4}$$

Бул чоңдук 2·10^{-4} эригичтик көбөйтүндүсүнөн чоң болгондуктан $ЭК_{AgI} > [Ag^+] \cdot [I^-]$ чөкмө пайда болот, б.а. $8{,}5 \cdot 10^{-7} < 2 \cdot 10^{-4}$

Жообу: $8{,}5 \cdot 10^{-7} < 2 \cdot 10^{-4}$*, чөкмө пайда болот.*

174 - маселе. 1л сууда 0,00858г $Mg(OH)_2$ эриген. Эригичтиктин көбөйтүндүсүн эсептегиле.

Берилди: $m(Mg(OH)_2) = 0{,}00858г;\ V(H_2O) = 1л;$

Табуу керек: $ЭК_{(Mg(OH)_2)} -?$

Чыгарылышы: 1) $Mg(OH)_2$ нин эригичтигин табабыз.

$M(Mg(OH)_2) = 58г/моль;\quad S = \frac{0,00858}{58} = 1,48\cdot 10^{-4} моль/л$

2) $Mg(OH)_2 \Leftrightarrow Mg^{2+} + 2OH^-$

$[Mg^{2+}] = 1,48\cdot 10^{-4};\ [OH^-] = 2\cdot 1,48\cdot 10^{-4} = 2,96\cdot 10^{-4} = 3\cdot 10^{-4};$

3) ЭК ны эсептейбиз:

$ЭК_{Mg(OH)_2} = [Mg^{2+}]\cdot[OH^-]^2 = 1,48\cdot 10^{-4}\cdot(3\cdot 10^{-4})^2 1,48\cdot 10^{-4}\cdot 9\cdot 10^{-8} =$

$= 13,32\cdot 10^{-12}$

Жообу: 13,32·10^{-12}

175 - маселе. Кальций фторидинин CaF_2 500 мл каныккан эритмесинде канча грамм кальций иону Ca^{2+} бар? $ЭК_{CaF_2} = 4,0\cdot 10^{-11}$.

Берилди: $V(CaF_2) = 500мл;\ ЭК_{CaF_2} = 4,0\cdot 10^{-11}$.

Табуу керек: $m(Ca^{2+}) - ?$

Чыгарылышы: $CaF_2 \Leftrightarrow Ca^{2+} + 2F^-$

Каныккан эритмеде Ca^{2+}иондорунун саны F^- иондоруна караганда 2 эсе аз б.а. $[Ca^{2+}] = \frac{1}{2}[F^-]$, ал эми $[F^-] = 2[Ca^{2+}]$

Эригичтик көбөйтүндүсүнүн теңдемесине $ЭК_{CaF_2} = [Ca^{2+}]\cdot[F^-]^2$

кальций ионунун жогорудагы маанисин коюп, төмөнкү теңдемени алабыз:

$$ЭК_{CaF_2} = [Ca^{2+}]\cdot[F^-]^2 = \frac{1}{2}[F^-]\cdot[F^-]^2 = \frac{1}{2}[F^-]^3;$$

мындан $[Ca^{2+}] = \sqrt[3]{2ЭК_{CaF_2}} = \sqrt[3]{2\cdot 4\cdot 10^{-11}} = \sqrt[3]{8\cdot 10^{-11}}$

логарифмалаганда: $Ig[Ca^{2+}] = \frac{1}{3}(Ig8 + Ig10^{-11}) = \frac{1}{3}(0,90 - 11) = -3,36$

$Ig[Ca^{2+}] = -3,36$ мындан антилогарифмди алыш үчүн характеристикасына -1ди, ал эми мантиссага $+1$ди кошобуз, ошондо:

$$Ig[Ca^{2+}] = -4,64,$$

мындан антилогарифма: $[Ca^{2+}] = -4,36\cdot 10^{-4}(г - ион/л)$

Муну 500 мл көлөмгө эсептегенде:

$4{,}36 \cdot 10^{-4}$ ______________ 1000мл эритме

x ______________ 500мл эритме

$$x = 2{,}18 \cdot 10^{-4}\ г-ион/л$$

Ал эми граммга айландыруу үчүн акыркы санды кальций фторидинин CaF_2 молекулалык массасына көбөйтөбүз:

$M(CaF_2) = 78г/моль; \quad 0{,}000218 \cdot 78 = 0{,}017г$

Жообу: 0,017г.

176 - маселе. Күмүштүн хлориди AgCI менен күмүштүн бромидинин AgBr кайсынысы сууда канча эсе жакшы эрий тургандыгын эсептегиле.

Чыгарылышы: Бул 2 чөкмөнүн каныккан эритмесиндеги тең салмактуулук реакцияларынын теңдемелери:

$$\underset{катуу.фаза}{AgCI} \Leftrightarrow Ag^{+} + CI^{-} (1)$$

$$\underset{катуу.фаза}{AgBr} \Leftrightarrow Ag^{+} + Br^{-} (2)$$

Эгерде 1- реакциядагы AgCI дун молдук концентрациясын *x* деп, ал эми AgBr дун молдук концентрациясын *y* деп белгилеп, алардын эригичтигин эсептейбиз:

1 - реакциядагы: $[Ag^{+}] = x; \ [CI^{-}] = x$

ал эми 2 - реакциядагы: $[Ag^{+}] = y; \ [Br^{-}] = y$ болсо,

$$ЭК_{AgCI} = [Ag^{+}] \cdot [CI^{-}] = x \cdot x = x^2 \ (1)$$

$$ЭК_{AgBr} = [Ag^{+}] \cdot [Br^{-}] = y \cdot y = y^2 \ (2)$$

1-теңдемеден: $x = \sqrt{ЭК_{AgCI}} = \sqrt{1{,}8 \cdot 10^{-10}} = 1{,}34 \cdot 10^{-5}\ моль/л;$

2-теңдемеден: $y = \sqrt{ЭК_{AgBr}} = \sqrt{0{,}6 \cdot 10^{-12}} = 0{,}77 \cdot 10^{-6} = 7{,}7 \cdot 10^{-7}\ моль/л$

$$ЭК_{AgCI} = 1{,}8 \cdot 10^{-10}; \quad ЭК_{AgBr} = 6 \cdot 10^{-13} = 0{,}6 \cdot 10^{-12};$$

Эригичтиктин молярдык катышы:

$$\frac{x}{y} = \frac{1{,}34 \cdot 10^{-5}}{7{,}7 \cdot 10^{-7}} = 0{,}174 \cdot 10^{+2} = 17{,}4$$

Демек AgCI AgBr го салыштырганда сууда 17,4 эсе көбүрөөк эрийт. *Жообу: 17,4 эсе.*

177 - маселе. $PbSO_4$ жана PbI_2нин каныккан эритмелеринин молярдык концентрацияларын эсептегиле жана салыштыргыла.

Чыгарылышы: Каныккан эритмедеги иондордун молярдык концентрацияларын эсептейбиз:

$PbSO_4 \Leftrightarrow Pb^{2+} + SO_4^{2-}$; $ЭК_{PbSO_4} = 2 \cdot 10^{-8}$; эгерде $[Pb^{2+}] = x;$

$[SO_4^{2-}] = x;$ анда $ЭК_{PbSO_4} = [Pb^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = x^2$;

$$x = \sqrt{ЭК_{PbSO_4}} = \sqrt{2 \cdot 10^{-8}} = 1{,}4 \cdot 10^{-4} \, моль/л;$$

$PbI_2 \Leftrightarrow Pb^{2+} + 2I^-$; $ЭК_{PbI_2} = 1{,}3 \cdot 10^{-8}$; эгерде $[Pb^{2+}] = y;$

$[I^-] = 2y;$

анда $ЭК_{PbI_2} = [Pb^{2+}] \cdot [I^-]^2 = y \cdot (2y)^2 = 4y^3$

$$y = \sqrt[3]{\frac{ЭК_{PbI_2}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1{,}3 \cdot 10^{-8}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{13 \cdot 10^{-9}}{4}} = \sqrt[3]{3{,}25 \cdot 10^{-9}} = 1{,}48 \cdot 10^{-3};$$

$$\frac{y}{x} = \frac{1{,}48 \cdot 10^{-3}}{0{,}14 \cdot 10^{-3}} = 10{,}5;$$

Жообу: $1{,}4 \cdot 10^{-4}$; $1{,}48 \cdot 10^{-3}$

178 - маселе. Мышьяктын сульфидинин As_2S_3 каныккан эритмесиндеги иондордун молярдык концентрациясын тапкыла. $ЭК_{As_2S_3} = 4{,}0 \cdot 10^{-29}$

Чыгарылышы: $As_2S_3 \Leftrightarrow 2As^{3+} + 3S^{2-}$

эгерде $[As^{3+}] = 2x;$ $[S^{2-}] = 3x;$ болсо, анда

$$ЭК_{As_2S_3} = [As^{3+}]^2 \cdot [S^{2-}]^3 = (2x)^2 \cdot (3x)^3 = 4x^2 \cdot 27x^3 = 108x^5$$

$$x = \sqrt[5]{\frac{ЭК_{As_2S_3}}{108}} = \sqrt[5]{\frac{4{,}0 \cdot 10^{-29}}{108}};$$ логарифмалаганда:

$$Igx = \frac{1}{5}(Ig4 + Ig10^{-29} - Ig108) = \frac{1}{5}(0{,}60 - 29 - 2{,}0334) = -6{,}0866;$$

$$Igx = -6{,}0866; \quad Igx = \bar{7}{,}9134$$

$$x = 9{,}60 \cdot 10^{-7}$$

Жообу: $9{,}60 \cdot 10^{-7}$

179 - маселе. Кальцийдин карбонатынын $CaCO_3$ сууда эригичтигин (моль/л) эсептегиле. $ЭК_{CaCO_3} = 1 \cdot 10^{-8}$.

Чыгарылышы: $CaCO_3 \Leftrightarrow Ca^{2+} + CO_3^{2-}$

$$ЭК_{CaCO_3} = [Ca^{2+}] \cdot [CO_3^{2-}] = x \cdot x^2; \; ЭК_{CaCO_3} = x^2;$$

$$x = \sqrt{ЭК_{CaCO_3}} = \sqrt{1 \cdot 10^{-8}} = 10^{-4}\, моль/л;$$

Жообу: 10^{-4}моль/л.

Чөкмөнүн эригичтигине эритменин иондук күчүнүн таасири

Эригичтик көбөйтүндүсүнүн сан мааниси эки түрдүү келтирилет: термодинамикалык – $ЭК^T$ жана реалдуу –$ЭК^P$. Эгерде $I = 0$ болсо, анда заттын эригичтиги $ЭК^T$ боюнча эсептелет. Эгерде $I \neq 0$, болсо, б.а. эритмеде жакшы эриген башка электролиттер болсо, анда заттын эригичтиги $ЭК^P$ чоңдугу боюнча эсептелет:

$$\boldsymbol{ЭК^P = \frac{ЭК^T}{f_{Kt^{m+}} + f_{A^{n-}}}} \qquad \textbf{(7.7.2.)}$$

мында: $f_{Kt^{m+}}$ – жана $f_{A^{n-}}$ – чөкмөнүн катиону менен анионунун активдүүлүк коэффициенти.

180 - маселе. Кальцийдин фосфатынын 0,0001М дуу барийдин хлоридинин эритмесиндеги $BaCI_2$ эригичтигин эсептегиле. $ЭК^T_{Ca_3(PO_4)_2} = 1 \cdot 10^{-25}$.

Берилди: $c_M(BaCI_2) = 0{,}0001M;\; ЭК^T_{Ca_3(PO_4)_2} = 1 \cdot 10^{-25}$.

Табуу керек: $S_{Ca_3(PO_4)_2}$ – ?

Чыгарылышы : $BaCI_2 \Leftrightarrow Ba^{2+} + 2CI^-$

$$I = \frac{1}{2}(c_1 \cdot z_1^2 + c_2 \cdot z_2^2) = \frac{1}{2}(0{,}0001 \cdot 2^2 + 0{,}0002 \cdot 1^2) = 0{,}0003 = 3 \cdot 10^{-4}$$

$I \le 0{,}01$ болгондуктан, (7.3.3.) формуласы

$$Igf = -0{,}5 \cdot z^2 \sqrt{I} \text{ же } \quad Igf = -0{,}5 \cdot z_1 \cdot z_2 \sqrt{I}$$

боюнча $f_{Ca^{2+}}$ жана $f_{PO_4^{3-}}$ түн активдүүлүк коэффициенттерин аныктайбыз: $Igf_{Ca^{2+}} = -0{,}5 \cdot 2^2\sqrt{0{,}0001} = -2\sqrt{0{,}0001} = -0{,}02$

$$Igf_{Ca^{2+}} = -0{,}5 \cdot 2^2\sqrt{0{,}0001} = -2\sqrt{0{,}0001} = -0{,}02$$

$$Igf_{Ca^{2+}} = -0{,}02; \quad Igf_{Ca^{2+}} = \bar{1}{,}98; \quad f_{Ca^{2+}} = 0{,}95 = 9{,}5 \cdot 10^{-1}$$

Ушундай эле жол менен эми:

$$Igf_{PO_4^{3-}} = -0{,}5 \cdot 3^2\sqrt{0{,}0001} = -4{,}5\sqrt{0{,}0001} = -0{,}045$$

$$Igf_{PO_4^{3-}} = -0{,}045; \quad Igf_{PO_4^{3-}} = \bar{1}{,}955; \quad f_{PO_4^{3-}} = 0{,}90 = 9{,}0 \cdot 10^{-1}$$

$$ЭК^P_{[Ca_3(PO_4)_2]} = \frac{ЭК^T}{f_{Ca^{2+}} \cdot f_{PO_4^{3-}}} = \frac{1 \cdot 10^{-25}}{0{,}95 \cdot 0{,}90} = \frac{1 \cdot 10^{-25}}{9{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 9{,}0 \cdot 10^{-1}} =$$

$$= \frac{1 \cdot 10^{-25}}{0{,}95 \cdot 0{,}90} = \frac{1 \cdot 10^{-25}}{9{,}5 \cdot 10^{-1} \cdot 9{,}0 \cdot 10^{-1}} = \frac{1 \cdot 10^{-25}}{85{,}5 \cdot 10^{-2}} = 0{,}0117 \cdot 10^{-23} = 0{,}117 \cdot 10^{-24};$$

$$S_{Ca_3(PO_4)_2} = \sqrt{ЭК^P} = \sqrt{0{,}117 \cdot 10^{-24}} = 0{,}34 \cdot 10^{-12} моль/л;$$

Жообу: 0,34·10^{-12} моль/л.

181 - маселе. Стронций карбонатынын $SrCO_3$ 0,1М дуу NaCIдун эритмесиндеги эригичтигин эсептегиле. $ЭК^T_{SrCO_3} = 9{,}42 \cdot 10^{-10}$.

Берилди: $c_M(SrCO_3) = 0{,}1M$; $ЭК^T_{SrCO_3} = 9{,}42 \cdot 10^{-10}.$;

Табуу керек: $S_{SrCO_3} - ?$

Чыгарылышы: 1. Эритменин иондук күчүн эсептейбиз:

$I = \frac{1}{2}(0{,}1 \cdot 1^2 + 0{,}1 \cdot 1^2) = 0{,}1$; демек $I \le 0{,}1$ анда

$$Igf_{Sr^{2+}} = \frac{-0{,}5 \cdot 2^2 \cdot \sqrt{0{,}1}}{1 + \sqrt{0{,}1}} = \frac{-0{,}63}{1{,}31} = -0{,}48;$$

ошондой эле $f_{CO_3^{2-}} = 0{,}33 = 3{,}3 \cdot 10^{-1}$; $f_{co_3^{2-}} = f_{sr^{2+}} = 0{,}33 = 3{,}3 \cdot 10^{-1}$

$$ЭК^P = \frac{ЭК^T}{f_{Sr^{2+}} \cdot f_{CO_3^{2-}}} = \frac{9{,}42 \cdot 10^{-10}}{(3{,}3 \cdot 10^{-1})^2} = \frac{9{,}42 \cdot 10^{-10}}{10{,}9 \cdot 10^{-2}} = 0{,}86 \cdot 10^{-8};$$

Эригичтикти S тамгасы менен белгилейбиз, анда:

$S_{SrCO_3} = \sqrt{ЭК^P} = \sqrt{0{,}86 \cdot 10^{-8}} = 0{,}93 \cdot 10^{-4} моль/л;$ *Жообу: 0,93·10^{-4}*

7.8. Туздардын гидролизи

Туздардын иондорунун бир бөлүгүнүн суунун молекуласы менен кошулуп, начар электролиттерди пайда кылган химиялык реакциялар ***туздардын гидролизи*** деп аталат.

Туздардын гидролизинин ***3 учуру*** белгилүү:

1. Күчтүү кислота жана начар негизден пайда болгон туздар гидролизге учураганда ***кычкыл чөйрө*** пайда болот.

Мисалы: $NH_4Cl + HOH \Leftrightarrow NH_4OH + HCl$

$$NH_4^+ + Cl^- + HOH \Leftrightarrow NH_4OH + H^+ + Cl^-$$

$$NH_4^+ + HOH \Leftrightarrow NH_4OH + H^+ \text{ ; } pH < 7$$

2. Начар кислота менен күчтүү негизден пайда болгон туздар гидролизге учураганда ***чөйрө щелочтуу*** болот.

Мисалы: $CH_3COONa + HOH \Leftrightarrow CH_3COOH + NaOH$

$$CH_3COO^- + Na^+ + HOH \Leftrightarrow CH_3COOH + Na^+ + OH^-$$

$$CH_3COO^- + HOH \Leftrightarrow CH_3COOH + OH^- \text{ ; } pH > 7$$

3. Начар кислота жана начар негиздин пайда болгон туздардын гидролизинин натыйжасында начар кислота же начар негиздердин күчтүүлүгүнө жараша ***начар щелочтуу*** же ***начар кычкылдуу,*** ал эми кээ бир учурларда ***нейтралдуу*** чөйрөлөр пайда болот.

Мисалы: $CH_3COONH_4 + HOH \Leftrightarrow CH_3COOH + NH_4OH$

$$CH_3COO^- + NH_4^+ + HOH \Leftrightarrow CH_3COO^- + H^+ + NH_4OH$$

$NH_4^+ + HOH \Leftrightarrow H^+ + NH_4OH$ – ***начар кычкылдуу*** чөйрө

Гидролиз кайталанма процесс болгондуктан, тең салмактуулук абал ***гидролиз даражасы (h)*** жана ***гидролиз константасы (К)*** менен мүнөздөлөт.

$$NH_4Cl + HOH \underset{\text{нейтралдашуу}}{\overset{\text{гидролиз}}{\Leftrightarrow}} NH_4OH + HCl$$

Күчтүү кислота менен начар негизден пайда болгон туздун гидролизи: $NH_4Cl + HOH \Leftrightarrow NH_4OH + HCl$

$$NH_4^+ + Cl^- + HOH \Leftrightarrow NH_4OH + H^+ + Cl^-$$

$$NH_4^+ + HOH \Leftrightarrow NH_4OH + H^+$$

тең салмактуулук константасы: $K = \frac{[NH_4OH]\cdot[H^+]}{[NH_4^+]\cdot[H_2O]}$

$$K\cdot[H_2O] = \frac{[NH_4OH]\cdot[H^+]}{[NH_4^+]};\ K\cdot[H_2O] = K_{гидролиз};$$

анда $K_{гидролиз} = \frac{[NH_4OH]\cdot[H^+]}{[NH_4^+]}$

$[H^+]\cdot[OH^-] = K_{H_2O}$; $[H^+] = \frac{K_{H_2O}}{[OH^-]}$, бул маанини гидролиздин константасынын теңдемесине койсок, анда: $K_{гидролиз} = \frac{[NH_4OH]\cdot K_{H_2O}}{[NH_4^+]\cdot[OH^-]}$

мында $\frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]\cdot[OH^-]}$ катышы NH_4OH тын диссоциация процессине тескери болгондуктан, б.а. $\frac{1}{K_{NH_4OH}}$, муну гидролиздин константасынын теңдемесине койсок, анда:

$$K_{гидролиз} = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH}} \text{ же: } \boldsymbol{K_{гидролиз} = \frac{K_{H_2O}}{K_{негиз}}} \quad \textbf{(7.8.1.)}$$

Демек, күчтүү кислота менен начар негиздин тузунун ***гидролиз константасы*** 7.8.1. формуласы менен туюнтулат.

Начар кислотадан жана күчтүү негизден пайда болгон туздун гидролизи ***гидролиз константасы Кгидр.*** менен мүнөздөлөт.

Мисалы:

$$MeA + HOH \Leftrightarrow HA + MeOH$$

$$Me^+ + A^- + HOH \Leftrightarrow HA + Me^+ + OH^-$$

$$A^- + HOH \Leftrightarrow HA + OH^-$$

Гидролиздин кайталанма процессине массанын таасир этүү законун колдонуу менен тең салмактуулуктун константасынын теңдемесин түзөбүз:

$$K = \frac{[HA]\cdot[OH^-]}{[A^-]\cdot[H_2O]};\ [H_2O] = const;\ K\cdot[H_2O] = \frac{[HA]\cdot[OH^-]}{[A^-]};$$

2 турактуу чоңдуктун көбөйтүндүсү $K\cdot[H_2O]$ да турактуу чоңдук болгондуктан, аны $K_{гидр.}$ деп белгилеп алабыз.

$$K_{гидр.}=\frac{[HA]\cdot[OH^-]}{[A^-]};$$

Суунун иондук көбөйтүндүсүнүн теңдемесинен: $[H^+]\cdot[OH^-]=K_{H_2O}$ $[OH^-]=\frac{K_{H_2O}}{[H^+]}$ бул маанини Кгидр.теңдемесине койгондо:

$K_{гидр.}=\frac{[HA]\cdot K_{H_2O}}{[A^-]\cdot[H^+]}$; бул теңдемеде $\frac{[HA]}{[A^-]\cdot[H^+]}$ катышы кислотанын диссоциация константасына тескери чоңдук болуп эсептелет,

$$\text{б.а. } \frac{[HA]}{[A^-]\cdot[H^+]}=\frac{1}{K_{HA}}$$

Бул маанини кислотанын гидролиз константасынын теңдемесине коюу менен, төмөндөгү формуланы алабыз:

$$\boldsymbol{K_{гидр.}=\frac{K_{H_2O}}{K_{HA}}} \qquad \textbf{(7.8.2.)}$$

же **начар кислота менен күчтүү негиздин** тузунун гидролиз константасы жогорудагы теңдеме менен туюнтулат.

Гидролизге учураган электролиттин бөлүгү ***гидролиз даражасы*** $(h_{гидр.})$ деп аталат. ***Гидролиз даражасы*** гидролиз константасы менен байланышта болот да, төмөндөгү теңдеме менен туюнтулат:

$$K_{гидр.}=\frac{h^2\cdot c}{(1-h)} \text{; мындан } h^2=\frac{K_{гидр.}(1-h)}{c}\Rightarrow h=\sqrt{\frac{K_{гидр.}\cdot(1-h)}{c}};$$

Эгерде $h\leq 1$ болсо, анда $h_{гидр.}=\sqrt{\frac{K_{гидр.}}{c}}=\sqrt{\frac{K_{H_2O}}{c_{туз}\cdot K_{HA}}}$ **(7.8.3.)**

$$\text{же } \boldsymbol{h_{гидр.}=\sqrt{\frac{K_{гидр.}}{c_{туз}}}=\sqrt{\frac{K_{H_2O}}{c_{туз}\cdot K_{негиз}}}} \qquad \textbf{(7.8.4.)}$$

Начар кислота менен начар негизден пайда болгон туздун ***гидролиз константасы:*** $\boldsymbol{K_{гидр.} = \frac{K_{H_2O}}{K_{HA} \cdot K_{негиз}}}$ **(7.8.5.)**

Гидролиз даражасы: $\boldsymbol{\frac{h}{1-h} = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{c_{туз} \cdot K_{негиз}}}}$ **(7.8.6.)**

182 - маселе. 0,1М дуу эритмедеги аммонийдин цианидинин NH_4CN гидролиз константасын жана гидролиз даражасын эсептегиле.

Берилди: $c_M(NH_4CN) = 0{,}1M$; ***Табуу керек:*** $K_{гидр.} - ?$; $h_{гидр.} - ?$;

Чыгарылышы: 1) Начар негизден жана начар кислотадан пайда болгон туздун гидролиз константасы төмөндөгү теңдеме менен аныкталат:

$$K_{гидр.} = \frac{K_{H_2O}}{K_{HCN} \cdot K_{NH_4OH}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{6{,}2 \cdot 10^{-10} \cdot 1{,}76 \cdot 10^{-5}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{10{,}9 \cdot 10^{-15}} =$$

$$= \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1{,}09 \cdot 10^{-14}} = 0{,}917;$$

2) Гидролиз даражасын эсептейбиз:

$$\frac{h}{1-h} = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{негиз} \cdot K_{кислота}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1{,}76 \cdot 10^{-5} \cdot 6{,}2 \cdot 10^{-10}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1{,}09 \cdot 10^{-14}}} = \sqrt{0{,}917} = 0{,}95$$

$$\frac{h}{1-h} = 0{,}95 \Rightarrow \ 0{,}95h = (1-h) \cdot 0{,}95 \Rightarrow \ 0{,}95h = 0{,}95 - 0{,}95h;$$

$$1{,}90h = 0{,}95 \Rightarrow \ h = 0{,}5 \text{ же } 50\%$$

Жообу: 0,917; 50%.

183 - маселе. 0,2М дуу эритмедеги калий ацетатынын гидролиз константасын жана гидролиз даражасын эсептегиле.

Берилди: $c_M(CH_3COOK) = 0{,}2M$; $K_{CH_3COOH} = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$

Табуу керек: $K_{гидр.} - ?$; $h_{гидр.} - ?$;

Чыгарылышы:1) Начар кислота жана күчтүү негизден пайда болгон туздун гидролиз константасы төмөндөгү теңдеме менен эсептелет:

$$K_{гидр.} = \frac{K_{H_2O}}{K_{CH_3COOH}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 0,571 \cdot 10^{-9} = 5,71 \cdot 10^{-10};$$

2) Гидролиз даражасын төмөндөгү формула менен аныкталат:

$$h_{гидр.} = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{c_{туз} \cdot K_{кисл.}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{0,2 \cdot 1,75 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{0,35 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{3,5 \cdot 10^{-6}}} =$$

$$= \sqrt{0,285 \cdot 10^{-8}} = 0,5338 \cdot 10^{-4}$$ же $0,005338\% \approx 0,0534$

Жообу: 5,71·10^{–10}; 0,00534%.

184 - маселе. 0,01М дуу эритмедеги цинктин нитратынын $Zn(NO_3)_2$ гидролиз константасын жана гидролиз даражасын эсептегиле.

Берилди: $c_M[Zn(NO_3)_2] = 0,01M = 1 \cdot 10^{-2}$

Табуу керек: $K_{гидр.} - ?;\ \ h_{гидр.} - ?;$

Чыгарылышы: 1)

$$K_{гидр.} = \frac{K_{H_2O}}{K_{Zn(NO_3)_2}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,5 \cdot 10^{-9}} = 0,66 \cdot 10^{-5} = 6,6 \cdot 10^{-6};$$

2) Гидролиз даражасы төмөндөгү формула менен аныкталат:

$$h_{гидр.} = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{c_{туз} \cdot K_{негиз}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^{-9}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,5 \cdot 10^{-11}}} = \sqrt{0,66 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= \sqrt{6,6 \cdot 10^{-4}} = 2,57 \cdot 10^{-2} = 2,57\%\ ;$$

Жообу: 6,6·10^{–6}; 2,57%

185 - маселе. 1л эритмеде 1,45г аммоний формиаты $HCOONH_4$ эриген. Туздун гидролиз даражасын эсептегиле.

Берилди: $V(эритме) = 1л;\ \ m(HCOONH_4) = 1,45г;$

$K_{NH_4OH} = 1,76 \cdot 10^{-5}; K_{HCOOH} = 1,8 \cdot 10^{-4};\ \ M_r(HCOONH_4) = 63$

Табуу керек: $h_{гидр.} - ?;$

Чыгарылышы: 1) 63г ————————— 1М

1,45г —————————x М ;

$x = 0{,}02$М

же $c_M = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{1{,}45}{63 \cdot 1} = 0{,}02M;$

2) Начар кислота менен начар негизден пайда болгон туздун гидролиз даражасы:

$$\frac{h}{1-h} = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{негиз} \cdot K_{HA}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1{,}76 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}8 \cdot 10^{-4}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{3{,}16 \cdot 10^{-9}}} = \sqrt{0{,}316 \cdot 10^{-5}} =$$

$$= \sqrt{3{,}16 \cdot 10^{-6}} = 1{,}77 \cdot 10^{-3} = 0{,}00177 = 0{,}177\%$$

Жообу: 0,177%

7.8.1. Туздардын гидролизинин рН эсептөө

I. ***Күчсүз кислота жана күчтүү негизден пайда болгон туздардын рН эсептөөчү*** формуланы чыгаруу үчүн гидролиз реакциясынын иондук теңдемесин жазабыз:

$$MeA + HOH = MeOH + HA$$

$$A^- + HOH = OH^- + HA$$

Бул реакциянын тең салмактуулук константасы:

$$K_{гидр.} = \frac{[HA] \cdot [OH^-]}{[A^-]} \quad \textbf{(7.8.1.1)}$$

Мында $$K_{гидр.} = \frac{K_{H_2O}}{K_{HA}} \quad \textbf{(7.8.1.2)}$$

болгондуктан, анын маанисин 7.8.1.1.- теңдемеге коёбуз:

$$\frac{K_{H_2O}}{K_{HA}} = \frac{[HA] \cdot [OH^-]}{[A^-]} \quad \textbf{(7.8.1.3.)}$$

мында $[HA] = [OH^-]$, ал эми $K_{гидр}$ эң аз сан болгондуктан, $[A^-] = c_{туз}$ деп эсептөөгө болот.

Булардын маанисин 7.8.1.3. - теңдемеге койгондо:

$$\frac{K_{H_2O}}{K_{HA}} = \frac{[OH^-] \cdot [OH^-]}{c_{туз}} \text{ же } K_{H_2O} \cdot c_{туз} = K_{HA} \cdot [OH^-]^2$$

Мындан: $[OH^-]=\sqrt{\frac{K_{H_2O}\cdot c_{туз}}{K_{HA}}}$ **(7.8.1.4.)**

7.8.1.4.- теңдемени логарифмалайбыз, ар бир логарифманын белгисин тескерисинче алмаштырганда төмөндөгү теңдеме алынат:

$$-Ig[OH^-]=\frac{-IgK_{H_2O}-(-IgK_{HA})-Igc_{туз}}{2} \quad \textbf{(7.8.1.5.)}$$

бирок, $-Ig[OH^-]=pOH$; $-IgK_{H_2O}=pK_{H_2O}$; $-IgK_{HA}=pK_{HA}$;

болгондуктан (7.8.1.5.)- теңдеме төмөндөгү түргө келет:

$$pOH=\frac{1}{2}pK_{H_2O}-\frac{1}{2}pK_{HA}-\frac{1}{2}Igc_{туз} \quad \textbf{(7.8.1.6.)}$$

$$pH=14-pOH=14-\frac{1}{2}pK_{H_2O}+\frac{1}{2}pK_{HA}+\frac{1}{2}Igc_{туз}=14-\frac{1}{2}\cdot 14+\frac{1}{2}pK_{HA}+$$

$$+\frac{1}{2}Igc_{туз}=7+\frac{1}{2}pK_{HA}+\frac{1}{2}Igc_{туз};\,pK_{H_2O}=14$$

Демек, күчсүз кислота жана күчтүү негизден пайда болгон туздардын pH төмөндөгү формуланын жардамы менен аныкталат:

$$\boldsymbol{pH=14-pOH=7+\frac{1}{2}pK_{HA}+\frac{1}{2}\lg c_{туз}} \quad \textbf{(7.8.1.7.)}$$

II. *Күчсүз кислота менен начар негизден пайда болгон туздун гидролизинин иондук теңдемеси:*

$$MeA+HOH\Leftrightarrow MeOH+HA$$

$$Me^+ + A^- + HOH\Leftrightarrow MeOH+H^+ + A^-$$

$Me^+ + HOH\Leftrightarrow MeOH+H^+$ же $Kt^+ + HOH\Leftrightarrow KtOH+H^+$

Гидролиз константасынын теңдемеси:

$$K_{гидр.}=\frac{[MeOH]\cdot[H^+]}{[Me^+]} \quad \textbf{(7.8.1.8.)}$$

мында $K_{гидр.}=\frac{K_{H_2O}}{K_{MeOH}}$ болгондуктан,

анын маанисин 7.8.1.8.- теңдемеге коёбуз:

$$\frac{K_{H_2O}}{K_{HA}} = \frac{[MeOH]\cdot[H^+]}{[Me^+]} \qquad \textbf{(7.8.1.9.)}$$

мында $[MeOH]=[H^+]$, болгондуктан,

$[MeOH]\cdot[H^+]=[H^+]^2$, $[Me^+]=c_{туз}$;

Бул маанилерди 7.8.1.9. - теңдемеге коебуз: $\frac{K_{H_2O}}{K_{MeOH}} = \frac{[H^+]^2}{c_{туз}}$;

$$\text{анда } K_{H_2O}\cdot c_{туз} = K_{MeOH}\cdot[H^+]^2 \qquad \textbf{(7.8.1.10.)}$$

$$\text{мындан} \quad [H^+]=\sqrt{\frac{K_{H_2O}\cdot c_{туз}}{K_{MeOH}}} \qquad \textbf{(7.8.1.11.)}$$

7.8.1.11- теңдемени логарифмалайбыз, ар бир логарифманын белгисин тескери алмаштырып маанисин коёбуз:

$$-Ig[H^+]=\frac{-IgK_{H_2O}-(-IgK_{MeOH})-Igc_{туз}}{2} \qquad \textbf{(7.8.1.12.)}$$

мында $-Ig[H^+]=pH$; $-IgK_{H_2O}=pK_{H_2O}$; $-IgK_{MeOH}=pK_{MeOH}$;

анда $pH=\frac{1}{2}pK_{H_2O}+\frac{1}{2}pK_{MeOH}-\frac{1}{2}Igc_{туз}$ же $pK_{H_2O}=14$;

$$\boldsymbol{pH=7+\frac{1}{2}pK_{MeOH}-\frac{1}{2}\lg c_{туз}} \qquad \textbf{(7.8.1.13.)}$$

мында pK_{MeOH} – күчсүз негиздин диссоциация константасынын көрсөткүчү.

III. ***Күчсүз кислота менен күчсүз негизден пайда болгон туздун гидролизинин иондук теңдемеси:***

$$MeA+HOH \Leftrightarrow MeOH+HA$$

$$K_{гидр.}=\frac{[HA]\cdot[MeOH]}{[A^-]\cdot[Me^+]} \qquad \textbf{(7.8.1.14.)}$$

мында $[HA]=[MeOH]$,

Туздун гидролизденбеген бөлүгүнүн концентрация-сын табуу үчүн, анын алгачкы концентрациясынан гидролизденген бөлүгүнүн концентрациясын алып таштоо керек, б.а.

$$[A^-]=c_{MeA}-[HA]=c_{туз};$$

$$[Me^+]=c_{MeA}-[MeOH]=c_{туз};$$

Булардын сан маанилерин 7.8.1.14. - теңдемеге коюп, төмөндөгүнү алабыз:

$$K_{гидр.}=\frac{[HA]\cdot[HA]}{c_{туз}\cdot c_{туз}}=\frac{[HA]^2}{c_{туз}^2} \qquad \textbf{(7.8.1.15.)}$$

$$K_{гидр.}=\frac{K_{H_2O}}{K_{HA}\cdot K_{MeOH}};$$

$K_{гидр.}$ маанисин 7.8.1.15.-теңдемеге коёбуз, анда:

$$\frac{K_{H_2O}}{K_{HA}\cdot K_{MeOH}}=\frac{[HA]^2}{c_{туз}^2} \qquad \textbf{(7.8.1.16.)}$$

Кислотанын концентрациясынын мааниси анын диссоциация константасынын теңдемесинен табылат:

$$K_{HA}=\frac{[H^+]\cdot[A^-]}{[HA]}; \text{ мында } [HA]=\frac{[H^+]\cdot[A^-]}{K_{HA}};$$

бирок, $[A^-]=c_{туз}$ болгондуктан, $[HA]=\frac{[H^+]\cdot c_{туз}}{K_{HA}}$; мындагы

$[HA]$ тын маанисин (7.8.1.16.)- теңдемеге коёбуз:

$$\frac{K_{H_2O}}{K_{HA}\cdot K_{MeOH}}=\frac{[H^+]^2\cdot c_{туз}^2}{K_{HA}^2\cdot c_{туз}^2}=\frac{[H^+]^2}{K_{HA}^2};$$

мындан $$[H^+]^2=\frac{K_{H_2O}\cdot K_{HA}^2}{K_{HA}\cdot K_{MeOH}}=\frac{K_{H_2O}\cdot K_{HA}}{K_{MeOH}};$$

же $$[H^+]=\sqrt{\frac{K_{H_2O}\cdot K_{HA}}{K_{MeOH}}} \qquad \textbf{(7.8.1.17.)}$$

7.8.1.17.- теңдемени логарифмалаганда:

$$-Ig[H^+]=\frac{IgK_{H_2O}+[(-IgK_{HA})-(IgK_{MeOH})]}{2} \qquad \textbf{(7.8.1.18.)}$$

бирок, $-Ig[H^+]=pH$; $-IgK_{H_2O}=pK_{H_2O}=14$;

$$-IgK_{MeOH}=pK_{MeOH};$$

болгондуктан 7.8.1.18.- теңдеме төмөндөгү түргө келет:

$$pH = 7 - \frac{1}{2} pK_{HA} + \frac{1}{2} \lg K_{MeOH} \quad (7.8.1.19.)$$

мында: pK_{HA} *– күчсүз кислотанын диссоциация константасынын көрсөткүчү;*

pK_{MeOH} *– күчсүз негиздин диссоциация константасынын көрсөткүчү.*

186 - маселе. Натрий формиатынын HCOONa 0,25%-түү эритмесинин pH эсептегиле.

Берилди: $\omega(HCOONa) = 0{,}25\%$; $M_r(HCOONa) = 68$

Табуу керек: $pH - ?$

Чыгарылышы: 1) Туздун HCOONa молярдык концентрациясын табабыз:

а) 0,25г ——————— 100г эритме

x г ——————— 1000г эритме

$x = 2{,}5$г

б) 68г HCOONa ——————— 1М

2,5г HCOONa ——————— xМ

$x = 0{,}036M = 3{,}6 \cdot 10^{-2}$ моль/л

$$2)\ pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{HCOOH} + \frac{1}{2} \lg c_{HCOONa} = 7 + \frac{1}{2} \cdot 3{,}75 + \frac{1}{2} \lg 3{,}6 \cdot 10^{-2} =$$

$$= 7 + \frac{1}{2} \lg 3{,}6 \cdot 10^{-2} = 8{,}875 + \frac{\lg 3{,}6 + \lg 10^{-2}}{2} = 8{,}875 + \frac{0{,}55 - 2}{2} =$$

$$= 8{,}875 - 0{,}725 = 8{,}15$$

Жообу: 8,15

187- маселе. Аммоний ацетатынын гидролиз константасын эсептегиле.

$K_{CH_3COOH} = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$; $K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$;

Берилди: $K_{CH_3COOH} = 1{,}75 \cdot 10^{-5}$; $K_{NH_4OH} = 1{,}76 \cdot 10^{-5}$;

Табуу керек: $K_{гидр.} - ?$

Чыгарылышы:

$$K_{гидр.}=\frac{K_{H_2O}}{K_{кисл.}\cdot K_{негиз}}=\frac{1\cdot10^{-14}}{1{,}75\cdot10^{-5}\cdot1{,}76\cdot10^{-5}}=\frac{1\cdot10^{-14}}{3{,}08\cdot10^{-10}}=0{,}32\cdot10^{-4}$$

Жообу: 0,32·10^{-4}

188 - маселе. 0,2М дуу натрийдин ацетатынын эритмесинин рН эсептегиле.

Берилди: $c_M(CH_3COONa)=0{,}2M$; ***Табуу керек:*** $pH-?$

Чыгарылышы:

$$1)\ \mathrm{pH}=14-\mathrm{pOH}=7+\frac{1}{2}\mathrm{pK}_{CH_3COOH}+\frac{1}{2}\lg c_{CH_3COONa}=$$

$$=7+\frac{1}{2}\cdot4{,}76+\frac{1}{2}\lg 2\cdot10^{-1}=7+2{,}38+\frac{1}{2}(\lg 2+\lg 10^{-1})=9{,}38+\frac{1}{2}(0{,}30-1)=$$

$$=9{,}38+0{,}15-0{,}5=9{,}38-0{,}35=9{,}03$$

Жообу: 9,03

7.9. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Электролиттик диссоциация теориясынын негизги жоболорун түшүндүргүлө. Кандай заттар электролиттерге жана электролит эместерге кирет?

2. Диссоциация даражасы эмнени түшүндүрөт?

3. Диссоциация константасы эмнени туюндурат?

4. Оствальддын суюлтуу законунун маанисин түшүндүргүлө.

5. Иондордун активдүүлүгү деп эмнени айтабыз?

6. Эритменин иондук күчү деген эмне?

7. Суунун иондук көбөйтүндүсү деп эмнени айтабыз?

8. H^+, OH^- иондорунун кычкыл, нейтралдуу жана щелочтуу чөйрөдөгү концентрациялары эмнеге барабар?

9. Буфердик эритме деп эмнени айтабыз?

10. Эригичтиктин көбөйтүндүсү деген эмне?

11. Туздардын гидролизинин үч учурун түшүндүргүлө.

12.Туз кислотасынын суудагы эритмесинин изотоникалык коэффициенти 1,66 га барабар (ω = 6,8%). Бул эритменин тоңуу температурасын эсептегиле. *(Жообу: -6,15^{0}С)*

13. 18^{0}С да кумурска кислотасынын НСООН диссоциация константасы $1{,}8{\cdot}10^{-4}$. Ушул температурадагы кумурска кислотасынын НСООН диссоциация даражасын жана 0,04н эритмедеги H^+ иондорунун концентрациясын тапкыла.

(Жообу: α = 6,7%;[H^+ = $2{,}68{\cdot}10^{-3}$моль/л.)

14. Диссоциация даражасы 70% ке барабар болгон 0,3н $CaCI_2$ нин эритмесиндеги CI^- жана Ca^{2+} иондорунун концентрацияларын аныктагыла.

(Жообу:[Ca^{2+}]=0,105моль/л;[CI^-]= 0,21моль/л)

15. 1,62г $Ca(HCO_3)_2$ 250г H_2O да эриген. Эритменин иондук күчүн аныктагыла. *(Жообу: 0,28)*

16. 0,5н HNO_2 нин эритмесинин диссоциация даражасын эсептегиле. *(Жообу: 2,83%)*

17. 0,006М дуу эритмедеги H_2CO_3 түн 1-баскычтагы диссоциация даражасы 0,85% ке барабар. Диссоциациянын константасын тапкыла. *(Жообу: $4{,}3{\cdot}10^{-7}$)*

18. Төмөнкү эритмелердеги иондордун концентрация-ларын эсептегиле: а) 0,07М $Ca(NO_3)_2$; б) 0,12М K_3PO_4; в) 0,001М H_2SO_4; г) 0,35М K_2CrO_4

Жообу: а) [Ca^{2+}] = 0,07моль/л; [NO_3^-] = 0,14моль/л];

б) [K^+] = 0,36моль/л; [PO_4^{3-}] = 0,12моль/л]

в)[H^+] = 0,002мольл; [SO_4^{2-}] = 0,001моль/л;

г) [K^+] = 0,7моль/л; [CrO_4^{2-}] = 0,35моль/л)

19. Төмөндөгү эритмелердин рН эсептегиле: а) 0,01н HCI; б) 0,005н HCI; в) 0,1н КОН; г) 0,2н КОН

(Жообу; а) 2,04; б) 2,33; в)12,91; г) 13,2)

20.Төмөнкү эритмелердеги иондордун активдүү концентрацияларын эсептегиле:

а) 0,01М дуу $FeCI_3$ түн эритмесиндеги Fe^{3+} жана CI^{-};

б) 0,05Мдуу КОН тын эритмесиндеги K^{+} жана OH^{-} ;

в) 0,008М дуу $AI_2(SO_4)_3$ түн эритмесиндеги AI^{3+} жана SO_4^{2-};

г) 0,04н дуу $ZnSO_4$ түн эритмесиндеги Zn^{2+} жана SO_4^{2-}

Жообу: а) $[CI^{-}]=0,024$ *моль/л;* $[Fe^{3+}]=0,0014$ *моль/л;*

б) $[K^{+}]=[OH^{-}]=0,0405$ *моль/л;*

в) $[AI^{3+}]=0,0012$ *моль/л;* $[SO_4^{2-}]=0,007$ *моль/л;*

г) $[CI^{-}]=0,024$ *моль/л;* $[Fe^{3+}]=0,0014$ *моль/л)*

21. 1%-түү Na_2SO_4 түн эритмесинин иондук күчүн жана иондордун активдүүлүгүн аныктагыла. *(Жообу: 0,21; 0,11; 0,029)*

22. 0,05М дуу HNO_2 нин эритмесинин диссоциация даражасын жана $[H^{+}]$ эсептегиле. *(Жообу: 9,6%; 0,0048)*

23. 0,1 моль/л Na_2HPO_4 жана 0,3 моль/л KH_2PO_4 төн турган фосфаттык буфердик эритменин pH эсептегиле. *(Жообу: 10,06)*

8 - БӨЛҮМ

КЫЧКЫЛДАНУУ - КАЛЫБЫНА КЕЛҮҮ ПРОЦЕССТЕРИ

8.1. Кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларынын негизги жоболору, түрлөрү

Кычкылдануу даражаларынын өзгөрүшүнө жараша бардык химиялык реакциялар эки топко бөлүнүшөт:

1. ***кычкылдануу даражасы өзгөрүүсүз жүргөн*** химиялык реакциялар, *мисалы:*

$$\overset{+2}{Ba}\overset{-1}{CI_2}+\overset{+1}{H_2}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4}=\overset{+2}{Ba}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4}\downarrow+2\overset{+1}{H}\overset{-1}{CI}$$

2. кычкылдануу даражасы өзгөрүү менен жүргөн химиялык реакциялар, *мисалы:*

$$\overset{+1}{H_2}\overset{+4}{S}\overset{-2}{O_3}+Br_2^0+H_2O\rightarrow\overset{+1}{H_2}\overset{+6}{S}\overset{-2}{O_4}+2\overset{+1}{H}\overset{-1}{Br}$$

Реакцияга кирүүчү заттардын составындагы элементтердин кычкылдануу даражаларынын өзгөрүшү менен жүргөн химиялык реакциялар **кычкылдануу - калыбына келүү** реакциялары **(ККР)** деп аталат.

Көпчүлүк учурда элементтин атомдорунун кычкылдануу даражасы менен валенттүүлүктөрү барабар болуп калат. Бирок экөөнүн ортосунда айырмачылыктар бар.

Элементтин **валенттүүлүгү -** бул химиялык байланыштын санын, ал эми **кычкылдануу даражасы -** элементтин атомунун кошулмадагы абалын көрсөтөт. Кычкылдануу даражаларынын өзгөрүшү электрондордун бир атомдон экинчи атомго жылышына байланыштуу.

8.1.1. Кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларынын негизги жоболору

• Атомдун, молекуланын же иондун электрондорду берүү процесси – ***кычкылдануу*** деп аталат. $Zn^o-2\bar{e}\rightarrow Zn^{+2}$; $N^{-3}-5\bar{e}\rightarrow N^{+2}$; $Mn^{+2}-4\bar{e}\rightarrow Mn^{+6}$

• Атомдун, молекуланын же иондун электрондорду кошуп алуу процесси – ***калыбына келүү*** деп аталат.

$S^o + 2\bar{e} \rightarrow S^{-2}$; $Cu^{+2} + 2\bar{e} = Cu^0$;

$Mn^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$; $AI^{+3} + 3\bar{e} \rightarrow AI^0$

• Химиялык реакцияларда электронун берген атом, молекула же ион ***калыбына келтиргич***, ал эми электрондорду кабыл алган атом, молекула же ион ***кычкылдандыргыч*** деп аталат.

• Кычкылдануу жана калыбына келүү процесстери бири-биринен ажырагыс, дайыма бир убакта ишке ашырылат.

• Реакция учурунда ***калыбына келтиргич – кычкылданат,*** ал эми ***кычкылдандыргыч – калыбына келет.***

8.1.2. Кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларынын *түрлөрү*

Бул реакциялардын үч түрү белгилүү:

- ***молекулалардын ортосундагы;***
- ***молекулалар аралык;***
- ***Диспропорцияլануу*** *(өзү кычкылдануу-өзү калыбына келүү).*

• Эгерде кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргичтер ар түрдүү заттарда болсо, анда мындай реакциялар ***молекулалардын ортосундагы*** кычкылдануу - калыбына келүү реакциялары деп аталат.

$$2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 10K\overset{-}{I} + 8H_2SO_4 = 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + 5I_2^0 + 6K_2SO_4 + 8H_2O$$

$$4H\overset{-1}{CI} + \overset{+4}{Mn}O_2 \rightarrow CI_2^0 + \overset{+2}{Mn}CI_2 + 2H_2O$$

• Кычкылдандыргыч да, калыбына келтиргич да бир эле затта болсо, анда мындай реакциялар ***молекула ичиндеги*** кычкылдануу - калыбына келүү реакциялары деп аталат.

$$2K\overset{+5}{CI}\overset{-2}{O}_3 = 2K\overset{-1}{CI} + 3O_2^0$$

$$(\overset{-3}{N}H_4)_2\overset{+6}{Cr}_2O_7 = N_2^0 + \overset{+3}{Cr}_2O_3 + 4H_2O$$

• Бир эле элементтин атомдорунун кычкылдануу даражасынын бир эле убакта чоңоюп жана азайышы менен

жүргөн реакциялар ***диспропорциялануу реакциялары*** (өзү кычкылдануу - өзү калыбына келүү) деп аталат.

$$3H\overset{+3}{N}O_2 = H\overset{+5}{N}O_3 + 2\overset{+2}{N}O + H_2O$$

$$3K_2\overset{+6}{Mn}O_4 + 2H_2O = 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + \overset{+4}{Mn}O_2 + 4KOH$$

8.2. Негизги калыбына – келтиргичтер жана кычкылдандыргычтар

Заттардын калыбына келтиргич, кычкылдандыргыч касиеттери элементтердин атомдорунун кычкылдануу даражаларынан көз каранды.

Кычкылдандыргычтарга:

- Металл эместердин нейтралдуу атомдору, эң күчтүү кычкылдандыргычтарга F_2, Cl_2, Br_2, I_2, O_2 кирет;
- Жогорку кычкылтектүү кислоталар жана алардын туздары, *мисалы:* HNO_3, H_2SO_4 ***(конц.)***, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, $KClO_3$, $KBrO_3$, KIO_3. Ошондой эле кислоталык калдыктын атомдорунун кычкылдануу даражасынын төмөндүгүнө карабастан,туздардан: ***NaClO, NaBrO, NaIO*** кирет.
- Жогорку кычкылдануу даражасына ээ болгон металлдардын кошулмалары : $Fe(NO_3)_3$, MnO_2, PbO_2 кирет.
- Аралык кычкылдануу даражасына ээ болгон элементтер дин атомдору кирет.

Калыбына– келтиргичтерге:

- Металлдар, ошондой эле кээ бир металл эместер: **H,C,P,Si;**
- Кычкылдануунун терс даражасына ээ болгон металл эместердин атомдору;
- Кычкылдануунун аралык оң даражасына ээ болгон элементтердин атомдору;
- Фтордон башка бардык элементтердин нейтралдуу атомдору.

8.3. Кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларынын теңдемелерин түзүү

Кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларынын теңдемелерин түзүүдө ***эки метод*** колдонулат:

1. Электрондук баланс методу;

2. Жарым реакциялар методу (же иондук-электрондук).

Электрондук баланс методу. Бул методдо төмөндөгү эрежелер аткарылат:

- Алгачкы жана акыркы заттардагы атомдордун кычкылдануу даражалары салыштырылат;
- Калыбына келтиргич жоготкон электрондордун саны кычкылдандыргыч кошуп алган электрондордун санына барабар болуу керек;
- Теңдемени түзүү үчүн реакцияга кирүүчү заттардын жана пайда болгон продуктулардын формуласын билүү керек.

1. Электрондук баланс методу менен реакцияны теңдөө

$$K_2\overset{+6}{Cr_2}O_7 + 7H_2SO_4 + 6KI^{-1} \rightarrow \overset{+3}{Cr_2}(SO_4)_3 + 3I_2^0 + 4K_2SO_4 + 7H_2O$$

- Мында адегенде реакцияга катышкан жана реакциядан кийин пайда болгон заттардагы атомдордун кычкылдануу даражаларынын өзгөрүшүн аныктап чыгабыз.
- Кийинки этапта кычкылдануу жана калыбына келүү процесстеринин теңдемесин түзөбүз:

$Cr^{+6} + 3\bar{e} \rightarrow Cr^{+3}$ 3 | 2 калыбына – келүү

$2I^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow I_2^0$ 2 | 3 кычкылдануу

2. Жарым реакциялар методу же иондук- электрондук метод

- Бул методдо кычкылдануу жана калыбына - келүү процесстеринин иондук теңдемелери түзүлөт;
- андан кийин жалпы теңдемеге суммаланат.

$$K_2Cr_2O_7 + HI + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + I_2 + K_2SO_4 + H_2O$$

Реакциянын кыскача иондук теңдемесин жазабыз:

$$Cr_2O_7^{2-} + I^- + H^+ \rightarrow Cr^{3+} + I_2 + H_2O$$

Бул кыскартылган иондук теңдемеде бихромат иону $Cr_2O_7^{2-}$ Cr^{3+} ионуна чейин калыбына келет. Ал эми $Cr_2O_7^{2-}$ ионунун составына кирген кычкылтектин атому суутектин иону менен кошулуп, суунун молекуласын пайда кылат. Бул кычкылдануу жарым реакциясын элементтердин саны боюнча теңдеп, төмөндөгүдөй жазууга болот:

$$\underset{кычкылданган.форма}{Cr_2O_7^{2-}} + 14H^+ \rightarrow \underset{калыбына.келген.форма}{2Cr^{3+}} + 7H_2O$$

Эми заряддарынын суммасы боюнча теңдейбиз:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6\bar{e} \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad (1)$$

2- жарым иондук теңдеме: $2I^- \rightarrow I_2$

Заряддарын теңдейбиз, анда: $2I^- - 2\bar{e} \rightarrow I_2$

$$\underset{калыбына.келген.форма}{2I^-} - 2\bar{e} \rightarrow \underset{кычкылд.форма}{I_2} \quad (2)$$

Жарым реакциялардын теңдемелерин суммалап, жалпы теңдеме түрүндө жазабыз:

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6\bar{e} \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O \quad |\,1$$

$$2I^- - 2\bar{e} \rightarrow I_2 \quad |\,3$$

анда $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6I^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O + 3I_2$

Эми кычкылдануу - калыбына келүү реакциясын молекула түрүндө жазабыз:

$$K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 + 6KI \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3I_2 + 4K_2SO_4 + 7H_2O$$

8.4. Кычкылдануу- калыбына келүү реакцияларына чөйрөнүн тийгизген таасири

Кычкылдануу - калыбына келүү реакциялары түрдүү: ***кычкыл, щелочтуу*** жана ***нейтралдуу чөйрөлөрдө*** жүрүшү мүмкүн.Чөйрө атомдордун кычкылдануу даражаларынын өзгөрүшүнө таасирин тийгизет.

Мисалы: MnO_4^- иону ***кычкыл*** чөйрөдө Mn^{2+} чейин ***калыбына келет***, ***нейтралдуу*** чөйрөдө MnO_2 чейин, ал эми ***щелочтуу*** чөйрөдө MnO_4^{2-} чейин ***калыбына келет.***

1. *Кычкыл чөйрөдө:*

$$5Na_2\overset{+4}{S}O_3 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 3H_2SO_4 = 5Na_2\overset{+6}{S}O_4 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$$

$S^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow S^{+6}$ 2 | 5 кычкылдануу

$Mn^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$ 5 | 2 калыбына - келүү

же $SO_3^{2-} + MnO_4^- \rightarrow SO_4^{2-} + Mn^{2+} + ...$

$SO_3^{2-} + H_2O - 2\bar{e} \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$ | 5 кычкылдануу

$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$ | 2 калыбына-келүү

$$5SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 5SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 3H_2O$$

2. *Нейтралдуу чөйрөдө:*

$$3Na_2\overset{+4}{S}O_3 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + H_2O \rightarrow 3Na_2\overset{+6}{S}O_4 + 2\overset{+4}{Mn}O_2 + 2KOH$$

$S^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow S^{+6}$ 2 | 3 кычкылдануу

$Mn^{+7} + 3\bar{e} \rightarrow Mn^{+4}$ 3 | 2 калыбына - келүү

же $SO_3^{2-} + MnO_4^- \rightarrow SO_4^{2-} + MnO_2 + ...$

$SO_3^{2-} + H_2O - 2\bar{e} \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$ 2 | 3 кычкылдануу

$MnO_4^- + 2H_2O + 3\bar{e} \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$ 3 | 2 калыбына-келүү

$$3SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + H_2O \rightarrow 3SO_4^{2-} + 2MnO_2 + 2OH^-$$

3. *Щелочтуу чөйрөдө:*

$$Na_2\overset{+4}{S}O_3 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2MnO_4 + K_2\overset{+6}{Mn}O_4 + Na_2\overset{+6}{S}O_4 + H_2O$$

$S^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow S^{+6}$ 2 | 1 кычкылдануу

$Mn^{+7} + 1\bar{e} \rightarrow Mn^{+6}$ 1 | 2 калыбына - келүү

же $SO_3^{2-} + MnO_4^- \rightarrow SO_4^{2-} + MnO_4^{2-} + ...$

$SO_3^{2-} + 2OH^- - 2\bar{e} \rightarrow SO_4^{2-} + 2H_2O$ 2 | 1 кычкылдануу

$MnO_4^- + 1\bar{e} \rightarrow MnO_4^{2-}$ 1 | 2 калыбына-келүү

$$SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 2OH^- \rightarrow SO_4^{2-} + 2MnO_4^{2-} + H_2O$$

8.5. Кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргичтин эквиваленттери

Кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргич бири - бири менен алардын кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргич эквиваленттеринин катышы аркылуу өз ара аракеттенишет.

Кычкылдандыргычтын эквиваленти анын молекулалык массасын кычкылдандыргычтын 1 молекуласы кошуп алган электрондордун санына бөлгөндөгү катышына барабар:

$$Э_{кычкылдандыргыч} = \frac{M(кычкылдандыргыч)}{n(кошуп\ алган\ \bar{e}\ саны)} \qquad \textbf{(8.5.1.)}$$

Калыбына келтиргичтин эквиваленти анын молекулалык массасын калыбына келтиргичтин 1 молекуласы берген электрондордун санына бөлгөндөгү катышына барабар:

$$Э_{калыб.келтиргич} = \frac{M(к.келтиргич)}{n(берген\ \bar{e}\ саны)} \qquad \textbf{(8.5.2.)}$$

Мисалы: $2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 3K\overset{+3}{N}O_2 + H_2O = 2\overset{+4}{Mn}O_2 + 3K\overset{+5}{N}O_3 + 2KOH$

$$Э_{KMnO_4} = \frac{158}{3} = 52{,}7; \quad Э_{KNO_2} = \frac{85}{2} = 42{,}5;$$

189 - маселе. Төмөнкү кошулмалардагы хлордун кычкылдануу даражасын аныктагыла: $HClO, HClO_2, Cl_2O_7$.

Чыгарылышы: Молекуладагы атомдордун кычкылдануу даражаларынын алгебралык суммасы нөлгө барабар экендигин эске алып, андагы ар бир элементтин кычкылдануу даражасын аныктоого болот.

$$\overset{+1}{H}\overset{x}{Cl}\overset{-2}{O} \qquad \overset{+1}{H}\overset{x}{Cl}\overset{-2}{O_2} \qquad \overset{x}{Cl_2}\overset{-2}{O_7}$$

$$x + 1 - 2 = 0; \qquad x + 1 + 2(-2) = 0; \qquad 2x + 7(-2) = 0;$$

$$x = +1; \qquad x = +3; \qquad x = +7;$$

190 - маселе. Төмөндөгү процесстердин кайсынысы кычкылдануу, кайсынысы калыбына – келүүгө кирет:

$а)2O^{-2} \rightarrow O_2^0$; $б)N^{-3} \rightarrow N^{+2}$; $в)NO_3^- \rightarrow NO$; $г)C_2O_4^{2-} \rightarrow CO_2$.

Чыгарылышы: $а)2O^{-2} \rightarrow O_2^0$; кычкылтек өзүнүн кычкылдануу даражасы –2 ден 0 го чейин жогорулатат, б.а. 2 электронун

берет. Кычкылтектин молекуласы эки атомдон тургандыктан, анын молекуласын пайда кылуу үчүн кычкылдануу даражасы –2 ге барабар болгон кычкылтектин эки атому талап кылынат, жыйынтыгында 4 $\bar{e}$, б.а. $2O^{-2} - 4\bar{e} \rightarrow O_2^0$ кычкылдануу процесси.

$б)N^{-3} - 5\bar{e} \rightarrow N^{+2}$ кычкылдануу процесси;

$в)NO_3^- + 4H^+ + 3\bar{e} \rightarrow NO + 2H_2O$ калыбына – келүү процесси;

$г)C_2O_4^{2-} - 2\bar{e} \rightarrow 2CO_2$ кычкылдануу процесси.

191-маселе. Төмөндөгү реакциялардын кайсынысы кычкылдануу калыбына келүү реакцияларына кирет:

$а)AgNO_3 + HCI \rightarrow AgCI + HNO_3,$

$б)CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

$в)Na_2CO_3 + 2HCI \rightarrow 2NaCI + CO_2 + H_2O$

$г)2K_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2Cr_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O$

$д)2CuI_2 \rightarrow 2CuI + I_2$

$ж)4HCI + MnO_2 \rightarrow CI_2 + MnCI_2 + 2H_2O$

Чыгарылышы: д, ж – реакциялары, себеби бул реакциялар кычкылдануу даражаларынын өзгөрүшү менен жүрөт.

192 - маселе. Электрондук баланс методу менен кычкылдануу калыбына – келүү реакцияларын теңдегиле:

$а)NaBr + MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + Na_2SO_4 + Br_2 + H_2O$

$б)HCI + KMnO_4 \rightarrow CI_2 + MnCI_2 + KCI + H_2O$

$в)FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

Чыгарылышы:

$\boldsymbol{а)2NaBr^{-1} + \overset{+4}{Mn}O_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow \overset{+2}{Mn}SO_4 + Na_2SO_4 + Br_2^0 + 2H_2O}$

Кычкылдануу даражалары өзгөргөн элементтерди аныктап, кычкылдануу жана калыбына - келүү процесстеринин теңдемелерин түзөбүз:

$2Br^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow Br_2^0$ | 1 кычкылдануу

$Mn^{+4} + 2\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$ | 1 калыбына – келүү

$\boldsymbol{б)\ 16H\overset{-1}{CI} + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 \rightarrow 5CI_2^0 + 2\overset{+2}{Mn}CI_2 + 2KCI + 8H_2O}$

$2CI^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow CI_2^0$ 2 | 5 кычкылдануу

$Mn^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$ 5 | 2 калыбына–келүү

в) $\mathbf{10\overset{+2}{Fe}SO_4 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5\overset{+3}{Fe}_2(SO_4)_3 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 +}$
$\mathbf{+ K_2SO_4 + 8H_2O}$

$Fe^{+2} - 1\bar{e} \rightarrow Fe^{+3}$ 1 | 5 кычкылдануу

$Mn^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2}$ 5 | 1 калыбына – келүү

193 - маселе. Чөйрөнүн кычкылдуулугун эсепке алуу менен кычкылдануу жана калыбына - келүү жарым реакцияларынын теңдемелерин түзгүлө.

а) кычкыл чөйрө; б) нейтралдуу чөйрө; в) щелочтуу

а)	б)	в)
$NO_3^- \rightarrow NO_2$	$NO_2^- \rightarrow NO_3^-$	$CrO_2^- \rightarrow CrO_4^{2-}$
$MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$	$MnO_4^- \rightarrow MnO_2$	$SO_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$

Чыгарылышы: **а)** ***кычкыл*** *чөйрөдө* кычкылдандыргычтын кычкылтеги сууну пайда кылууга чыгымдалат. Адегенде атомдордун санын, андан соң заряддарынын суммасын теңдейбиз:

$NO_3^- + 2H^+ + \bar{e} \rightarrow NO_2 + H_2O$

$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+2} + 4H_2O$

б) ***нейтралдуу*** *чөйрөдө:*

NO_2^- – калыбына келтиргич, нейтралдуу чөйрөдө NO_3^- –чейин кычкылданат:

$NO_2^- + H_2O - 2\bar{e} \rightarrow NO_3^- + 2H^+$

MnO_4^- –кычкылдандыргыч, нейтралдуу чөйрөдө MnO_2 чейин калыбына келет:

$MnO_4^- + 2H_2O + 3\bar{e} \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$

в) ***щелочтуу*** *чөйрөдө:*

$CrO_2^- + 4OH^- - 3\bar{e} \rightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O$

$SO_3^{2-} + 2OH^- - 2\bar{e} \rightarrow SO_4^{2-} + H_2O$

194 - маселе. Иондук - электрондук метод менен кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларынын толук теңдемесин түзүп, теңдегиле:

1.$FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ 3.$Si + NaOH + H_2O \rightarrow$

2.$KClO_3 + HCl \rightarrow$ 4.$KNO_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow$

Чыгарылышы:1. MnO_4^- – кычкылдандыргыч, кычкыл чөйрөдө Mn^{2+} на чейин калыбына келет; Fe^{2+} – калыбына келтиргич Fe^{3+} чейин кычкылданат, андыктан реакциянын толук теңдемесин төмөндөгүдөй түзөбүз:

$$FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$$

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \quad | \; 2$$

$$2Fe^{2+} - 2\cdot 1\bar{e} \rightarrow 2Fe^{3+} \quad | \; 10$$

$$2MnO_4^- + 16H^+ + 10Fe^{2+} \rightarrow 2Mn^{2+} + 8H_2O + 10Fe^{3+}$$

Эми толук молекулалык теңдемесин жазабыз:

$$10FeSO_4 + 2KMnO_4^- + 8H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

2. CIO_3^- – кычкылдандыргыч, CI^- ионуна чейин калыбына келет, CI^- – калыбына келтиргич, CI_2 чейин кычкылданат:

$$KCIO_3 + HCI \rightarrow KCI + CI_2 + H_2O$$

$$CIO_3^- + 6H^+ + 6\bar{e} \rightarrow CI^- + 3H_2O \quad | \; 1$$

$$2CI^- - 2\bar{e} \rightarrow CI_2^0 \quad | \; 3$$

$$CIO_3^- + 6H^+ + 6CI^- \rightarrow CI^- + 3CI_2^0 + 3H_2O$$

$$KCIO_3 + 6HCI \rightarrow KCI + 3CI_2 + 3H_2O$$

3. H_2O – кычкылдандыргыч, H_2 ге чейин калыбына келет; Si – калыбына келтиргич, щелочтуу чөйрөдө SiO_3^{2-} чейин кычкылданат:

$$Si + NaOH + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + H_2$$

$$\mathbf{2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 + 2OH^-} \quad | \; 2$$

$$\mathbf{Si + 6OH^- - 4\bar{e} \rightarrow SiO_3^{2-} + 3H_2O} \quad | \; 1$$

$$4H_2O + Si + 6OH^- \rightarrow 2H_2 + 4OH^- + SiO_3^{2-}$$

$$4H_2O + Si + 6OH^- \rightarrow 2H_2 + 4OH^- + SiO_3^{2-}$$

суммалаганда: $Si + 2NaOH + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + 2H_2$

4. MnO_4^- – кычкылдандыргыч, нейтралдуу чөйрөдө MnO_2 ге чейин калыбына келет; NO_2^- – калыбына келтиргич, NO_3^- чейин кычкылданат:

$$KNO_2 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow KNO_3 + MnO_2 + KOH$$

$$MnO_4^- + 2H_2O + 3\bar{e} \rightarrow MnO_2 + 4OH^- \quad \Big| \; 2$$
$$NO_2^- + 2OH^- - 2\bar{e} \rightarrow NO_3^- + H_2O \quad \Big| \; 3$$

$$2MnO_4^- + H_2O + 3NO_2^- \rightarrow 2MnO_2 + 2OH^- + 3NO_3^-$$
$$3KNO_2 + 2KMnO_4 + H_2O \rightarrow 3KNO_3 + 2MnO_2 + 2KOH$$

195 - маселе. Электрондук баланс методу менен төмөндөгү кычкылдануу-калыбына келүү реакцияларын теңдегиле:

$1. P + HNO_3(конц.) + H_2O \rightarrow$

$2. K_2Cr_2O_7 + HClO_4 + HI \rightarrow$

$3. PbO_2 + MnSO_4 + HNO_3 \rightarrow$

Чыгарылышы: 1. N^{+5} кычкылдандыргыч, N^{+2} чейин калыбына келет; P^0 калыбына келтиргич, P^{+5} чейин кычкылданат, анда кычкылдануу - калыбына келүү реакциясынын теңдемеси:

$$P^0 + H\overset{+5}{N}O_3(конц.) + H_2O \rightarrow H_3\overset{+5}{P}O_4 + \overset{+2}{N}O$$

$$N^{+5} + 3\bar{e} \rightarrow N^{+2} \quad \Big| \; 5$$
$$P^0 - 5\bar{e} \rightarrow P^{+5} \quad \Big| \; 3$$

коэффициенттерди ордуна койгондо:

$$3P + 5HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 3H_3PO_4 + 5NO \uparrow$$

2. Cr^{+6} – кычкылдандыргыч, Cr^{+3} чейин калыбына келет, I^- – калыбына келтиргич, I_2^0 чейин кычкылданат, анда реакциянын теңдемеси:

$$K_2\overset{+6}{Cr}_2O_7 + 8HClO_4 + 6HI^{-1} \rightarrow 2\overset{+3}{Cr}(ClO_4)_3 + 2KClO_4 + 3I_2^0 + 7H_2O$$

$$Cr^{+6} + 3\bar{e} \rightarrow Cr^{+3} \quad \Big| \; 2$$
$$2I^- - 2\bar{e} \rightarrow I_2^0 \quad \Big| \; 3$$

3. Pb^{+4} – кычкылдандыргыч, кычкыл чөйрөдө Pb^{+2} чейин калыбына келет, Mn^{+2} – калыбына келтиргич Mn^{+7} чейин кычкылданат:

$$5\overset{+4}{Pb}O_2 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + 6HNO_3 \rightarrow 2H\overset{+7}{Mn}O_4 + 2\overset{+2}{Pb}SO_4 + 3Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$$

$$Pb^{+4} + 2\bar{e} \rightarrow Pb^{+2} \quad \Big| \; 5$$
$$Mn^{+2} - 5\bar{e} \rightarrow Mn^{+7} \quad \Big| \; 2$$

196 - маселе. Төмөндөгү кычкылдандыргычтардын эквиваленттерин эсептегиле: $K_2CrO_4, H_2SeO_4, KClO_3, NaClO$

Чыгарылышы: а) K_2CrO_4 кычкылдандыргыч катарында $3\bar{e}$ ду кошуп алат, б.а. CrO_4^{2-} $3\bar{e}$ ду кошуп алуу менен калыбына келет:

$CrO_4^{2-} + 8H^+ + 3\bar{e} \rightarrow Cr^{3+} + 4H_2O$; ошондуктан $Э_{K_2CrO_4} = \frac{194}{3} = 64{,}6$

б) H_2SeO_4 гы SeO_4^{2-} иону кычкылдандыргыч катарында $8\bar{e}$ ду кошуп алуу менен калыбына келет:

$$SeO_4^{2-} + 10H^+ + 8\bar{e} \rightarrow H_2Se + 4H_2O; Э_{H_2SeO_4} = \frac{145}{8} = 18{,}1$$

в) $KClO_3$; ClO_3^- иону калыбына келүү менен $6\bar{e}$ ду кошуп алат:

$$ClO_3^- + 6H^+ + 6\bar{e} \rightarrow Cl^- + 3H_2O; Э_{KClO_3} = \frac{122{,}5}{6} = 20{,}4$$

г) $NaClO; ClO^-$ иону калыбына келүү менен $2\bar{e}$ ду кошуп алат:

$$ClO^- + 2H^+ + 2\bar{e} \rightarrow Cl^- + H_2O; Э_{NaClO} = \frac{74{,}5}{2} = 37{,}25$$

Жообу: 64,6; 18,1; 20,4; 37,25

197 - маселе. Төмөндөгү калыбына келтиргичтердин эквиваленттерин эсептегиле: а)K_2SO_3; б)$FeCO_3$; в)$SnCl_2$; г)H_3PO_3

Чыгарылышы: а) SO_3^{2-} иону кычкылдануу менен SO_4^{2-} ионуна өтөт, б.а. $2\bar{e}$ нун жоготот:

$$SO_3^{2-} + H_2O - 2\bar{e} \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+; Э_{K_2SO_3} = \frac{158}{2} = 79;$$

$$б) Fe^{+2} - 1\bar{e} \rightarrow Fe^{+3}; Э_{FeCO_3} = M_{FeCO_3} = 115{,}8$$

$$в) Sn^{+2} - 2\bar{e} \rightarrow Sn^{+4}; Э_{SnCl_2} = \frac{189{,}7}{2} = 94{,}8$$

$$г) PO_3^{3-} + H_2O - 2\bar{e} \rightarrow PO_4^{3-} + 2H^+; Э_{H_3PO_3} = \frac{82}{2} = 41$$

Жообу:79; 115,8; 94,8; 41

198 - маселе. $KMnO_4$ кычкыл чөйрөдө – Mn^{2+}, нейтралдуу жана начар щелочтуу чөйрөдө – MnO_2, ал эми щелочтуу

чөйрөдө – MnO_4^{2-} ионуна чейин калыбына келет. Ар бир учур үчүн $KMnO_4$ түн эквивалентин эсептегиле. 6,32г калийдин перманганаты $KMnO_4$ ар бир учур үчүн эквиваленттин молунун кандай үлүшүн түзөт?

Чыгарылышы: 1. MnO_4^- иону кычкыл чөйрөдө калыбына- келүү менен $5\bar{e}$ ду кошуп алат, б.а.

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5\bar{e} = Mn^{2+} + 4H_2O$$

$KMnO_4$ түн эквивалентин табуу үчүн, анын молекулалык массасын кошуп алган электрондордун санына $5\bar{e}$ бөлүп табабыз:

$$Э_{KMnO_4} = \frac{M_r(KMnO_4)}{5} = \frac{158}{5} = 31{,}6$$

2. $MnO_4^- + 2H_2O + 3\bar{e} = MnO_2 + 4OH^-$; $Э_{KMnO_4} = \frac{158}{3} = 52{,}7$

3. $MnO_4^- + \bar{e} = MnO_4^{2-}$; $Э_{KMnO_4} = \frac{158}{1} = 158$

1 – учур үчүн: $\nu_Э = \frac{6{,}32}{31{,}6} = 0{,}2 моль;$

2 – учур үчүн: $\nu_Э = \frac{6{,}32}{52{,}7} = 0{,}12 моль;$

3 – учур үчүн: $\nu_Э = \frac{6{,}32}{158} = 0{,}04 моль;$

Жообу: 31,6; 52,7; 158; 0,2 моль; 0,12 моль; 0,04 моль

199 - маселе. Төмөндөгү кычкылдандыргычтардын саны канча эквиваленттин молун түзүшөт:

а)85*г* 12%-түү HNO_3; *б*)15*г* Na_2O_2

Чыгарылышы:

а) 1. $12\% = \frac{m(HNO_3)}{85г} \cdot 100\%;\ m(HNO_3) = \frac{12 \cdot 85}{100} = 10{,}2г HNO_3$

2. $NO_3^- + 4H^+ + 3\bar{e} \rightarrow NO + 2H_2O$;

Кычкылдандыргычтын эквивалентин табабыз: $Э_{HNO_3} = \frac{63}{3} = 21;$

Эквиваленттин молун аныктайбыз: $\nu_Э = \frac{10,2}{21} = 0,48 моль$;

б) $2O^{-1} - 2\bar{e} \rightarrow O_2^0$ $Э_{Na_2O_2} = \frac{78}{2} = 39$;

Эквиваленттин молу: $\nu_Э = \frac{15}{39} = 0,77 моль$;

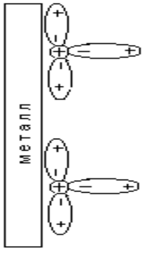
Жообу: а) 0,48моль; б) 0,38моль

8.6. Гальваникалык элементтер. Металлдардын чыңалуу катары

Химиялык энергияны электр энергиясына айландыруучу эки электроддон турган система ***гальваникалык элемент*** деп аталат (итал. окумуштуу Гальванинин ысмы менен).

Гальваникалык элементтердеги кычкылдануу-калыбына келүү реакциялары кычкылдандыргыч менен калыбына келтиргичти туташтырган металлдык өткөргүч аркылуу ишке ашырылат. Гальваникалык элементтин иштөө механизми металлдын кристаллдык структурасы менен тыгыз байланышта. Металлдардын кристаллдык торчосунун түйүндөрүндө иондор жайгашкандыгы белгилүү. Эгерде металл пластинкасын сууга салып көрсөк, анда суунун уюлдуу молекулаларынын таасири астында пластинканын бетинен металлдардын гидратташкан иондору суунун чөйрөсүнө өтө баштайт. Иондордун сууга өтүшүнүн натыйжасында металлда ашыкча эркин электрондор пайда болот да металл терс заряддалып калат.

Металлдын сууга тийген бети менен суудагы металлдардын иондорунун ортосундагы электростатикалык тартылуу күчүнүн таасири астында кош электрлүү катмар пайда болот.



12 - сүрөт. Металлдын сырткы катмарында иондор менен суунун молекуласынын өз ара аракеттенишүү схемасы

Металл - суу системасындагы теңдештик төмөндөгү теңдеме менен туюнтулат: $Me + H_2O \Leftrightarrow [Me(H_2O)_m]^{n+} + n\bar{e}$

мында Me – металлдын атомдору; $[Me(H_2O_m)]^{n+}$ – металлдын суудагы гидратташкан иондору;

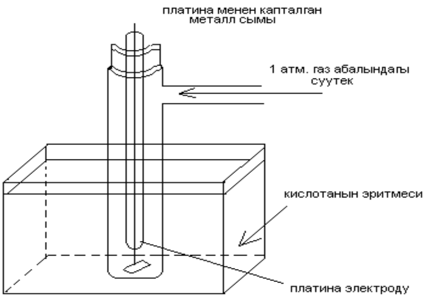
$n\bar{e}$ – металл пластинкасындагы электрондорудун саны.

Металлды өзүнүн тузунун эритмесине салганда да ушундай эле кубулуш байкалат. Активдүү металлдар өздөрүнүн туздарынын эритмелеринде терс, ал эми металлдык активдүүлүгү өтө аз металлдар оң заряддалышы мүмкүн.

Ошентип, металл менен аны курчап турган суюк чөйрөнүн ортосунда пайда болгон потенциалдардын айырмасы **электроддук потенциал (φ)** деп аталат. Ар бир металлдын электроддук потенциалдарынын абсолюттук маанисин түздөн-түз ченеп алууга мүмкүн эмес.

Металлдардын электроддук потенциалдарын стандарттык суутектик электродго салыштыруу аркылуу табышат.

Стандарттык суутектик электрод деп, концентрациясы $[H^+] = 1моль$ болгон күкүрт кислотасынын эритмесине салынган атайылап жасалган платинадан турган пластинка эсептелет.



13- сүрөт. Суутектик электрод

Стандарттык суутектик электроддо потенциал төмөндөгүчө пайда болот: платина пластинкасына адсорбцияланган газ абалындагы суутек атомардык абалга өтөт:

$$H_2^0 \Leftrightarrow 2H^0$$

Платинадагы атомардык суутек менен эритмедеги суутектин иондорунун ортосунда динамикалык тең салмактуулук пайда болот:

$$H^0 \Leftrightarrow H^+ + \bar{e}$$

2 процесстин суммасы: $H_2^0 \Leftrightarrow 2H^+ + 2\bar{e}$

Платина кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларына катышпайт, атомардык суутекти ташуучу заттын ролун аткарат.

Температурасы 25^0С, концентрациясы $[Me^{+n}] = 1 моль/л$ болгон өзүнүн тузунун эритмесине салынган металл менен стандарттык суутектик электроддун ортосунда пайда болгон гальваникалык элементтин электр кыймылдаткыч күчү (э.к.к.) металлдын ***стандарттык потенциалы*** деп аталып, ***Нернстин*** *(1864-1941, Германия)* теңдемеси менен туюнтулат:

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{RT}{nF} \cdot \ln C \quad же \quad \varphi = \varphi_0 + \frac{RT}{nF} \cdot \lg C \qquad (8.6.1.)$$

мында $\varphi -$ электроддук потенциал;

φ_0 *– берилген электрод үчүн мүнөздүү болгон туруктуу чоңдук;*

φ_0 *– берилген электрод үчүн мүнөздүү болгон туруктуу чоңдук;*

R – универсалдуу газ туруктуулугу, 8,31дж/моль·К;

T – абсолюттук температура; $n -$ электрондордун саны;

F – Фарадей саны, 96500к;

$c -$ эритмедеги металлдардын иондорунун концентрациясы, моль/л.

R, T, φ нин маанилерин койсок, анда төмөндөгү теңдемени алабыз:

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{0,059}{2} \lg c \qquad (8.6.2.)$$

Эгерде металлдарды алардын электроддук стандарттык потенциалдарынын өсүү тартибине карата жайгаштырсак, анда металлдардын ***электрохимиялык чыңалуу катары*** пайда болот.

$Li, Rb, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, AI, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb,$
$H, Sb, Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au$

$\underset{-3,02}{Li};\ \underset{-2,99}{Rb};\ \underset{-2,92}{K};\ \underset{-2,90}{Ba};\ \underset{-2,89}{Sr};\ \underset{-2,87}{Ca};\ \underset{-2,71}{Na};\ \underset{-2,36}{Mg};\ \underset{-1,67}{AI};\ \underset{-1,05}{Mn};\ \underset{-0,76}{Zn};\ \underset{-0,71}{Cr};\ \underset{-0,44}{Fe};\ \underset{-0,40}{Cd};\ \underset{-0,25}{Ni};\ \underset{-0,14}{Sn};\ \underset{-0,13}{Pb};$

$\underset{0,0}{H};\ \underset{+0,23}{Bi};\ \underset{+0,34}{Cu};\ \underset{+0,86}{Hg};\ \underset{+0,80}{Ag};\ \underset{+1,20}{Pt};\ \underset{+1,42}{Au}$

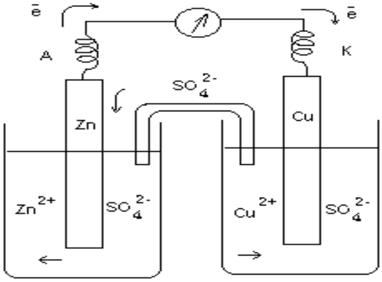
Бул катар металлдардын химиялык касиетин мүнөздөйт.

1. Канчалык металлдын электроддук потенциалы терс болсо, анын калыбына келтиргичтик жөндөмдүүлүгү ошончолук жогору болот.

2. Ар бир металл өзүнөн кийин жайгашкан металлдарды алардын туздарынын эритмелеринен сүрүп чыгарып, калыбына келтире алат.

3. Терс стандарттык электроддук потенциалга ээ болгон бардык металлдар суутекти эритмеден сүрүп чыгарып, калыбына келтире алат.

Өздөрүнүн туздарынын эритмелерине салынган эки металлды туташтыруудан пайда болгон химиялык энергияны электр энергиясына өткөрүүчү жарым элементти ***гальваникалык элемент*** деп атайбыз.



14 - сүрөт. Даниэл-Якобинин гальваникалык элементинин схемасы.

14-сүрөттө Даниэл-Якобинин гальваникалык элементинин схемасы берилген. Цинктен жасалган электродду өзүнүн тузунун эритмесине салсак, анда цинк кычкылданып, оң ионго айланат:

$Zn^0 - 2\bar{e} \rightarrow Zn^{+2}$ кычкылданат (1) (аноддук процесс)

Ал эми жезден жасалган электродду өзүнүн тузунун эритмесине $CuSO_4$ салсак, анда жез калыбына келет:

$Cu^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow Cu^0$ калыбына келет (2) (катоддук процесс)

эки процессти суммалаганда: $Zn^0 + Cu^{+2} = Zn^{+2} + Cu^0$

молекулалык теңдемеси: $Zn + CuSO_4 = ZnSO_4 + Cu$

Гальваникалык элементти схемалык түрдө сүрөттөөдө металл менен электролиттин ортосундагы чек тик сызык менен, ал эми электролиттердин эритмелеринин ортосундагы чек эки тик сызык менен белгиленет, биздин схемада:

$$Zn / ZnSO_4 // CuSO_4 / Cu$$

же ион түрүндө:

$$Zn / Zn^{2+} // Cu^{+2} / Cu$$

Электр кыймылдаткыч күчү төмөндөгү формула менен аныкталат:

$$\textbf{ЭКК} = \varphi^0_{кычкылдануу} - \varphi^0_{к.келуу} \qquad \textbf{(8.6.3.)}$$

мында $\varphi^0_{кычкылд.}$ *– кычкылдандыргычтын потенциалы;*

$\varphi^0_{калыб.келуу}$ – *калыбына келтиргичтин потенциалы*

200 - маселе. Эгерде Mg^{2+} иондорунун концентрациялары 0,1; 0,01 жана 0,001моль/л болсо, анда өзүнүн тузунун эритмесиндеги магнийдин электроддук потенциалдарын эсептегиле.

Чыгарылышы: Таблицадан магнийдин стандарттык электроддук потенциалынын маанисин табабыз, ал $\varphi_0(Mg) = -2{,}34в$ барабар. Металлдардын электроддук потенциалдарын эсептеп чыгарууда Нернстин теңдемесин колдонобуз:

$$\varphi = \varphi_0 + \frac{0{,}059}{n} \lg \cdot c$$

а) $[Mg^{2+}] = 0{,}1 моль/л$ *болгондо*

$$\varphi_{Mg} = -2{,}36 + \frac{0{,}059}{2} \ell g 0{,}1 = -2{,}36 + 0{,}0295 \cdot (-1) = -2{,}39в$$

б) $[Mg^{2+}] = 0{,}01 моль/л$ *болгондо*

$$\varphi_{Mg} = -2{,}36 + \frac{0{,}059}{2} \ell g 0{,}01 = -2{,}36 + 0{,}0295 \cdot (-2) = -2{,}42в$$

в) $[Mg^{2+}] = 0{,}001 моль/л$ *болгондо*

$$\varphi_{Mg} = -2{,}36 + \frac{0{,}059}{2}\ell g0{,}001 = -2{,}36 + 0{,}0295 \cdot (-3) = -2{,}45в$$

Жообу: -2,39в; -2,42в; -2,45в

201 - маселе. Төмөндөгү процесстер үчүн $KMnO_4$ кычкылдандыргыч катарында пайдаланууга болобу?

а) $HNO_2 + H_2O - 2\bar{e} \rightarrow NO_3^- + 3H^+$;

б) $2H_2O - 2\bar{e} \rightarrow H_2O_2 + 2H^+$;

в) $H_2S - 2\bar{e} \rightarrow S + 2H^+$

Чыгарылышы: Кычкылдануу – калыбына келүү реакцияларынын багытын аныктоо үчүн гальваникалык элементтин ЭКК табуу керек,

$$\boldsymbol{ЭКК = \varphi^0_{кычкылдануу} - \varphi^0_{к.келуу}}$$

Эгерде E > 0 болсо, анда реакция жүрүшү мүмкүн.

а) $HNO_2 + H_2O = NO_3^- + 3H^+ = +1{,}510в$

$HNO_2 + H_2O / NO_3^- + 3H^+ // MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O$

ЭКК $= 0{,}940 - 1{,}510 = -0{,}57в$

б) $2H_2O - 2\bar{e} = H_2O_2 + 2H^+ = +1{,}776$

$2H_2O / H_2O_2 + 2H^+ // MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O$

$ЭКК = 0{,}940 - 1{,}776 = -0{,}836в$

в) $H_2S - 2\bar{e} = S + 2H^+ = +0{,}141$

$H_2S / S // MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O$

$ЭКК = 0{,}940 - 0{,}141 = +0{,}80в$

Жообу: Калийдин перманганаты $KMnO_4$ 3-учур үчүн гана кычкылдандыргыч катарында колдонулат.

202 - маселе. Жездин сульфатынын $CuSO_4$ эритмесине темир пластинкасы салынган. Бир аз убакыттан кийин пластинканы эритмеден чыгарып, жууп, кургатып, таразага тартканда анын массасы 0,6г га көбөйгөн. Бул кубулушту түшүндүрүп, эсептөөлөрдү жүргүзгүлө.

Чыгарылышы:1.Эки электрохимиялык системалардын стандарттык электроддук потенциалдарын салыштырабыз:

$Fe^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Fe; \quad \varphi^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0{,}440в;$

$Cu^{2+} + 2\bar{e} \to Cu; \quad \varphi^0_{Cu^{2+}/Cu} = +0{,}337в;$

мында $\varphi^0_{Fe^{2+}/Fe} < \varphi^0_{Cu^{2+}/Cu}$, гальваникалык элементтеги электрондор темир электродунан жезди көздөй өтө баштайт,

$$Fe \to Fe^{2+} + 2\bar{e}$$

$$Cu^{2+} + 2\bar{e} \to Cu$$

суммалык теңдемеси: $Fe + Cu^{2+} = Fe^{2+} + Cu$

$$2.\ m_Э(Fe) = 28; \quad m_Э(Cu) = 32;$$

$$\Delta m = m_Э(Cu) - m_Э(Fe) = 32 - 28 = 4$$

$$\frac{\Delta m}{0{,}6г} = \frac{m_Э(Cu)}{m(Cu)} \Rightarrow \quad m(Cu) = \frac{0{,}6 \cdot 32}{4} = 4{,}8гCu$$

Жообу: 4,8гCu

203 - маселе. Эки электрохимиялык система берилген:

$$Cr^{3+} + 3\bar{e} \to Cr^0$$

$$MnO_2 + 4H^+ + 2\bar{e} \to Mn^{2+} + 4H_2O$$

Бул системалардан түзүлгөн гальваникалык элементтин стандарттык ЭКК эмнеге барабар?

Чыгарылышы: Системалардын стандарттык электроддук потенциалдарын таблицадан табабыз:

$$\varphi^0_{Cr^{3+}/Cr} = -0{,}744; \quad \varphi^0_{MnO_2+4H^+/Mn^{2+}} = +1{,}23$$

Гальваникалык элементтин ЭКК төмөндөгү формула менен аныкталат:

$$ЭКК = \varphi^0_{кычкылд.} - \varphi^0_{калыб.келтиргич}; \quad ЭКК = -0{,}744 - 1{,}23 = -1{,}974в$$

Жообу:-1,974в

204 - маселе. Эгерде суутек электродунун потенциалы– 2,36мВ го барабар болсо, суутек иондорунун H^+ активдүүлүгүн эсептегиле.

Чыгарылышы: $-2{,}36мВ = -0{,}236в$

$\varphi = -0{,}059pa_{H^+}$ теңдемесинен: $pa_{H^+} = -\frac{\varphi}{0{,}059} = +\frac{0{,}236}{0{,}059} = 4;$

$$pa_{H^+} = 4; \quad pa_{H^+} = -\lg[H^+]; \quad [H^+] = 10^{-4};$$

Жообу: 10^{-4}

8.7. Электролиз. Электролиз закондору

Эритмелер же балкыган электролиттер аркылуу электр тогу өткөндө электроддо жүрүүчү кычкылдануу - калыбына келүү процесстери ***электролиз*** деп аталат.

Электролиздин маңызы **-** химиялык реакциялардын электр энергиясынын эсебинен – ***катоддо*** калыбына - келүүнү жана ***аноддо*** – кычкылданууну иш жүзүнө ашырууда турат. Бул учурда катод электрондорду катиондорго берет, ал эми анод аниондордон электрондорду кабыл алат.

Электролиз учурунда катод ***калыбына – келтиргич*** болуп эсептелет, себеби ал катиондорго электрондорун берет, ал эми анод болсо ***кычкылдандыргыч*** болуп эсептелет, себеби ал аниондордон электрондорду кабыл алат.

Заттардын балкып эригендеги жана суудагы эритмелеринин электролиз процесстеринин ортосунда айырмачылыктар бар. Заттардын балкып эриген абалында электроддордо электролиттердин иондору гана катышат (башка иондор жок). Ал эми суудагы эритмелердин электролизинде электролиттин иондорунан башка суунун молекулалары да катышат. Ошондуктан электролиз процессинде төмөндөгү эрежелер эске алынат:

1. Туздардын балкып эриген электролизинде металлдардын электрохимиялык чыңалуу катарында металлдардын ээлеген ордуна карабастан катоддо ар дайым *металлдын ионунун калыбына – келүү* процесси жүрөт.

2. Электролиттердин суудагы эритмелеринин электролизинде катоддогу процесс металлдардын электрохимиялык чыңалуу катарындагы металлдардын активдүүлүк катарынан көз каранды.

а) Стандарттык электроддук потенциалдары аз болгон металлдардын катиондору катоддо калыбына келбейт, алардын ордуна суунун молекулалары калыбына келет (Li^{+} баштап AI^{3+} кошо эсептегенде).

б) Стандарттык электроддук потенциалдары суутектикинен аз, бирок алюминийдикинен чоң болгон металлдардын

катиондору электролиз учурунда катоддо бир эле учурда суунун молекулалары менен калыбына келишет (Mn^{2+} нан H^{+} на чейин).

в) Суутектин стандарттык электроддук потенциалдарынан чоң болгон металлдардын катиондору (Cu^{2+} нан Pt^{4+} на чейин) электролиз учурунда катоддо толугу менен калыбына келет (табл. 6).

Туздардын суудагы эритмелеринин катоддук процесстери.

Таблица 6. Металлдардын электрохимиялык чыңалуу катары

Li	**Rb**	**K**	**Ba**	**Sr**	**Ca**	**Na**	**Mg**	**AI**
-3,02	**-2,99**	**-2,92**	**-2,90**	**-2,89**	**-2,87**	**-2,71**	**-2,36**	**-1,67**
Me^{n+} *калыбына келбейт* $2H_2O + 2\bar{e} = H_2\uparrow + 2OH^-$								

Mn	**Zn**	**Cr**	**Fe**	**Cd**	**Ni**	**Sn**	**Pb**
-1,05	**-0,76**	**-0,71**	**-0,44**	**-0,40**	**-0,25**	**-0,14**	**-0,13**
$Me^{2+} + n\bar{e} = Me^0$ $2H_2O + 2\bar{e} = H_2\uparrow + 2OH^-$							

H	**Cu**	**Hg**	**Ag**	**Pt**	**Au**
-	**+0,34**	**+0,86**	**+0,80**	**+1,20**	**+1,42**
$Me^{n+} + n\bar{e} = Me^0$ *Суунун молекуласы калыбына келбейт*					

Аноддогу процесстер аниондун жаратылышынан көз каранды. Аноддор эрибөөчү жана эрүүчү болуп бөлүнүшөт.

Эрибөөчү аноддор көмүрдөн, графиттен, платинадан, иридийден жасалат. Эрибөөчү аноддо электролиз процессинде аниондор же суунун молекулалары кычкылданат. Бул учурда кычкылтексиз кислоталардын аниондорунун $(M: S^{2-}, I^-, Br^-, CI^-)$ концентрациялары жетиштүү болсо, оңой кычкылданышат.

Эгерде эритмеде кычкылтектүү кислоталардын аниондору $(M: SO_4^{2-}, NO_3^-, CO_3^{2-}, PO_4^{3-})$ болсо, анда аноддо бул иондор эмес, суунун молекулалары кычкылтекти бөлүп чыгаруу менен кычкылданат.

Эрүүчү аноддор жезден, күмүштөн, цинк, кадмий, никель, темир ж.б. жасалат. Эрүүчү анод электролизде өзү кычкылданат б.а. сырткы чынжырга электрондорду жиберет. Электронду бергенде электрод менен эритменин ортосундагы тең салмактуулук жылышат жана анод эрийт:

$$\underset{\substack{\text{аноддун}\\ \text{металлы}}}{Me} \Leftrightarrow \underset{\substack{\text{эритмеге}\\ \text{кетет}}}{Me^{n+}} + \underset{\substack{\text{чынжырга}\\ \text{кетет}}}{n\bar{e}}$$

Фарадей электролиз учурундагы сандык катыштарды туюндурган эки законду ачкан.

Фарадейдин (1833, Англия) 1- закону: Электролиз учурунда пайда болгон заттын массасы, эритме аркылуу өткөн электр тогунун санына түз пропорциялаш:

$$\boldsymbol{m = k \cdot Q} \qquad \textbf{(8.7.1.)}$$

мында m – электролиздин продуктусунун массасы;

Q – эритме аркылуу өткөн электр тогунун саны;

k – электрохимиялык коэффициент.

Эгерде электр тогунун санын кулон аркылуу туюнтсак,

$Q = I \cdot \tau$, анда $\boldsymbol{m = k \cdot I \cdot \tau}$ **(8.7.2.)**

мында I – *ток күчү;* τ – *убакыт.*

Фарадейдин 2 - закону: Бирдей эле сандагы электр тогу ар башка электролиттердин эритмесинен өздөрүнүн химиялык эквивалентине түз пропорциялаш болгон массадагы заттын санын бөлүп чыгарат.

Эксперименталдык жактан белгилүү болгондой, эритме аркылуу 96500Кл электр тогу өткөндө ар кайсы заттардын 1 г-эквиваленти бөлүнүп чыгат. Бул электр тогунун саны ***Фарадейдин саны*** деп аталат.

$$\boldsymbol{m = \frac{Э \cdot Q}{F}} \text{ же } Q = I \cdot t \text{ болгондуктан } \boldsymbol{m = \frac{Э \cdot I \cdot t}{96500}} \qquad \textbf{(8.7.3.)}$$

мында m – *кычкылданган же калыбына келген заттын массасы;*

Э – заттын эквиваленттик массасы;

Q – электр тогунун саны; F – Фарадей саны, 96500Кл.

205 - маселе. а) Калийдин хлоридинин KCl; б) натрийдин гидроксидинин NaOH балкып эригендеги электролизинин схемасын түзгүлө.

Чыгарылышы: а) Электр тогунун жардамы менен балкыган эритмедеги Na^+ иондору катодго тартылып, электрондорду кошуп алып, калыбына келет. Ал эми Cl^- иондору анодго жакындап келип, өзүнүн электрондорун берүү менен кычкылданат. Бул процессти төмөндөгү схема менен көрсөтүүгө болот:

$$KCI \overset{t^0}{\Leftrightarrow} \underset{\substack{катод(-) \\ (калыбына-келтиргич) \\ K^+ + \bar{e} \to K^0}}{K^+} + \underset{\substack{анод(+) \\ (кычкылдандыргыч) \\ 2CI^- - 2\bar{e} \to CI_2^0 \uparrow}}{CI^-}$$

Электролиз реакциясынын суммалык теңдемеси:

$$K^+ + \bar{e} \to K^0 \quad | 2$$
$$2CI^- - 2\bar{e} \to CI_2^0 \quad | 1$$

$$2K^+ + 2CI^- = 2K^0 + CI_2^0$$

же $2KCI \overset{электролиз}{\to} 2K + CI_2 \uparrow$

б) $$NaOH \Leftrightarrow \underset{\substack{катод(-) \\ (калыбына-келтиргич) \\ Na^+ + \bar{e} \to Na^0}}{Na^+} + \underset{\substack{анод(+) \\ (кычкылдандыргыч) \\ 4OH^- - 4\bar{e} \to O_2 + 2H_2O}}{OH^-}$$

Суммалык теңдемеси:

$$Na^+ + \bar{e} \to Na^0 \quad | 4$$
$$4OH^- - 4\bar{e} \to O_2 + 2H_2O \quad | 1$$

$$4Na^+ + 4OH^- \overset{электролиз}{\to} 4Na^0 + O_2 + 2H_2O$$

же $4NaOH \overset{электролиз}{\to} 4Na + O_2 + 2H_2O$

206 - маселе. а) KCI дун; $Cu(NO_3)_2$ нин суудагы эритмелеринин электролизинин схемаларын түзгүлө.

Чыгарылышы: а) KCI дун балкып эриген эритмесинен айырмаланып, KCI дун суудагы эритмесинде катоддо Na^+ иондору калыбына келбейт, себеби суунун молекулары жеңил калыбына келет, ошондуктан катоддук процесс төмөндөгүдөй жүрөт, же электролиздин схемасы:

катоддо: $2H_2O + 2\bar{e} \to H_2 \uparrow + 2OH^-$

аноддо: $2CI^- - 2\bar{e} \to CI_2 \uparrow$

ион түрүндө: $2CI^- + 2H_2O \to CI_2 \uparrow + H_2 \uparrow + 2OH^-$

же молекулалык түрдө: $2KCI + 2H_2O \overset{электролиз}{\to} CI_2 \uparrow + H_2 \uparrow + 2KOH$

б) $Cu(NO_3)_2$ эритмеде иондорго диссоциацияланат:

$$Cu(NO_3)_2 \Leftrightarrow Cu^{2+} + 2NO_3^-$$

катоддо: $Cu^{2+} + 2\bar{e} \to Cu^0 \quad | \ 2$

аноддо: $\underline{2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2^0 \uparrow + 4H^+}$ | 1

суммалык иондук теңдемеси: $2Cu^{2+} + 2H_2O \rightarrow 2Cu^0 + O_2^0 \uparrow + 4H^+$

молекулалык теңдемеси:

$$2Cu(NO_3)_2 + 2H_2O \xrightarrow{электролиз} O_2^0 \uparrow + 2Cu + 4HNO_3$$

207 - маселе. Кальцийдин нитратынын $Ca(NO_3)_2$ суудагы эритмесинин электролизинин схемасын түзгүлө.

Чыгарылышы: $Ca(NO_3)_2$ сууда эригенде төмөндөгү иондорго диссоциацияланат: $Ca(NO_3)_2 \leftrightarrow Ca^{2+} + 2NO_3^-$

Катоддо Ca^{2+} иондорунун калыбына келүүсү жүрбөйт, себеби кальций металлдардын электрохимиялык чыңалуу катарында алюминийдин сол жагында турат, ал эми аноддо NO_3^- ионунун кычкылдануусу жүрбөйт.

катоддо: $2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2 \uparrow + 2OH^-$ |2

аноддо: $\underline{2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2^0 \uparrow + 4H^+}$ |1

$$4H_2O + 2H_2O \rightarrow 2H_2 \uparrow + O_2^0 \uparrow + 4H_2O$$

$$2H_2O \xrightarrow{электролиз} 2H_2 \uparrow + O_2^0 \uparrow$$

Мында туздун молекулалары электролиз процессине катышпайт да, суунун электролизи жүрөт. Туз болсо суунун электр өткөрүмдүүлүгүн жогорулатуу үчүн колдонулат.

208 - маселе. 16г $CuSO_4$ нын суудагы эритмесин электролиздегенде катоддо бөлүнүп чыккан жездин массасын эсептегиле. Бул учурда аноддо кайсы газ (н.ш.) кандай көлөмдө бөлүнүп чыгат?

Чыгарылышы: 1) Жездин сульфатынын суудагы эритмесинин диссоциациясы: $CuSO_4 \Leftrightarrow Cu^{2+} + SO_4^{2-}$

катоддо: $Cu^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow Cu^0$ | 2

аноддо: $\underline{2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2^0 \uparrow + 4H^+}$ |1

суммалык иондук теңдемеси:

$$2Cu^{2+} + 2H_2O \rightarrow 2Cu^0 + O_2^0 \uparrow + 4H^+$$

Молекулалык теңдемеси:

$$CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{электролиз} O_2^0\uparrow + 2Cu + 2H_2SO_4$$

2. Маселенин шартына ылайык, пропорция түзөбүз:

$$\underset{159,5\cdot 2}{\overset{16г}{2CuSO_4}} + 2H_2O \xrightarrow{электролиз} \underset{63,5\cdot 2}{2Cu} + \underset{22,4л}{O_2}\uparrow + H_2SO_4$$

$$\frac{16гCuSO_4}{319гCuSO_4} = \frac{xгCu}{127гCu};\ x = \frac{16г\cdot 127г}{319г} = 6{,}369г \approx 6{,}4гCu$$

3. $$\frac{16гCuSO_4}{319гCuSO_4} = \frac{xлO_2}{22{,}4лO_2};\ x = \frac{16г\cdot 22{,}4л}{319г} = 1{,}12лO_2;\ V(O_2) = 1{,}12л$$

Жообу: 6,4гCu; 1,12лO_2

209- маселе. 8А ток күчүн электролиттин эритмеси аркылуу өткөргөндө 2 саат 24 мин. 45 сек ичинде эритмеден 6,48г металл бөлүнүп чыгат. Бул металлдын эквиваленттик массасын эсептегиле.

Берилди: $I = 8A;\ m = 6{,}48г;\ \tau = 2с.24мин.45сек. = 8685сек;$

Табуу керек: $Э - ?$

Чыгарылышы: Фарадейдин 2- законунун негизинде металлдын эквиваленттик массасын аныктайбыз:

$$m = \frac{Э\cdot I\cdot\tau}{F};\ Э = \frac{m\cdot F}{I\cdot\tau} = \frac{6{,}48\cdot 96500}{8\cdot 8685} = 9г/моль;$$

Жообу: 9г/моль

210 - маселе. Магнийдин сульфатынын эритмеси аркылуу 18 мин ичинде күчү 5,2А ге барабар болгон ток өткөрүлгөн. Электроддордо кайсы заттар, кандай көлөмдө (н.ш.) бөлүнүп чыгышат? Электролиз процессинин толук схемасын түзгүлө.

Берилди: $\tau = 18мин = 1080сек.;\ I = 5{,}2A;$

Табуу керек: $V(H_2) - ?;\ V(O_2) - ?;$

Чыгарылышы: 1) Mg - активдүү металл; SO_4^- – кычкылтектүү кислотанын кислоталык калдыгы. Ошондуктан катоддо суунун H^+ иондору калыбына келет, ал эми аноддо болсо суу кычкылданат. Бул процесс төмөндөгү схема менен туюнтулат:

$$MgSO_4 \Leftrightarrow Mg^{2+} + SO_4^{2-}$$

катоддо: $2H_2O + 2\bar{e} \rightarrow H_2^0 \uparrow + 2OH^- \quad | \quad 2$

аноддо: $2H_2O - 4\bar{e} \rightarrow O_2^0 \uparrow + 4H^+ \quad | \quad 1$

$6H_2O \rightarrow 2H_2^0 \uparrow + O_2^0 \uparrow + 4OH^- + 4H^+$

же $6H_2O \rightarrow 2H_2^0 \uparrow + O_2^0 \uparrow + 4H_2O$

$2H_2O \rightarrow 2H_2^0 \uparrow + O_2^0 \uparrow$

б.а. электролиз процессинде суунун ажыроосу жүрөт.

2) Бөлүнүп чыккан газдардын көлөмүн эсептөөдө Фарадейдин законунун теңдемеси төмөндөгү түргө келет:

$$V = \frac{V_Э \cdot I \cdot t}{F}$$

V – бөлүнүп чыккан газдын көлөмү;

$V_Э$ – анын эквиваленттик көлөмү л/моль;

Н.ш. $V_Э(H_2) = 11{,}2 г/моль$; $V_Э(O_2) = 5{,}6 г/моль$;

анда формуланын ордуна коёбуз:

$$V(H_2) = \frac{11{,}2 \cdot 5{,}2 \cdot 1080}{96500} = \frac{62899{,}2}{96500} = 0{,}65 л;$$

$$V(O_2) = \frac{5{,}6 \cdot 5{,}2 \cdot 1080}{96500} = \frac{31449{,}6}{96500} = 0{,}32 л;$$

Жообу: 0,65л H_2; 0,32л O_2;

211 - маселе. $CuSO_4$ түн эритмесин электролиздегенде 10 мин ичинде күчү 2,5А ге барабар болгон токту өткөргөндө 0,48г жез бөлүнүп чыгат. Токтун чыгышын аныктагыла.

Берилди: $\tau = 10 мин = 600 сек.$; $I = 2{,}5 A$; $m(Cu) = 0{,}48 г$;

Табуу керек: $\eta - ?$;

Чыгарылышы: 1) Математикалык түрдө токтун чыгышы төмөндөгү формула менен аныкталат:

$\eta = \frac{m(факт.)}{m(теор.)} \cdot 100\%$; мында η – *токтун чыгышы.*

2) $Э(Cu) = \frac{63{,}54}{2} = 31{,}77$

Бул үчүн жездин массасын теориялык жактан эсептеп чыгарабыз:

3) $m(Cu)_{теор.} = \frac{Э \cdot I \cdot \tau}{F} = \frac{31,77 \cdot 2,5 \cdot 600}{96500} = \frac{47655}{96500} = 0,49$

4) $\eta = \frac{0,48}{0,49} \cdot 100\% = 97,2\%$;

Жообу: 97,2%

212- маселе. Электролиз учурунда күчү 2А ге барабар болгон токту 40 мин ичинде өткөргөндө катоддо 4,542г металл бөлүнүп чыкты. Бул металлдын электрохимиялык эквивалентин г/А·с эсептегиле.

Берилди: $I = 2A$; $\tau = 40мин = 2400сек$; $m(Me) = 4,542г$;

Табуу керек: $k - ?$

Чыгарылышы: 1) Белгисиз металлдын эквивалентин табабыз:

$$Э = \frac{m \cdot F}{I \cdot \tau} = \frac{4,542 \cdot 96500}{4800} = 91,3$$

2) $F = 96500кл$ *же* $26,8 A \cdot c$ *болгондуктан*

$$k = \frac{Э}{F} = \frac{91,3}{26,8} = 3,40г / A \cdot c;$$

Жообу: 3,40г/А·с

213 - маселе. 30 мин. ичинде КОН тын суудагы эритмеси аркылуу 6А ток күчүн өткөргөндө бөлүнүп чыккан кычкылтектин көлөмүн тапкыла?

Берилди: $\tau = 30мин. = 1800сек.$; I = 6A

Табуу керек: $V(O_2) - ?$

Чыгарылышы: Бөлүнүп чыккан газдардын көлөмүн төмөндөгү формуланын жардамы менен эсептейбиз:

$$V(O_2) = \frac{V_Э \cdot I \cdot t}{F} = \frac{5,6 \cdot 6 \cdot 1800}{96500} = \frac{60480}{96500} = 0,626л \approx 627мл ;$$

Жообу: 627мл

8.8. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Кандай реакциялар кычкылдануу-калыбына келүү реакциялары деп аталат? Алардын кандай түрлөрүн билесиңер?

2. Кычкылдануу жана калыбына келүү процесстери; кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргич түшүнүктөрүнө аныктама бергиле?

3. Кычкылдануу даражасына жараша элементтин бирикмелеринин кычкылдануу - калыбына келүү касиеттери кандай өзгөргөндүгүн мисалдар менен түшүндүргүлө.

4. Кычкылдандыргычтын жана калыбына келтиргичтин эквиваленттик массасы кандай аныкталат?

5. Төмөндөгү заттардагы элементтердин атомдорунун кычкылдануу даражасын аныктагыла:

$(NH_4)_2Cr_2O_7$; K_2MnO_4; K_2CrO_4 ; $Ca(ClO)_2$; $TiOSO_4$; PbO_2; NH_3; NO; HIO_3; $FeSO_4$.

6. Диспропорциялануу реакцияларын теңдегиле:

а) $H_2MnO_4 \rightarrow HMnO_4 + MnO_2 + H_2O$;

б) $KOH + Cl_2 \rightarrow KCl + KCl$;

в) $KBrO \rightarrow KBrO_3 + KBr$

г) $Se + KOH \rightarrow K_2SeO_3 + K_2Se + H_2O$

7. Молекулалар аралык кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларын теңдегиле:

а) $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$

б) $AgNO_3 \rightarrow Ag + NO_2 + O_2$

в) $HgO \rightarrow Hg + O_2$

8. Кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларын теңдегиле:

а) $KMnO_4 + HCl \rightarrow KCl + MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$

б) $HI + HIO_3 \rightarrow I_2 + H_2O$

в) $Na_2Cr_2O_7 + NaNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow NaNO_3 + Cr_2(SO_4)_3 +$
$Na_2SO_4 + H_2O$

г) $KMnO_4 + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + K_2SO_4 + KNO_3 + H_2O$

д) $K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 +$
$+ Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$

е) $K_2SO_3 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow MnO_2 + K_2SO_4 + KOH$

ж) $MnO_2 + NaBr + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + MnSO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$

з) $H_2SO_3 + CI_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HCI$

и) $H_2S + HNO_3 \rightarrow S + NO_2 + H_2O$

к) $Ca(OH)_2 + CI_2 \rightarrow Ca(CIO)_2 + CaCI_2 + H_2O$

л) $KMnO_4 + Ca(NO_2)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + Mn(NO_3)_2$
$+ KNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$

9. Төмөнкү реакциялардагы кычкылдандыргычтын жана калыбына - келтиргичтин эквиваленттерин аныктагыла:

а) $PbO_2 + NaNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow PbSO_4 + NaNO_3 + H_2O$

б) $Cr(OH)_3 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$

в) $K_2Cr_2O_7 + K_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

г) $(NH_4)_6V_{10}O_{28} + KI + HCI \rightarrow VOCI_2 + I_2 + NH_4CI + KCI + H_2O$

10. Кычкылдануу - калыбына келүү реакцияларын аягына чейин бүтүргүлө:

а) $AI + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 + \ldots$

б) $HgS + HNO_3 + HCI \rightarrow S + NO + \ldots$

в) $H_2S + HOCI \rightarrow S + HCI + \ldots$

г) $KBr + MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + MnSO_4 + \ldots$

д) $FeS + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + NO_2 + \ldots$

11. Эгерде реакция төмөндөгү теңдеме боюнча жүрсө:

$NaCI + MnO_2 + H_2SO_4 \rightarrow NaHSO_4 + MnSO_4 + CI_2 + H_2O$

200г NaCI нен канча литр CI_2 (н.ш.) алууга болот? *(Жообу: 38,3л)*

12. Реакция төмөндөгү теңдеме боюнча жүрсө:

$KMnO_4 + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + KNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$

0,05л 0,1н $KMnO_4$ нын эритмесин калыбна келтирүү үчүн кандай көлөмдөгү 0,2н KNO_2 нин эритмеси керектелет? *(Жообу: 0,025л)*

13. 0,05л 0,5н HNO_3 да кандай массадагы CdS эритүү керек? Мында кандай көлөмдөгү NO (н.ш.) бөлүнүп чыгат? *(Жообу: 0,046л; 0,44г)*

14. Сулеманын $HgCI_2$ эритмесине массасы 18г жез пластинкасы түшүрүлгөн. Реакция жүрүп бүткөндөн кийин эритмеден пластинканы чыгарып жууп, кургатып, таразага тартышканда анын массасы 22,52г ды түзгөн. Эритмеде канча грамм сулема $HgCI_2$ болгон? *(Жообу: 8,69г)*

9-БӨЛҮМ

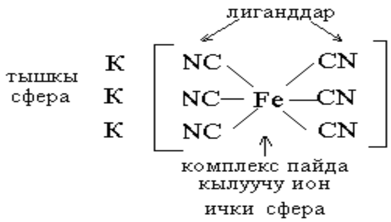
КОМПЛЕКСТҮҮ БИРИКМЕЛЕР

9.1. Комплекстүү бирикмелер жөнүндө жалпы маалыматтар

Түзүлүшү. Донордук - акцептордук байланыштардын катышуусунда пайда болгон туруктуу составдагы бирикмелер ***комплекстүү бирикмелер*** деп аталат.

Алардын түзүлүшүн **А. Вернер (1893, Швейцария)** түзгөн ***координациялык теория*** түшүндүрөт. ***Негизги жоболору*** төмөндөгүлөр:

- Комплекстүү бирикмелерде ***борбордук орунду комплекс пайда кылуучу*** - оң заряддалган ион ***(көбүнчө металл)*** ээлейт.
- Комплекс пайда кылуучунун тегерегинде ***лиганддар (адденддер)*** жайгашкан.
- ***Комплекс пайда кылуучу*** жана ***лиганддар*** комплекстүү бирикмелердин ***ички сферасын*** түзүшөт.
- ***Ички сферага кирбеген иондор*** комплекстүү бирикмелердин ***сырткы сферасын*** түзүшөт. Мисалы,



Формуланы жазууда ички сфера чарчы кашаага алынып жазылат.

М: $[Cu(NH_3)_4]SO_4; K_3[Fe(CN)_6]$ $Na_3[Cr(OH)_6]$ $[Co(NH_3)_5Br]SO_4$

Сырткы координациялык сферасы жок комплекстүү бирикмелер да белгилүү.

Мисалы, $[Co(NH_3)_3(NO_2)_3]$; $[Pt(NH_3)_2CI_4]$ ж.б.

9.2. Комплекстүү бирикмелердин номенклатурасы.

9.2.1. Комплекстүү катиону бар бирикмени атоо.

Төмөндө комплекстүү бирикмени атайбыз, мисалы, **$Co(NH_3)_5Br]SO_4$–бромопентааминкобальти (III) сульфат**

Атоо төмөндөгүдөй ***тартипте*** жүргүзүлөт (табл. 7.):

а) Ички сферадагы лиганддардын латынча аталышына **«о»** мүчөсү кошулуп айтылат. Мисалы,

Таблица 7- Ички сферадагы лиганддардын аталышы

лиганддар	**аталышы**	**лиганддар**	**аталышы**
Br^-	бромо	CN^-	циано
CI^-	хлоро	NO_2^-	нитро
F^-	фторо	$S_2O_3^{2-}$	тиосульфато
OH^-	гидроксо	NO^-	нитрозо
NH_2	амидо	$C_2O_4^{2-}$	оксалато

Лиганддардын саны көп болсо гректин сан атоочтору кошулуп айтылат. *Мисалы,* 2-ди, 3-три, 4-тетра, 5-пента, 6-гекса, 7-гепта ж.б.

б) ички сферадагы нейтралдуу лиганддарды (молекулаларды) (табл. 8.)аташат.

Таблица 8- Нейтралдуу лиганддардын аталышы

лиганддар	**аталышы**	**лиганддар**	**аталышы**
NO	***нитрозил***	***$(C_6H_5)_3P$***	***трифенилфосфин***
CO	***карбонил***	***H_2O***	***акво***
NH_2-CH_3	***метиламин***	***NH_3***	***аммин***

в) борбордук иондун *валенттүүлүгүн көрсөтүү үчүн ага ар түрдүү* ***мүчөлөр*** *уланат (табл. 9):*

Таблица 9- Борбордук иондун валенттүүлүгүн көрсөтүү үчүн ага ар түрдүү мүчөлөр

I	II	III	IV	V	VI	VII	VII
«а»	«о»	«и»	«е»	«ан»	«он»	«ин»	«ен»

г) Акырында сырткы сферадагы кислоталык калдык аталат.

М: $[Ag(NH_3)_2CI]$ – диамминаргентахлорид

$[Pt(NH_3)_3CI]CI$- хлоротриамминплатохлорид

$[Pt(NH_3)_3CI_3\ ]CI$- трихлоротриамминплатехлорид

$[Co(NH_3)_5Br]SO_4$ - бромопентаамминкобальтисульфат

9.3.2. Комплекстүү аниону бар бирикмени атоо.

Комплексти атоо тышкы сферадагы катионду окуудан башталат, бирок борбордук иондун валенттүүлүгүн көрсөткөн мүчөдөн ***кийин "ат"*** мүчөсү уланат.

М: $K_3[Fe(CN_6)]$ – калийдин гексациано(III)-ферраты (кызыл кан тузу)

$K_4[Fe(CN)_6]$ – калийдин гексациоано (II)- ферраты (сары кан тузу)

$K_2[PtCI_6]$ – калийдин гексахлоро (IV) - платинаты

$Ba[Cr(NH_3)_2(SCN)_4]_2$ – барийдин тетрароданодиаммин хромиаты

$(NH_4)_2[PtCI_4(OH)_2]$ – аммонийдин тетрахлородигидроксоплатеаты

9.3.3. Электролит эмес комплекстүү бирикмени атоо

а) "о" мүчөсү кошулуу менен кислоталык калдыктын аты

б) нейтралдуу молекулалардын саны кошулуу менен;

в) акырында борбордук ион аталат.

М: $[Pt(NH_3)_2SO_3]$ – *сульфитодиамминплатина*;

$[Cr(H_2O)_3F_3]$ – *трифторотриаквохром*;

$[PtCI_4(NH_3)_2]$ – *диамминтетрахлороплатина*

Координациялык сан. Ички координациялык сферадагы лиганддардын саны, комплекс пайда кылуучунун **координациялык саны** деп аталат

Таблица 10- Кээ бир комплекс пайда кылуучунун координациялык сандары (к.д.)

Координациялык сан.	*Комплекс пайда кылуучу*
2	**Ag^{+}, Cu^{+}**
4	**Cu^{+2}, Zn^{+2} ,Hg^{+2}, B^{+3} , AI^{+3}, Pt^{+2}**
6	**Fe^{+2}, Fe^{+3} Co^{+3}, Pt^{+4} , Cr^{+3} , AI^{+3},Zn^{+2} , Ni^{+2}**

214-маселе. Төмөндөгү бирикмелердеги комплекстүү иондун зарядын, комплекс пайда кылуучунун кычкылдануу даражасын жана анын координациялык санын аныктагыла:

а) $[CrSO_4(NH_3)_4]CI$; б) $Na_3[Cr(C_2O_4)_3]$; в) $Na_3[Cr(C_2O_4)Br_4]$

Чыгарылышы: $a)\left[CrSO_4(NH_3)_4\right]CI = \underset{комплекс.ион}{\left[CrSO_4(NH_3)_4\right]^{+}} + CI^{-}$

1) Комплектүү иондун заряды терс белги менен алынган сырткы сферадагы иондордун суммалык зарядына барабар, б.а.+1.

2) Лиганддардын жана комплекс пайда кылуучунун кычкылдануу даражаларынын суммасы комплекстүү иондун зарядына барабар:

$\left[\overset{x}{Cr}\,SO_4(NH_3)_4\right]CI$; $x + (-2) + 0 = +1 \Rightarrow x = +3$

Комплекс пайда кылуучунун к.д. +3кө барабар.

3) Cr дун координациялык саны 5ке барабар.

б) $Na_3\left[\overset{x}{Cr}(\overset{(-2)\cdot 3}{C_2O_4})_3\right] = 3Na^{+} + \left[Cr(C_2O_4)_3\right]^{3-}$

1) Комплекстүү иондун заряды –3;

2)Cr дун кычкылдануу даражасы +3, б.а. $x + (-2)\cdot 3 = -3$; $x = +3$

3) Cr дун координациялык саны = 6

в) $Na_3\left[\overset{x}{Cr}(\overset{-2}{C_2O_4})\overset{(-1)\cdot 4}{Br_4}\right] = 3Na^{+} + \left[Cr(C_2O_4)Br_4\right]^{3-}$

1) Комплекстүү иондун заряды –3;
2. Cr дун кычкылдануу даражасы +3; б.а. $x + (-2) + (-1) \cdot 4 = -3$
3.Cr дун координациялык саны = 6

215 - маселе. III валенттүү хромдон пайда болгон комлекстүү иондордун зарядын аныктагыла.

$а)[Cr(NH_3)_4(H_2O)_2]$ $б)[Cr(C_2O_4)_2(OH)_2]$

$в)[Cr(NH_3)_5NO_3]$ $г)[Cr(H_2O)_4CI_2]$

Чыгарылышы: а) Борбордук иондун – хромдун заряды +3, аммиактын, суунун молекулаларынын заряддары нөлгө барабар, алардын алгебралык суммасы: $+3+0+0=+3$;

б) $+3+(-2)\cdot 2+(-1)\cdot 2=-3$;

в) $+3+0+(-1)=+2$; $г)+3+0+(-1)\cdot 2=+1$

216 - маселе. Комплекстүү бирикмени атагыла:
а) $[PtCI_3(NH_3)_3]Br$;$K_2[PtBr_4]$ **;** $Na_3[Fe(CN)_5NH_3]$
б) $Na_3[Cr(OH)_6]$; $[PtCI_4(NH_3)_2]$;$[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$
Чыгарылышы:
а) $[PtCI_3(NH_3)_3]Br$ - триамминтрихлороплатебромид
$K_2[PtBr_4]$ – калийдин тетрабромоплатоаты
$Na_3[Fe(CN)_5NH_3]$ –натрийдин амминпентацианоферраты
б) $Na_3[Cr(OH)_6]$ –натрийдин гексагидроксохромиаты
$[PtCI_4(NH_3)_2]$ -диамминтетрахлороплатина
$[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$ - триамминтринитрокобальт

217 - маселе. а) $K_4[Fe(CN)_6]$ жана $CuSO_4$; б) $Na_3[Co(CN)_6]$ жана $FeSO_4$; в) $K_3[Fe(CN)_6]$ жана $AgNO_3$ түн ортосундагы алмашуу реакцияларынын молекулалык, иондук теңдемелерин жазгыла, мында алынган комплекстүү туздун сууда эрибей тургандыгын эске алгыла.
Чыгарылышы:

$$а)K_4[Fe(CN)_6]+2CuSO_4 \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6]+2K_2SO_4$$

$$4K^+ +[Fe(CN)_6]^{4-}+2Cu^{2+}+2SO_4^{2-} \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6]+4K^+ +2SO_4^{2-}$$

$$[Fe(CN)_6]^{4-}+2Cu^{2+} \rightarrow Cu_2[Fe(CN)_6]$$

$$б)2Na_3[Co(CN)_6]+3FeSO_4 \rightarrow Fe_3[Co(CN)_6]_2+3Na_2SO_4$$

$$6Na^+ + 2[Co(CN)_6]^{3-} + 3Fe^{2+} + 3SO_4^{2-} \rightarrow Fe_3[Co(CN)_6]_2 + 6Na^+ + 3SO_4^{2-}$$

$$2[Co(CN)_6]^{3-} + 3Fe^{2+} \rightarrow Fe_3[Co(CN)_6]_2$$

$$в)K_3[Fe(CN)_6]+3AgNO_3 \rightarrow 3KNO_3 + Ag_3[Fe(CN)_6]$$

$$3K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-} + 3Ag^+ + 3NO_3^- \rightarrow 3K^+ + 3NO_3^- + Ag_3[Fe(CN)_6]$$

$$3Ag^+ + [Fe(CN)_6]^{3-} \rightarrow Ag_3[Fe(CN)_6]$$

218 - маселе. Электролит эмес комплекстүү бирикмелердин формулаларын жазгыла, ар бир комплекстеги комплекс пайда кылуучунун кычкылдануу даражасын көрсөткүлө.

а) тетрааминфосфатохром в) диамминдихлороплатина

б) диамминтетрахлороплатина; г) триамминтрихлорокобальт.

Чыгарылышы:

$$а)[\overset{+3}{Cr}PO_4(NH_3)_4];б)[\overset{+4}{Pt}CI_4(NH_3)_2];в)[\overset{+2}{Pt}CI_2(NH_3)_2];г)[\overset{+3}{Co}CI_3(NH_3)_3]$$

9.3. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар

1. Комплекстүү бирикмелер деп эмнени айтабыз?
2. А.Вернердин координациялык теориясынын негизинде төмөндөгү түшүнүктөргө аныктама бергиле:

а) комплекс пайда кылуучу; б) лиганддар; в) комплекс пайда кылуучунун координациялык саны; г) комплекстин ички жана сырткы сферасы.

3. Комплекстүү иондун жана комплекс пайда кылуучунун Кычкылдануу даражасын кантип аныктоого болот?

4. Комплекстүү бирикмелердин негизги типтерин мисалдар менен көрсөткүлө жана аларга аныктама бергиле:

а) аквакомплекстер;

б) аммиакаттар;

в) ацидокомплекстер;

г) полиядролуу комплекстер.

5. Комплекстүү бирикмелерди атагыла: $[PtCI_3(NH_3)_3]Br$; $K_2[PtBr_4]$; $Na_3[Fe(CN)_5NH_3]$; $Na_3[Cr(OH)_6]$; $[PtCI_4(NH_3)_2]$; $[Cu(NH_3)_4][PtCI_4]$; $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]$; $[Co(NH_3)_6][Co(NO_2)_6]$.

6. Төмөндөгү комплекстүү бирикмелердеги борбордук атомдун координациялык санын тапкыла:

$Na_2[Zn(OH)_4]$; $K_4[Fe(CN)_6]$; $[Co(NH_3)_3CI_3]$; $K_4[TiCI_8]$

7. Комплекс пайда кылуучунун кычкылдануу даражасын аныктагыла: $K_2[SiF_6]$; $K[AuCI_4]$; $Na_2[PtCI_4]$; $K_3[AsS_4]$; $Ca[PtCI_6]$; $Cu_2[Fe(CN)_6]$.

8. Комплекстүү бирикменин формуласын жазгыла:

а) жездин (II) тетрацианоцинкаттетрааммини;

б) калийдин триоксалатородиаты;

в) кобальттын (III) трихлоротриаммини.

Алар комплекстүү бирикменин кайсы түрүнө кирет?

9. Составы $Ba(CN)_2 \cdot Cu(SCN)_2$ комплекстүү туз берилген. H_2SO_4 түн эритмесин таасир эткенде барийдин бардыгы барийдин сульфаты түрүндө чөкмөгө түшөт. Бул туздун координациялык формуласын жазгыла. Эгерде өз ара аракеттенишүүгө 0,125л 0,25н H_2SO_4 кирсе, эритмеде комплекстүү туздун кандай массасы болгон? *(Жообу: 5,76г)*

10. Комплекстүү иондун мейкиндик конфигурациясын аныктагыла: а) $[BeF_4]^{2-}$; б) $[AIF_6]^{3-}$; в) $[CIF_2]^-$; г) $[ICI_4]^-$

11. Реакциялардын теңдемелерин молекулалык жана иондук-молекулалык түрүндө жазгыла:

а) $ZnC_2O_4 + KOH \rightarrow$ в) $Na[AI(OH)_4 + NH_4CI] \rightarrow$

б) $[Cu(NH_3)_4]CI_2 + HCI \rightarrow$ г) $Na_2[Pb(OH)_4] + NH_4NO_3 \rightarrow$

12. Кобальттын (III) координациялык саны 6 га барабар экендигин билүү менен төмөндөгү координациялык бирикмелердин координациялык формулаларын жазгыла:

$Co(NO_2)_3 \cdot 6NH_3$; $Co(NO_2)_3 \cdot 3NH_3$

$Co(NO_2)_3 \cdot KNO_2 \cdot 2NH_3$; $Co(NO_2)_3 \cdot 3KNO_2$

13.Төмөндөгү комплекстүү бирикмелердеги комплекс пайда кылуучунун кычкылдануу даражасын жана координациялык санын аныктагыла жана аларга ат бергиле:

$K[AuBr_4]$; $K_2[Cd(CN)_4]$;$Ca[ZrF_6]$; $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$;

$[Pt(NH_3)_2CI_2]$;$[Cr(NH_3)_4C_2O_4]CI$; $[Cr(NH_3)_3(H_2O)_3]CI_3$;

$Na_2[Pt(OH)_6]$; $Ba_2[Co(OH)_6]$

ПАЙДАЛАНЫЛГАН АДАБИЯТТАР

1. Абкин Г.А. Методика решения задач по химии. - М., «Просвещение», 1971.
2. Асанов Ү.А., Кудайбергенов Т.Т., Рысмендеев К.Р. Жалпы химия. –Бишкек., 1998.
3. Бусев А.И., Ефимов И.П. Словарь химических терминов. - М., «Просвещение», 1971.
4. Глинка П.А. Задачи и упражнения по общей химии. - Л . , Химия, 1984.
5. Гольбрайх З.У., Маслов У.И. Сборник задач и упражнений по химии. – М., Высшая школа, 1997.
6. Ерыгин Д.П., Шишкин Е.А. Методика решения задач по химии. – М., «Просвещение», 1989.
7. Зуева М.В. Роль химических задач в развитии логического мышления учащихся // Журнал Всесоюзного хим. общества им. Д.И.Менделеева. 1975.
8. Логинов Н.Я. Аналитическая химия. –М., «Просвещ.», 1975.
9. Молдобаев С.М., Кыдырмышев Э.К. Аналитикалык химия. – Б., Кыргызстан, 1997.
10. Методика преподавания химии. (под ред. Н.Е. Кузнецовой) -М., «Просвещение», 1984
11. Нгуен Суан Чыонг. Количественные экспериментальные задачи как средство активизации деятельности учаүихся при обучении химии. Автореф. дис….канд.пед.наук. –Л., 1984.
12. Плетнер Ю.Я., Полосин В.С. Практикум по методике преподавания химии. –М., «Просвещение», 1977.
13. Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. –Л., Химия, 1991.
14. Романцева Л.И., Лещинская З.Л., Суханова В.А. Сборник задач и упражнений по общей химии. –М., ВШ, 1975.
15. Асанов Ү.А., Сатывалдиев А., Жуманазарова А.З. Физикалык химия. –Бишкек., 2000.
16. Фридман Л.М., Турецкий Е.Н. Как научиться решать задачи. –М., «Просвещение», 1984.
17. Цитович И.К., Протасов П.Н. Методика решения расчетных задач по химии. –М., Просвещение, 1983.
18. Штремплер Г.И. Жаңы программага ылайык VIII класста химия боюнча эсептеп чыгарылуучу маселелер. –Ф., 1990.

ТИРКЕМЕ 1

Кээ бир физикалык – химиялык турактуулардын маанилери

Жарыктын ылдамдыгы $c = 3{,}0 \cdot 10^8 \, м/с$

Суутектин абсолюттук массасы $m_a(H) = 1{,}64 \cdot 10^{-27} \, кг$

Массанын атомдук бирдиги

$м.а.б. = 1{,}66 \cdot 10^{-27} \, кг = 1{,}66053 \cdot 10^{-24} \, г$

Нейтрондун массасы $m_n = 1{,}675 \cdot 10^{-27} \, кг$

Протондун массасы $m_p = 1{,}673 \cdot 10^{-27} \, кг$

Электрондун массасы $m_e = 0{,}91 \cdot 10^{-30} \, кг$

Элементардык заряд $\bar{e} = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \, Кл$

Авогадро саны $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \, моль^{-1}$

Молдук көлөм $V_M = 22{,}4 \cdot 10^{-3} \, м^3 / моль$

Универсалдык газ турактуулугу $R = 8{,}31 дж/(моль \cdot K)$

Планктын турактуулугу $h = 6{,}626 \cdot 10^{-34} \, дж \cdot сек$

Фарадей турактуулугу $F = 96500 Кл$

$\pi(пи)$ саны $\pi = 3{,}1415926536$

Нормалдуу физикалык чоңдуктар:

Нормалдуу атмосфералык басым $P = 1{,}01325 \cdot 10^5 \, Па$

Нормалдуу термодинамикалык температура $T = 273K; 0^0 C$

ТИРКЕМЕ 2

ТАБЛИЦА №1 Ар түрдүү температурадагы каныккан суу буусунун басымы

$t, ^0C$	Р,Па	$t, ^0C$	Р,Па	$t, ^0C$	Р,Па
0	610,5	16	1817,0	35	5622,9
1	656,7	17	1937,0	40	7375,9
3	705,8	18	2064,0	45	9583,2
5	872,3	21	2486,0	60	19916
7	1001,6	23	2809,0	70	31157
9	1147,8	25	3164,2	80	47343
11	1311,9	27	3565,0	90	70101
13	1497,0	29	4005,0	100	101325
15	1704,9				

ТИРКЕМЕ 3

ТАБЛИЦА №2 Кээ бир начар электролиттердин диссоциация константалары

Электролит	$K_д$
Суу H_2O	$1,8 \cdot 10^{-16}$
Азоттуу кислота HNO_2	$5,1 \cdot 10^{-4}$
Бор кислотасы H_3BO_3	$K_1 = 5,83 \cdot 10^{-10}$ $K_2 = 1,8 \cdot 10^{-13}$ $K_3 = 1,6 \cdot 10^{-4}$
Кумурска кислотасы HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Күкүрттүү кислота H_2SO_3	$K_1 = 1,3 \cdot 10^{-2}$ $K_2 = 0,63 \cdot 10^{-7}$
Күкүрттүү суутек H_2S	$K_1 = 1,1 \cdot 10^{-7}$ $K_2 = 1,0 \cdot 10^{-14}$
Көмүр кислотасы H_2CO_3	$K_1 = 4,45 \cdot 10^{-7}$ $K_2 = 4,69 \cdot 10^{-11}$
Уксус кислотасы CH_3COOH	$1,754 \cdot 10^{-5}$
Май кислотасы C_3H_7COOH	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Фосфор кислотасы H_3PO_4	$K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3}$ $K_2 = 6,3 \cdot 10^{-8}$ $K_3 = 1,3 \cdot 10^{-12}$
Синиль кислотасы HCN	$7,9 \cdot 10^{-10}$
Аммонийдин гидроксиди NH_4OH	$1,76 \cdot 10^{-5}$

ТИРКЕМЕ 4

ТАБЛИЦА №3 25^0C да аз эрүүчү заттардын сууда эригичтигинин көбөйтүндүсү

Зат	ЭК	Зат	ЭК
$AgBr$	$6,3\cdot10^{-13}$	$Cu(OH)_2$	$5,6\cdot10^{-20}$
Ag_2CO_3	$6,15\cdot10^{-12}$	CuS	$4\cdot10^{-38}$
$AgCI$	$1,56\cdot10^{-10}$	$Fe(OH)_3$	$3,8\cdot10^{-19}$
AgI	$1,5\cdot10^{-16}$	FeS	$3,7\cdot10^{-19}$
$AI(OH)_3$	$1,9\cdot10^{-33}$	MnS	$5,6\cdot10^{-16}$
$BaCO_3$	$7\cdot10^{-9}$	$CaCO_3$	$4,8\cdot10^{-9}$
$BaSO_4$	$1,08\cdot10^{-10}$	$CaSO_4$	$6,10\cdot10^{-5}$
BaC_2O_4	$1,62\cdot10^{-7}$	$ZnCO_3$	$6\cdot10^{-11}$
$SrCO_3$	$9,42\cdot10^{-10}$		

ТИРКЕМЕ 5

ТАБЛИЦА №4. Иондордун активдүүлүгүнүн коэффициеттери

Иондор	Иондук күчтөгү активдүүлүк коэффициенттери					
	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2
H^+	0,950	0,923	0,914	0,880	0,860	0,830
Li^+	0,948	0,929	0,907	0,870	0,865	0,800
Rb^+ ,Cs^+	0,945	0,924	0,898	0,850	0,800	0,750
K^+,Cl^- , NO_3^-	0,945	0,925	0,899	0,850	0,805	0,755
OH^-,F^-, MnO_4^-	0,946	0,926	0,900	0,855	0,810	0,760
Ba^{2+} , Ca^{2+}, S^{2-}	0,805	0,744	0,670	0,555	0,465	0,380
Mn^{2+} Fe^{2+}	0,809	0,749	0,675	0,570	0,485	0,405
Al^{3+} , Fe^{3+} ,Cr^{3+}	0,632	0,540	0,445	0,325	0,245	0,180

ТИРКЕМЕ 6

ТАБЛИЦА №5. Стандарттык кычкылдануу- калыбына келүү потенциалдары

Кычкылданган форма	Алынган e^- саны	Калыбына келген форма	φ^0,В
$NO_3^- + H_2O$	2	$NO_2^- + 2OH^-$	+0,010
$S^0 + 2H^+$	2	H_2S	+0,141
Cu^{2+}	1	Cu^+	+0,153
$SO_4^{2-} + 4H^+$	2	$H_2SO_3 + H_2O$	+0,170
$2SO_4^{2-} + 10H^+$	8	$S_2O_3^{2-} + 5H_2O$	+0,290
Cu^{2+}	2	Cu^0	+0,337
Cu^+	1	Cu^0	+0,521
I_2	2	$2I^-$	+0,536
MnO_4^-	1	MnO_4^{2-}	+0,564
MnO_4^-	3	$MnO_2 + 4OH^-$	+0,588
$MnO_4^{2-} + 2H_2O$	2	$MnO_2 + 4OH^-$	+0,600
Hg^{2+}	2	Hg^0	+0,854
$NO_3^- + 3H^+$	2	$HNO_2 + H_2O$	+0,940
$MnO_4^- + 8H^+$	5	$Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,510
$H_2O_2 + 2H^+$	2	$2H_2O$	+1,776

ТАБЛИЦА №6. Кээ бир заттардын термодинамикалык константалары

Зат	ΔH^0_{298} $кдж/моль$	ΔS^0_{298} $дж/(моль \cdot K)$	ΔG^0_{298} $кдж/моль$
$AI_2O_{3\,(к)}$	**–1676,0**	**50,9**	**-1582,0**
С (графит)	**0**	**5,7**	**0**
$CH_{4\,(г)}$	**–74,9**	**186,2**	**-50,8**
$C_2H_{2\,(г)}$	**226,8**	**200,8**	**209,2**
$C_2H_{4\,(г)}$	**52,3**	**219,4**	**68,1**
$C_2H_{6\,(г)}$	**–89,7**	**229,5**	**-32,9**
$C_6H_{6\,(c)}$	**–277,6**	**160,7**	**-174,8**
$C_2H_5OH_{(c)}$	**–277,6**	**160,7**	**-174,8**
$CO_{(г)}$	**–393,5**	**197,91**	**–137,1**
$CO_{2\,(г)}$	**–162,0**	**213,65**	**–394,4**
$CuO_{(к)}$	**–241,8**	**42,6**	**–129,9**
$H_2O_{(г)}$	**–285,8**	**188,7**	**–228,6**
$H_2O_{(c)}$	**–21,0**	**69,94**	**–237,3**
$H_2S_{(г)}$	**0**	**205,7**	**–241,8**
$H_{2\,(г)}$	**–296,9**	**131**	**–33,8**
$SO_{2\,(г)}$	**–395,8**	**248,1**	**0**
$SO_{3\,(г)}$	**–687,8**	**256,7**	**–300,2**
$SiCI_{4\,(c)}$	**34,7**	**239,7**	**–371,2**
$SiH_{4\,(г)}$	**–1676,0**	**204,6**	**–**
$SiO_{2\,(кварц)}$	**–910,9**	**41,8**	**57,2**
Ti (к)	**0**	**30,6**	**–856,7**
HCI(г)	**–91,8**	**186,8**	**0**
HCI(c)	**–167,5**	**55,2**	**–131,3**
H_2SO_4 (c)	**–811,3**	**156,9**	**–742,55**

МАЗМУНУ

Кириш сөз 4

1 - бөлүм. Маселелерди чыгаруунун методикасына жалпы көрсөтмөлөр

1.1. Химиялык маселелердин түрлөрү…………………….. 6
1.2. Химиялык маселелерди чыгарууда колдонулуучу физикалык-химиялык чоңдуктар жана алардын өз ара байланышы... 8
1.3. Маселелерди чыгаруунун жолдору………………….. 12

2-бөлүм. Химиянын негизги түшүнүктөрү жана закондору

2.1. Химиянын негизги түшүнүктөрү…………………..… 19
2.2. Эквивалент. Эквиваленттер закону……………………. 25
2.3. Негизги газ закондору…..……………………………. 30
2.4. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар……….. 35
2.5. Заттын формуласын табуу……………………………. 38
2.6. Химиялык формулалар боюнча эсептөөлөр…………. 41
2.7. Химиялык теңдемелер боюнча эсептөөлөр…………… 43
2.8. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар……..… 53

3 - бөлүм. Атомдун түзүлүшү. Химиялык элементтердин Д.И. Менделеев түзгөн мезгилдик закону жана системасы. Химиялык байланыш

3.1. Атомдун түзүлүшү. Д.И.Менделеевдин мезгилдик закону жана системасы ………………………………… 55
3.2. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар……….. 65
3.3. Химиялык байланыш………………………………… 67
3.4. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар……….. 74

4 -бөлүм. Химиялык процесстердин негизги закон ченемдүүлүктөрү

4.1. Химиялык процесстердин энергетикасы…………..… 75
4.2. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар……… 81
4.3. Химиялык реакциялардын ылдамдыгы жана ага таасир этүүчү факторлор…………………………… 83
4.4. Химиялык тең салмактуулук………………………….. 87

4.5. Химиялык тең салмактуулуктун жылышы. Ле-Шательенин принциби………………………… 90
4.6. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар…….… 95

5 - бөлүм. Эритмелердин концентрациялары. Эрүүнүн жылуулук эффектиси

5.1. Эритмелердин концентрациялары жана аларды туюнтуунун жолдору. Эриген заттын массалык үлүшү…………………………..............................… 97
5.2. Молярдык концентрация... 100
5.3. Моляльдык концентрация.. 103
5.4. Нормалдык концентрация... 104
5.5. Эритменин титри.. 115
5.6. Эригичтик……………………………...............…… 116
5.7. Эрүүнүн энергетикасы…………………………...…… 119
5.8 Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар……… 122

6 – бөлүм. Электролит эмес заттардын эритмелердин касиеттери

6.1. Раулдун 1- жана 2-закондору. Осмостук басым…...… 125
6.2. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар…...…… 132

7-бөлүм. Электролиттердин эритмелеринин касиеттери

7.1. Электролиттердин эритмелери үчүн Раулдун, Вант-Гоффтун закондорунун колдонулушу………… 133
7.2. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар…......… 136
7.3. Начар электролиттер. Диссоциация даражасы жана константасы. Оствальддын закону…………………… 137
7.4. Күчтүү электролиттер. Иондордун активдүүлүгү….… 143
7.5. Суунун иондук көйбөйтүндүсү. Суутектик көрсөткүч……... 149
7.6. Буфердик эритмелер... 156
7.7. Эригичтиктин көбөйтүндүсү……………………… 162
7.8. Туздардын гидролизи………………………………. 172
7.9. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар……….. 182

8 - бөлүм. Кычкылдануу – калыбына келүү процесстери

8.1. Кычкылдануу- калыбына келүү реакцияларынын негизги жоболору, түрлөрү 185
8.2. Негизги калыбына келтиргичтер жана кычкылдандыргычтар... 187
8.3. Кычкылдануу- калыбына келүү реакцияларынын теңдемелерин түзүү.. 188
8.4. Кычкылдануу- калыбына келүү реакцияларына чөйрөнүн тийгизген таасири.. 189
8.5. Кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргичтин эквиваленттери.. 191
8.6. Гальваникалык элементтер………………………… 198
Металлдардын активдүүлүк катары…………………
8.7. Электролиз. Фарадейдин закондору.………………. 205
8.8. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар……… 213

9 - бөлүм. Комплекстүү бирикмелер

9.1. Комплекстүү бирикмелер жөнүндө жалпы маалыматтар.. 215
9.2. Комплекстүү бирикмелердин номенклатурасы........... 216
9.3. Өз алдынча иштөөгө берилген тапшырмалар………… 220
Пайдаланылган адабияттар…………………………….. 222

ТИРКЕМЕ………………………………………………… 223
МАЗМУНУ 228

Арстанбекова Нуржан Батыровна

Химия боюнча маселелер жыйнагы

Окуу куралы

Редактору : Жусупбаев Т.Ж.
Техникалык редактору: Туракулов Э.
Корректору: Арстанбекова Б.Б.

Басууга 15.10.2016 кол коюлду
Форматы 60х84. Офсеттик кагаз
Көлөмү 14,43 б.т. Нускасы 1000

ОсОО «Салам»
Бишкек ш., Гоголь көчөсү 120