

Қазақстан Республикасының білім және ғылым министрлігі
А.Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университеті
Биология және химия кафедрасы

Пірімова Э.Р.

ФИЗИКАЛЫҚ ЖӘНЕ КОЛЛОИДТЫҚ ХИМИЯ

Оқу-әдістемелік құралы

Қостанай, 2015

ББК 24.5
П29

Рецензенттер:

Жұмағалиева Батжан Мұқанқызы – химия ғылымдарының кандидаты,
Қостанай мемлекеттік педагогикалық институтының жаратылыстану
ғылымдары кафедрасының доценті

Ерғалиева Айжан Халиуллақызы – химия ғылымдарының кандидаты,
биология және химия кафедрасының доценті

Ключко Людмила Васильевна – химия ғылымдарының кандидаты,
биология және химия кафедрасының доценті

Авторы:

Пірімова Эльмира Рақымжанқызы – биология және химия кафедрасының
аға оқытушысы

П29 Пірімова Э.Р.

Физикалық және коллоидтық химия. Оқу-әдістемелік құралы 5В072700 –
Азық-түлік өнімдерінің технологиясы, 5В072800 – Өңдеу өндірістерінің
технологиясы мамандықтарына арналған – Қостанай, 2015.- 59 б.

Оқу-әдістемелік құралы 5В072700- Азық-түлік өнімдерінің технологиясы,
5В072800 – Өңдеу өндірістерінің технологиясы мамандықтары студенттері
үшін құрылған және физикалық және коллоидтық химия курсы
бағдарламасының барлық бөлімдерін қамтиды.

Әрбір бөлімде қысқаша теориялық кіріспелер, сұрақтар мен тапсырмалар
типтік есептер шығару мысалдары келтірілген.

ББК 24.5

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай мемлекеттік университетінің Оқу-
әдістемелік кеңесімен ____ _____2015 жылы № ____ хаттамасымен
бекітілген.

Мазмұны

Кіріспе.....	4
Әдістемелік нұсқаулар.....	5
Физикалық химия.....	9
Тақырып 1. Термодинамиканың бірінші бастамасы	9
Тақырып 2. Термодинамиканың екінші бастамасы.....	16
Тақырып 3. Термодинамикалық потенциалдар.....	20
Тақырып 4. Химиялық реакциялардың кинетикасы.....	26
Тақырып 5. Бейэлектролит ерітінділері.....	30
Тақырып 6. Электролит ерітінділері.....	39
Тақырып 7. Электродық потенциалдар және гальваникалық тізбектер.	45
Коллоидтық химия.....	48
Тақырып 8. Коллоидтық жүйелер	48
Тақырып 9. Микрогетерогенді жүйелер.....	52
Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	57
Қосымша.....	58

Кіріспе

Физикалық химия курсы барлық химиялық пәндердің теориялық базасы болып табылады. Физикалық және коллоидтық химия курсы химиялық технологиямен тығыз байланысты және тамақ, мата, керамика және т.б көптеген өндірістің әртүрлі салаларының дамуында маңызды рөл атқарады. Мамандар даярлауда физикалық және коллоидтық химияны оқыту маңызды болып табылады. Өндірістік және өнеркәсіптік алуан түрлі тауарларды өндіру физика-химиялық әдістер мен коллоидты-химиялық процестерге негізделген.

Қазіргі таңда коллоидты жүйелер немесе коллоидты-химиялық процестер қолданылмайтын өндірістің ешбір саласы жоқ деп айтуға болады. Тіпті ұн, нан, май, желе, соустар және т.б тамақ өнімдері дисперсті жүйелер болып табылады. Коллоидты химия заңдарына сүйене отырып парфюмерия өндірісі кремдер, пасталар, опа-далаптар, эмульсиялар, сабындар дайындайды. Маталарды бояу, тері илеу, желімдеу, материалдарды ұсақтау (цемент, сыр-бояулар және т.б), цементация, маталар бояу, желімдеу сияқты процестер коллоидты-химиялық процестерге жатады.

Осы курс жалпы молкулалық-кинетикалық теория әдістері мен термодинамика негіздерін оқытады. Атом-молекулалық теория физика-химиялық процестердің жүру заңдылықтарын ұғынуға мүмкіндік береді. Термодинамика жүйелердегі химиялық тепе-теңдік пен денелердің энергетикалық күй заңдылықтарын тұрақтандыра отырып, нақты есептер шығаруда маңызы зор.

Әдістемелік нұсқаның әрбір тақырыбында оқытылатын курстың маңызды тарауларын қарастыра отырып, өзін тексеруге арналған бақылау сұрақтары келтірілген, сондай-ақ типтік есептер шығару үшін бақылау тапсырмалары берілген.

Әдістемелік нұсқаулар

1 Термодинамиканың бірінші бастамасы

Химиялық термодинамика химиялық реакцияның жүру барысына және еру, булану, кристалдану, адсорбция процестерінде энергия түрлерінің өзара алмасу және өзгеру заңдылықтарын зерттейді. *Химиялық термодинамика мынадай негізгі мәселелерді қарастырады:*

а) әртүрлі химиялық заттардың немесе бір заттың әртүрлі фазаларының тепе-теңдікте болу жағдайлары;

ә) белгілі-бір жағдайда химиялық реакцияның немесе фазалар түрленуінің өздігінен жүру мүмкіндігі;

б) химиялық реакция кезіндегі жылу мен энергияның басқа түрлерінің қарым-қатынастары;

в) тепе-теңдік және химиялық реакцияның бағыты туралы мәселелерді сандық түрде көрсететін қасиеттерді өлшеу тәсілдеріне негіз болатын принциптер.

Термодинамика екі заңға (1-ші және 2-ші бастамаларға) сүйенеді.

Термодинамиканың бірінші бастамасы – энергияның сақталу және алмасу заңы. Сырттан берілген жылу энергиясы жүйенің ішкі энергиясын өзгертуге және жұмыс жасауға жұмсалады. Бұл бастамада Гесс заңының алатын орны ерекше. Бұл заң бойынша:

1.Термохимиялық теңдеулерді кәдімгі химиялық теңдеулер сияқты бір – біріне қосуға, бір-бірінен алуға болады, бүтін сандарға көбейтуге болады.

2.Термохимиялық теңдеулерді пайдалана отырып заттардың түзілу жылуларын және реакцияның жылу эффектісін есептеп шығаруға болады.

3. Реакцияның жылу эффектісі реакция өнімдері мен бастапқы заттардың жылу эффектілерінің айырмашылығына тең.

2 Термодинамиканың екінші бастамасы

Термодинамиканың екінші бастамасын оқу барысында осы фундаменталды табиғи заңдылықтың физикалық мағынасын анықтау керек. Термодинамиканың екінші бастамасы айқын өрнектелген статистикалық сипаттамаға ие. Термодинамикалық функция (күй функциясы), термодинамикалық потенциал ұғымдарының мағынасын түсінуге тырысындар. Ішкі энергия, энтальпия, энтропия, изобара-изотермалық және изохора-изобаралық потенциал сияқты термодинамикалық функциялар мен потенциалдарға теориялық және практикалық мағынасын ашуға тырысып көріңдер.

3 Термодинамикалық потенциалдар

Химиялық тепе-теңдіктің физикалық және термодинамикалық мағынасын ашып, энтропияның өзгерісі, максимал жұмыс пен бос энергияны бағалау арқылы химиялық тепе-теңдік сипаттамаларының мүмкіндігі. Гетерогенді реакциялар үшін K_p және K_c тепе-теңдік константаларының жазылуына көңіл бөліңдер. Тепе-теңдік константаларын термодинамикалық есептеуді әртүрлі

жуықтаулар жүргізу арқылы жүргізіледі. Қашан және қандай жуықтауларды мақсатты түрде қолдану керектігін ескеріңдер. «Фаза», «компонент», «босандық дәрежесі» анықтамаларын еске сақтаңдар. Фазалық тепе-теңдікті сипаттау әдісі мен оның графиктік көрінісі – күй диаграммасын анықтаңдар. Жүйенің күйін анықтайтын сыртқы параметрлердің n , 2, 1, 0 өзгерісінде Гиббстің фазалар ережесі қалай жазылатынын анықтаңдар.

4 Химиялық реакциялар кинетикасы

Химиялық кинетика – химиялық реакциялардың жылдамдығы мен оған әсер ететін факторлар туралы және химиялық реакциялардың жүру механизмдері туралы зерттейді. Физикалық химияның осы тарауын оқыған кезде химиялық реакция жылдамдығы анықтамасымен, жылдамдық константасы ұғымы және оның физикалық мағынасымен танысу керек. «Молекулалық» және «реакцияның реттілігі» ұғымдарының айырмашылығын ажырата білу керек. Бірінші және екінші ретті реакциялардың кинетикалық теңдеулерін қорыта білу қажет. Химиялық реакция жылдамдығының температураға тәуелділігін қарастырғанда активті молекула ұғымына көңіл бөлу керек. Аррениус теңдеуінің қорытындысы. Аррениус теориясының кемшілігін анықтаңдар.

Өндірісте, тамақ технологияларында катализ бен катализ мәніне ерекше көңіл бөліп, катализатор әсерінің ерекшеліктеріне, реакция барысында катализатордың қатысуы өнім шығымына әсер етпейтін жағдайларды ескеру керек. Гетерогенді катализ теориясын қарастырыңдар.

5 Бейэлектролит ерітінділері

«Бейэлектролит ерітінділері» тақырыбының тәжірибелік маңызы зор, себебі барлық тамақ технологиялары сияқты тауарларды өңдеу өндірісінде ерітінділерді дайындау мен қолданусыз мүмкін емес. Ерітінділерді бір фазалы көпкомпонентті (екі компонентті) жүйе деп қарастыру керек. Д.И. Менделеевтің гидраттық теориясы мен Вант-Гофф, Рауль және т.б енгізген ерітінділердің физикалық теорияларына аса мән беру қажет. Вант-Гофф және Рауль заңдарымен таныса отырып, солардың көмегімен эксперимент жүзінде еріген заттың молекулалық массасын (осмометрия, криоскопия, эбуллиоскопия) табуға болатынын пысықтау керек. Бұл заңдар тек сұйытылған бейэлектролит ерітінділері үшін ғана орынды. Ереже бойынша концентрлі ерітінділер үшін Рауль заңынан оң және теріс ауытқушылық байқалады. Осындай ауытқушылық кезінде себептерін анықтау керек. Айдау және ректификация процестерін түсінуде маңызды болып табылатын Д.П. Коновалов ережесіне мән беру қажет.

6 Электролит ерітінділері

Электролит ерітінділердің қасиеттерін қарастырғанда Аррениустың электролиттік диссоциация теориясының негізгі қағидаларын еске түсіріп, изотондық коэффициент мәнін түсіне отырып, Дебай және Гюккель бойынша күшті электролиттер теориясының негізгі ұсыныстарын қарастыру қажет. Күшті және әлсіз электролиттердің айырмашылығын ажырата білу керек.

Ерітінділердің электрөткізгіштігін қарастырғанда меншікті және эквиваленттік электрөткізгіштікке тоқталу қажет. СИ жүйесі бойынша меншікті электрөткізгіштіктің өлшем бірлігі $\text{Ом}^{-1}\cdot\text{м}^{-1}$, ал эквиваленттік электрөткізгіштіктің өлшем бірлігі $\text{Ом}^{-1}\cdot\text{м}^2/\text{кг}$ – экв екенін ескеріп, меншікті электрөткізгіштіктен эквивалентті электрөткізгіштікке ауыстырғанда меншікті электрөткізгіштікті ерітіндінің кг – экв/ м^3 концентрациясына бөлу қажет. Ерітіндіні сұйылту сипаттамасына сәйкес осы шамалардың тәуелділігін көрсету керек және эквиваленттік электрөткізгіштік пен иондар қозғалғыштығы (Кольрауш формуласы) мәндерін байланыстырып, эквиваленттік электрөткізгіштік пен электролиттік диссоциациялану дәрежесі (Аррениус формуласы) арасындағы тәуелділікті білу керек.

7 Электродтық потенциалдар және гальваникалық тізбектер

Электрқозғалтқыш күштер туралы тарауды қарастырғанда электродтық потенциалдың туындау табиғатына және оның шамасына әсер ететін әртүрлі факторларға, металдардың активтілік қатарына аса мән беру қажет. Электродтық потенциалды есептеу үшін Нернст теңдеуін пысықтап, гальваникалық элементтің ЭҚК есептеу үшін формуланы қорытып шығара білу қажет.

8 Коллоидтық жүйелер

Ең алдымен коллоидтық заттар күйінің ерекшелігін меңгеріп алу қажет. Олар: гетерогенді (көп фазалық), дисперстілік (бір фазаның «ұсақталуы») және термодинамикалық тұрақсыздық, бос беттік энергияның артық мөлшері салдарынан туатын тепе-теңсіздік.

Дисперсті (коллоидты) жүйелерге тұрақтылық беру үшін міндетті түрде тұрақтандырғыш енгізеді. Содан соң дисперсті жүйелердің келесі классификациясын қарастыру қажет: бірінші – дисперсті фаза мен дисперсті орта бөлшектерінің өлшемі бойынша, екінші – молекулалы-кинетикалық қасиеттері бойынша.

Жоғарыда көрсетілген материалдарды қарастырғанда диффузия, осмос, броундық қозғалыс құбылыстарымен, сондай-ақ диффузия коэффициентінің бөлшектер өлшеміне байланысты Фик заңы мен Эйнштейн формуласымен міндетті түрде танысу қажет. Осы тақырыптарды қарастырғаннан кейін Песков енгізген «дисперсті жүйелердің агрегативті және седиментациялық тұрақтылық» ұғымына көңіл бөлген жөн. Сорбциялық процестердің түрлері және олардың беттік керілумен байланысын талқылаған жөн.

Сұйық және қатты дене бетіндегі адсорбциясын қарастырғанда Гиббс теңдеуін, Лэнгмюр мен Фрейндлихтің адсорбция изотермасын түсініп, солар бойынша қорытынды жасай білу керек.

Адсорбцияның маңызы мен іс жүзінде қолданылу сұрақтарына мән беріңіздер. Песков-Фаянс ережесінің қолданылуын ескере отырып, коллоидты бөлшектердің құрылысын қарастырыңдар. Қос электрлік қабат құрылысын қарастырып, электрокинетикалық құбылыстар, агрегативті тұрақтылық, зольдердің электролиттермен коагуляциясының сипаттамасы сияқты негізгі

электролиттік қасиеттерді анықтайтын шама электрлік потенциал факторлары мен мәнін талқылаңыздар.

Тұрақтылықтың қазіргі заманғы теориялары мен Дерягин–Ландау коагуляциясын, әсер ететін сыртқы факторлар анализін талқылап, сондай-ақ коагуляция кинетикасы мен зольдер тұрақтылығына электролиттердің сипаттамасы мен табиғатын қарастырыңыздар. ЖМҚ қорғаныс әсері механизмін түсініп, тамақ өнеркәсібінде зольдердің бұзылуы мен оларды қорғау мысалдарын білу.

9 Микрогетерогенді жүйелер

Бұл тараудың маңыздылығы өндірістік тауарлардың тұтынушылық қасиеттері бойынша тәжірибелік маңызы бар сұрақтар қарастырылады. Көптеген полимерлердің қасиеттері олардың құрылымы, молекулалық массасы және оларды алу әдістерімен байланысты. Сондықтан осы тарауды параллель түрде органикалық химияның сәйкесінше тарауларымен бір уақытта оқу қажет. ЖМҚ ісінуіне, кинетикалық ісіну мен факторларына қатысты сұрақтарға ерекше көңіл бөлген жөн. Тамақ дайындау тәжірибесі әрқашан ет, көкөністер, ұн өнімдері, желатин және т.б сияқты біріншілік шикізаттардың ісінуімен байланысты.

Гельдер мен сірнелердің қасиеттерін қарастырғанда гельдер коллоидтық және дисперстік жүйелерден, ал сірнелер полимер ерітінділерінен түзілетінін ескеру қажет. Гельдер мен сірнелердің түзілуіне әсер ететін факторлармен танысып, сірнелердегі периодтық реакциялар мен диффузия, тиксотропия және синерезис секілді құбылыстарды талқылау қажет.

Физикалық химия

Тақырып 1. Термодинамиканың бірінші бастамасы

Тақырып бойынша негізгі сұрақтар:

1. Термодинамиканың бірінші бастамасының тұжырымдамасы және мәні.
2. Бірінші бастамасының әртүрлі процестерде қолданылуы.
3. Жылу мөлшерін есептеу.
4. Жылусыйымдылық туралы түсінік.
5. Шын және орташа жылусыйымдылық.
6. Тұрақты көлем мен тұрақты қысымдағы жылусыйымдылық.
7. Гесс заңы термодинамиканың бірінші заңының салдары ретінде.
8. Химиялық реакциялардың жылу эффектілерін есептеу үшін Гесс заңының қолданылуы.
9. Түзілу жылуы. Жану жылуы. Энтальпия.

Бақылау сұрақтары

1. Термодинамиканың бірінші бастамасын тұжырымдаңыз.
2. Термодинамиканың бірінші заңын жазып көрсетіңдер.
3. «Ішкі энергия» дегеніміз не?
4. «Жылу» дегеніміз не?
5. «Жұмыс» дегеніміз не?
6. Жүйе күйінің өзгерісін сипаттайтын шамалар?
7. Жүйенің бір күйден екінші күйге ауысу жолдарын сипаттайтын шамалар?
8. «Жылусыйымдылық» дегеніміз не және оның түрлері?
9. Термодинамиканың бірінші заңының салдарын тұжырымдаңдар (Гесс заңы).
10. Гесс заңы қайда қолданылады?
11. «Энтальпия» дегеніміз не?

Идеал газдың ұлғаю жұмысын A былай өрнектеуге болады:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad (1.1)$$

мұндағы p – қысым; V_1 – бастапқы көлем; V_2 – соңғы көлем.

Идеал газ күйінің теңдеуін – Менделеев-Клапейрон теңдеуі арқылы өрнектеуге болады:

$$pV = \frac{m}{M} RT \quad (1.2)$$

мұндағы m – газ массасы;

M – бір моль газдың массасы;

$R = 8,31$ Дж/моль·град немесе $8,31 \cdot 10^{-3}$ кДж/кмоль·град – универсал газ тұрақтысы;

T – Кельвин бойынша температура ($K=273+^{\circ}C$);

p – қысым;

V – көлем.

(1.1) теңдеудің шарттарына байланысты әр түрлі болады:

1. $P = \text{const}$, изобаралық ұлғаю:

$$A = p(V_2 - V_1) \quad (1.3)$$

2. $T = \text{const}$, изотермиялық ұлғаю:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad \text{теңдеуден } p \text{ табамыз:}$$

$$pV = \frac{m}{M} \frac{RT}{V} \quad \text{және (1.1) теңдеуіне қойсақ:}$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} \frac{m}{M} \frac{RT}{V} dV = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (1.4)$$

$T = \text{const}$ болса $p_1 V_1 = \frac{m}{M} RT = p_2 V_2$ (Бойль-Мариот заңы), яғни

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2} \quad (1.4) \text{ теңдеуіне қойсақ:}$$

$$A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (1.5)$$

Денені жылыту үшін қажетті жылу мөлшері Q келесі шарттарға тәуелді:

1. $V\text{-const}$,

$$Q_V = \frac{m}{M} C_V (T_2 - T_1) \quad (1.6)$$

мұндағы, C_V – изохоралық жылусыйымдылық (тұрақты көлемде бір моль затты бір градусқа жылытуға жұмсалатын жылу мөлшері).

2. $P\text{-const}$,

$$Q_P = \frac{m}{M} C_P (T_2 - T_1) \quad (1.7)$$

мұндағы, C_P – изобаралық жылусыйымдылық (тұрақты қысымда бір моль затты бір градусқа жылытуға жұмсалатын жылу мөлшері).

Бір атомды газдар үшін:

$$C_V = \frac{3}{2} R \quad \text{және} \quad C_P - C_V = R \quad (1.8)$$

Екі атомнан тұратын молекулалар үшін: $C_V = \frac{5}{2} R$,

үш атомды молекулалар үшін: $C_V = 3R$.

Егер жылыту (немесе суыту) кезінде фазалық ауысулар (қату, балқу, булану, конденсация) байқалса, онда ескеру қажет:

$$Q_{ф.а} = \frac{m}{M} \lambda \quad (1.9)$$

мұндағы, λ – фазалық ауысу жылуы.

Термодинамиканың бірінші бастамасы мына теңдеумен өрнектеледі:

$$Q = \Delta U + A \quad (1.10)$$

мұндағы ΔU – ішкі энергияның өзгерісі.

1. p-const $\Delta U = Q - A;$

2. V-const $\Delta U = Q.$

Ерітінділер үшін С концентрация:

$$C_v = \frac{1}{V} \text{ немесе } V = \frac{1}{C} \quad (1.11)$$

мұндағы V – көлем.

Анықталуы бойынша энтальпия:

$$H = U + pV. \quad (1.12)$$

Есептер шығаруда мысалдар

1-есеп

Тұрақты 25°C температурада 10 г азот көлемі 6 м^3 –тен 40 м^3 –ке ұлғаю жұмысын есептеңдер.

Шешуі:

$T = \text{const}$ және көлем өзгеретіндіктен (1.4) теңдеуіндегі қатынасты қолданамыз:

$$A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Міндетті түрде есептегі барлық шамалар бір бірлік жүйесінде болуы керек (ереже бойынша, СИ жүйесін қолданыңдар). Бір жүйеден екінші жүйеге ауыстыру үшін қосымшадағы кестені қолданамыз (57 бет).

$$m_{\text{N}_2} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ кг}, \quad M = 2,8 \cdot 10^{-2} \text{ кг/кмоль}, \quad T = 273 + 25 = 298\text{К},$$

мұндағы, M – мольдік масса.

Моль – граммен және сандық атомдық немесе молекулалық масса шамасымен өрнектелетін зат мөлшері. Азот үшін (N_2) атомдық масса $A = 14$, сәйкесінше, азот молекуласы екі атомнан тұратындықтан $M = 2 \cdot 14 \text{ г} = 28 \text{ г}$ тең. СИ жүйесі бойынша m – кг-мен, сондықтан M - кг/кмоль-мен және

$R=8,31 \cdot 10^3$ Дж/кмоль·град. $2,303 \cdot \lg A = \ln A$ – натурал және ондық логарифм қатынасы арасындағы сан:

$$A = \frac{1 \cdot 10^{-2} \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot 298}{2,8 \cdot 10^{-2}} \ln \frac{40}{6} = 24763,8 \cdot 2,303 \cdot \lg 6,67 = 46993,6 = 4,7 \cdot 10^4.$$

$$\text{Өлшем бірлігі: } A = \frac{[\text{кг}] \cdot [\text{Дж}] \cdot [\text{град}]}{[\text{кг/кмоль}] \cdot [\text{кмоль}] \cdot [\text{град}]} = [\text{Дж}].$$

2- есеп

Тұрақты қысымда, 5 кг метанның температурасын 50°C -ға арттырғанда жұмысты есептендер.

Шешуі:

Есептің шарты бойынша $P = \text{const}$, сондықтан келесі теңдеуді қолданамыз:

$$A = p(V_2 - V_1) = pV_2 - pV_1$$

Теңдеуден:

$$pV_2 = \frac{m}{M} RT_2, pV_1 = \frac{m}{M} RT_1.$$

$$A = \frac{m}{M} R(T_2 - T_1);$$

$m=5$ кг, $M=16$ кг/кмоль;

$T_2 - T_1 = \Delta T = 50\text{K}$ (К мен $^\circ\text{C}$ шамалары бірдей, сондықтан $\Delta T \rightarrow \text{K} = \Delta^\circ\text{C}$);

$$A = \frac{5 \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot 50}{16} = 1,3 \cdot 10^5.$$

$$\text{Өлшем бірлігі: } A = \frac{[\text{кг}] \cdot [\text{Дж}] \cdot [\text{град}]}{[\text{кг/кмоль}] \cdot [\text{кмоль}] \cdot [\text{град}]} = [\text{Дж}].$$

3-есеп

30 Па қысымда аргон 2 л-ден 3 л-ға изобаралық ұлғайғандағы жұмысты есептендер.

Шешуі:

Есептің шарты бойынша $p = \text{const}$. Сондықтан (1.3) теңдеуін қолданамыз:

$$A = p(V_2 - V_1).$$

Есепте берілген шамаларды СИ жүйесіне келтіреміз:

$$2\text{л} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3, 3\text{л} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3, 1\text{Па} = \text{Н/м}^2, 30\text{Па} = 30 \text{ Н/м}^2.$$

$$A = 30(3 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3}) = 30^{-3} = 0,03.$$

$$\text{Өлшем бірлігі: } [Н \cdot м^{-2}] \cdot [м^3] = [Н] \cdot [м] = [Дж]$$

4-есеп

70⁰С температурада, қысым 3·10⁵ Па-дан 2·10⁵ Па-ға өзгергенде 100 г азоттың изотермиялық ұлғаюдағы жұмысын есептеңдер.

Шешуі:

Есептің шарты бойынша T – const және қысым өзгереді, сондықтан (1.5) теңдеуін қолданамыз:

$$A = \frac{m}{M} RT \ln \frac{P_1}{P_2},$$

$$m=0,1, M=28 \text{ кг/кмоль}, T=273+70^0\text{C}=343 \text{ К},$$

$$R=8,31 \cdot 10^3 \text{ кДж/кмоль} \cdot \text{град},$$

$$P_1=3 \cdot 10^5 \text{ Па}=3 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2, p_2=2 \cdot 10^5 \text{ Па (Н/м}^2),$$

$$A = \frac{0,1 \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot 343 \cdot 2,303}{28} \lg \frac{3 \cdot 10^5}{2 \cdot 10^5} = 4126.$$

$$\text{Өлшем бірлігі: } A = \frac{[\text{кг}] \cdot [\text{Дж}] \cdot [\text{град}]}{[\text{кг/кмоль}] \cdot [\text{кмоль}] \cdot [\text{град}]} = [\text{Дж}].$$

5-есеп

Қалыпты жағдайда алынған 10 л оттекті тұрақты көлемде, 200⁰С температураға дейін қыздырады. Қыздыруға жұмсалған жылу мөлшерін есептеңдер.

Шешуі:

Шарт бойынша V=const, сондықтан (1.6) теңдеуін қолданамыз:

$$\text{Оттек екі атомды болғандықтан } Q = \frac{m}{M} C_v (T_2 - T_1), C_v = \frac{5}{2} R,$$

Авогадро заңының салдарынан. Қалыпты жағдайда (0⁰С немесе 273 К, p=1 атм немесе 760 мм.сын.бағ. немесе 1,013·10⁵ Н/м²) кез-келген газдың бір молі 22,4 л көлем алады.

$$\text{Сондықтан: } \frac{m}{M} = \frac{V}{V_{1\text{кмольдегі}}};$$

$$T_1 = 273\text{K}; \quad T_2 = 473\text{K}; \quad C_v = \frac{5}{2} R; \quad 10\text{л} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3; \quad 1\text{кмоль} = 22,4\text{м}^3$$

$$Q = \frac{1 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot (473 - 273)}{22,4} = 1855$$

$$\text{Өлшем бірлігі: } Q = \frac{[\text{кг}] \cdot [\text{Дж}] \cdot [\text{град}]}{[\text{кг} / \text{кмоль}] \cdot [\text{кмоль}] \cdot [\text{град}]} = [\text{Дж}]$$

6-есеп

Тұрақты қысымда 3 кг неонды қыздырады. Егер температураны 100 °С-ға арттырса, энтальпияның өзгерісін табыңдар.

Шешуі:

$$(1.7) \text{ теңдеуі бойынша } \Delta H = Q_p = \frac{m}{M} C_p (T_2 - T_1)$$

(1.8) теңдеуінен: $C_p = C_v + R = \frac{5}{2}R$, неон идеал газдар заңына бағынатындықтан: $T_2 - T_1 = \Delta T = \Delta C = 100\text{K}$,

$$\Delta H = \frac{3 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot 100}{20,2} = 3,085 \cdot 10^5$$

$$\text{Өлшем бірлігі: } \Delta H = \frac{[\text{кг}] \cdot [\text{Дж}] \cdot [\text{град}]}{[\text{кг} / \text{кмоль}] \cdot [\text{кмоль}] \cdot [\text{град}]} = [\text{Дж}].$$

7-есеп

$1,013 \cdot 10^5$ Па қысымда 10 г сынапты буландырғанда ішкі энергияның өзгерісін табыңдар. Сынаптың қайнау температурасы – 357°С, бу түзілу жылуы – $1,29 \cdot 10^5$ Дж/кмоль.

Шешуі:

Шарт бойынша $p = \text{const}$. (1.12) теңдеуінен:

$$H = U + pV, \quad \Delta U = \Delta H - p\Delta V, \quad \Delta H = Q_{\phi,a} = \frac{m}{M} \lambda_{\text{бу, түзілу}}$$

Сұйық сынаптың газ тектес сынаппен салыстырғандағы көлемін ескермесек:

$$\Delta V = V_{\text{газ}} - V_{\text{сұйық}} \approx V_{\text{газ}}, \quad V = \frac{m}{M} \frac{RT}{p};$$

$$\Delta U = \frac{m}{M} \lambda_{\text{бу}} - \frac{m}{M} \frac{RT \cdot p}{p} = \frac{m}{M} (\lambda_{\text{бу}} - RT);$$

$$m = 1 \cdot 10^{-2} \text{ кг}, \quad M = 107 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}, \quad p = 1,013 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2};$$

$$R = 8,31 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{град}}.$$

$$T = 273 + 357^\circ \text{C} = 630\text{K}$$

$$\Delta U = \frac{1 \cdot 10^{-2}}{107} (1,29 \cdot 10^5 - 8,31 \cdot 10^3 \cdot 630) = -477 \text{ Дж.}$$

$$\text{Өлшем бірлігі: } \Delta U = \frac{[\text{кг}]}{[\text{кг}/\text{моль}]} \left(\frac{[\text{Дж}]}{[\text{кмоль}]} - \frac{[\text{Дж} \cdot \text{град}]}{[\text{кмоль} \cdot \text{град}]} \right) = \text{Дж}$$

Тапсырма 1

1.1. 0,2 кг оттекті 80⁰С-тан 10⁰С-қа дейін суытқанда көлем өзгермеген жағдайда бөлінген жылу мөлшері қандай?

1.2. 90⁰С-та 2·10⁻² кг азоттың қысымы 5·10⁴ Н/м² құрайды. Изотермиялық сығу барысында қысым 1·10⁵ Н/м² дейін артты. Сығылу жұмысын есептендер.

1.3. Тұрақты қысымда 1 моль сутекті 70⁰С-тан 20⁰С-қа дейін суытқанда бөлінген жылу мөлшері қандай?

1.4. Тұрақты көлемде 5 кг газтекес аммиакты 10⁰С-қа қыздыру үшін қанша жылу мөлшері жұмсалады?

1.5. Тұрақты қысымда 22,4 л аргонды 10⁰С-тан 120⁰С-қа дейін қыздыру үшін қанша жылу мөлшері жұмсалады?

1.6. 350 К-де 2 моль SO₂ газының изотермиялық ұлғаю жұмысын есептендер. Көлемі 1 м³-тен 5 м³-қа артты.

1.7. Қалыпты жағдайда алынған 3 л неонды -70⁰С-қа дейін суытқан. Егер көлем тұрақты болып қалса, жылу мөлшері қандай?

1.8. 0,2 кг бром 59⁰С және 1·10⁵ Па қысымда конденсацияланған. Бромның меншікті булану жылуы $\lambda = 1,9 \cdot 10^5$ Дж/кг. Сұйық күйдегі бромның көлемін ескермей, ішкі энергияның өзгерісін есептендер.

1.9. Тұрақты көлемде, қалыпты жағдайда алынған 5 л неонды 400⁰С-қа дейін қыздырады. Қыздыруға жұмсалған жылу жылу мөлшерін есептендер.

1.10. Тұрақты қысымда 2 кг криптонды суытқан. Егер температура 150⁰С-қа төмендесе энтальпияның өзгерісі қандай?

1.11. Тұрақты қысымда 52 кг азотты қыздырады. Егер температура 80⁰С-қа төмендесе энтальпияның өзгерісі қандай?

1.12. 78⁰С температурада 1 кг этанолды буландырғанда ішкі энергияның өзгерісін есептендер. Булану жылуы $\lambda = 39$ кДж/моль тең. Будың меншікті көлемі 28 л/моль. Сұйық этанолдың көлемін ескермеу қажет.

1.13. 25⁰С температурада 0,3 кг суды буландырғанда ішкі энергияның өзгерісі қандай? Судың бу түзу меншікті жылуы $\lambda = 44$ кДж/моль. Сұйық судың көлемін ескермеу қажет.

1.14. 10⁰С-та және бастапқы қысымда 5·10⁶ Н/м² 0,02 м³ оттек қысымы 9·10⁶ Н/м² дейін изотермиялық ұлғаяды. Ұлғаю жылуын есептендер.

1.15. 2·10² Па қысымда көлемі 5 м³-тен 10 м³-қа дейін изобаралық ұлғайған 1 моль неонның ішкі энергиясының өзгерісін табындар.

1.16. 110⁰С-та 6 кг азот 3 м³ көлем алады. Көлемі 4 м³-қа дейін изотермиялық ұлғаю кезіндегі жұмысты есептендер.

1.17. Егер 2 кг оттек 40⁰С-да көлемі 0,02-ден 0,2 м³-қа дейін ұлғаятын болса, ұлғаю жұмысы нешеге тең?

1.18. Тұрақты $1 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ қысымда ауа көлемі $0,02 \text{ м}^3$ -тан $0,3 \text{ м}^3$ -қа ұлғайды. Ұлғаю жұмысын есептеңдер.

1.19. Тұрақты қысымда $1 \cdot 10^4 \text{ Па}$ $0,5 \text{ м}^3$ сутекті қыздырады. Егер газ $0,9 \text{ м}^3$ -қа дейін ұлғайса, жұмысты есептеңдер.

1.20. Тұрақты $1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ қысымда, көлемі $0,3 \text{ м}^3$ -қа ұлғайған газ тектес жүйенің ұлғаю жұмысын есептеңдер.

1.21. Тұрақты көлемде $0,2 \text{ кг}$ азотты 25 -тен 60°C -қа дейін қыздыру үшін қажет жылу мөлшерін есептеңдер.

1.22. Тұрақты 5 м^3 көлемде қысымды $5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ -тен $1 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ -ке дейін азоттың қысымын арттыру үшін қажет жылу мөлшерін есептеңдер.

1.23. Қалыпты жағдайда алынған $0,05 \text{ м}^3$ азотты тұрақты көлемде 200°C -қа дейін қыздырады. Қыздыруға жұмсалған жылу мөлшерін есептеңдер.

1.24. Тұрақты көлемде 2 кг аммиакты 200°C температурада $1 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ -ден $5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2$ -ге дейін қыздыру үшін қажет жылу мөлшерін есептеңдер.

1.25. Тұрақты көлемде 3 кг азотты 20°C -тан 50°C -қа дейін қыздыру үшін қажет жылу мөлшерін есептеңдер.

Тақырып 2. Термодинамиканың екінші бастамасы

Тақырып бойынша негізгі сұрақтар

1. Термодинамиканың екінші бастамасының тұжырымдамасы және физикалық мәні.
2. Қайтымды және қайтымсыз процестер туралы түсінік.
3. Энтропия жүйе күйінің функциясы ретінде.
4. Өздігінен жүретін процестер үшін энтропияның өсуі.
5. Әртүрлі процестерде энтропияны есептеу.

Бақылау сұрақтары

1. Қайтымды процесс қайтымсыз процестен қалай ажыратылады?
2. Классикалық термодинамикада энтропия қалай анықталады?
3. Статистикалық термодинамикада энтропия қалай анықталады?
4. Пайдалы әсер коэффициенті дегеніміз не?
5. Термодинамиканың екінші бастамасының әртүрлі тұжырымдары болуы мүмкіндігінің себебі неде?
6. Неліктен термодинамиканың екінші бастамсы шектеулі қолданылады?
7. Өздігінен жүретін процестер үшін энтропия қалай өзгереді?
8. Фазалық ауысуда энтропия қалай өзгереді?

Күй функцияларының болуы термодинамиканың екінші бастамасының салдары болып қабылданған:

$$dS = \frac{dq_{\text{қайтымды}}}{T}, \quad (2.1)$$

сондықтан
$$\int_1^2 dS = S_2 - S_1. \quad (2.2)$$

Энтропия оқшауланған жүйелердегі тепе-теңдік пен өздігінен жүретін процестердің бағыттылығының критерилері болып табылады.

Оқшауланған жүйелердегі өздігінен жүретін процестер үшін:

$$dS > 0 . \quad (2.3)$$

Фазалық ауысудағы энтропияның өзгерісі:

$$\Delta S_{ф.а} = \frac{\Delta H_{ф.а}}{T_{ф.а}} . \quad (2.4)$$

Тұрақты қысымда қыздыру (суыту) процесін іс жүзінде қайтымды жүргізуге болады, сондықтан

$$\Delta S_{қыздыру} = \int_{T_1}^{T_2} \frac{c_p dT}{T} . \quad (2.5)$$

Егер жылусыйымдылық аз мәнде өзгерсе, онда

$$\Delta S_{қыздыру} = C_p \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = C_p \ln \frac{T_2}{T_1} . \quad (2.6)$$

Қатты заттардың дұрыс кристалдары үшін 0 К-де энтропия $S_0=0$ (термодинамиканың үшінші бастамасы). Сондықтан:

$$\Delta S = S - S_0 = S .$$

Олай болса, кез-келген температурада әрбір заттардың энтропиясын есептеуге болады:

$$S = \int_0^{T_{бал}} \frac{C_{p_{қатты}} dT}{T} + \frac{\Delta H_{бал}}{T_{бал}} + \int_{T_{бал}}^{T_{бул}} \frac{C_{p_c} dT}{T} + \frac{\Delta H_{бул}}{T_{ан-лық}} + \int_{T_{бул}}^T \frac{C_{p_g} dT}{T} , \quad (2.7)$$

мұндағы $T_{бал}$ - балқу температурасы;

$T_{бул}$ – булану температурасы;

$\Delta H_{бал}$ – балқу жылуы;

$\Delta H_{бул}$ – булану жылуы;

C_{p_k} – қатты дененің жылусыйымдылығы;

C_{p_c} – сұйық дененің жылусыйымдылығы;

C_{p_g} – газдың жылусыйымдылығы.

1-есеп

2,5 моль суды -50°C -тан 150°C -қа дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін табындар. Мұздың жылусыйымдылығы – 151,2 Дж/моль·град, судың жылусыйымдылығы – 316,8 Дж/моль·град, будың жылусыйымдылығы – 144 Дж/моль·град, $\lambda_{балқу}$ – 25,2 кДж/моль, $\lambda_{бүтүзілу}$ – 163,8 кДж/моль.

Шешуі:

Суды -50°C -тан 150°C -қа дейін қыздырғанда жүретін процестерді қарастырамыз:

1. -50°C -тан 0°C -қа дейін – мұзды жылыту.
2. 0°C – мұздың еруі.
3. 0°C -тан 100°C -қа дейін – суды жылыту.
4. 100°C – судың булануы.
5. 100°C – 150°C – буды жылыту.

$^{\circ}\text{C}$ -ты K -ге айналдырамыз:

$$\text{K}=273+^{\circ}\text{C}; -50^{\circ}\text{C}=223\text{K}; 0^{\circ}\text{C}=273\text{K}; 100^{\circ}\text{C}=373\text{K}; 150^{\circ}\text{C}=423\text{K}$$

$$S = nC_{p_k} \cdot \ln \frac{273}{223} + n \frac{\lambda_{\text{бал}}}{273} + nC_{p_c} \ln \frac{373}{273} + n \frac{\lambda_{\text{бул}}}{373} + nC_{p_{\text{бул}}} \ln \frac{423}{373}.$$

$$S = 2,5 \cdot (151,2 \cdot \ln 1,22 + \frac{25200}{273} + 316,8 \cdot \ln 1,37 + \frac{163800}{373} + 144 \cdot \ln 1,13) =$$

$$= 2,5 \cdot (30,1 + 92,3 + 99,7 + 439,2 + 17,6) = 1697,3.$$

Өлшем бірлігі:

$$S = [\text{моль}] \cdot \left(\frac{[\text{Дж}]}{[\text{моль}] \cdot [^{\circ}\text{C}]} = \frac{[\text{Дж}]}{[^{\circ}\text{C}]} \right)$$

Суыту кезінде жылу бөлінеді, сондықтан $\lambda_{\text{ф.а}}$ алдына «минус» таңбасын қою қажет.

Тапсырма 2

2.1. 0,3 моль метанолды 90°C -тан -10°C -қа дейін суытқанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Қайнау температурасы – 65°C , булану жылуы – 148 кДж/моль, жылуsыйымдылығы – $C_{p_{\text{бул}}} = 176$ Дж/моль·К, жылуsыйымдылығы – $C_{p_c} = 43$ Дж/моль·К.

2.2. 2 моль көміртек тетрахлоридін (CCl_4) -10°C -тан 120°C -қа дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Қайнау температурасы 77°C , булану жылуы – 132 кДж/моль, жылуsыйымдылығы – $C_{p_c} = 554$ Дж/моль·К, жылуsыйымдылығы – $C_{p_r} = 39$ Дж/моль·К.

2.3. 30 г этанолды -130°C -тан $+90^{\circ}\text{C}$ -қа дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Меншікті жылуsыйымдылығы – $C_{p_k} = 7$ Дж/г·К; $C_{p_c} = 9,6$ Дж/г·К; $C_{p_r} = 7,6$ Дж/г·К; -112°C -та меншікті балқу жылуы 790 Дж/г, 78°C -та булану жылуы 3840 Дж/г.

2.4. 3 моль этанолды 120°C -тан 280K -ге дейін суытқанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Қайнау температурасы – 78°C ; молярлық жылуsыйымдылығы – $C_{p_c} = 111$ Дж/моль·К; жылуsыйымдылығы – $C_{p_r} = 19$ Дж/моль·К; булану жылуы – 40 кДж/моль.

2.5. 2 моль бензол буының 80°C -тан 60°C -қа дейін энтропиясының өзгерісін есептеңдер. Бензолдың қайнау температурасы 353K; молярлық булану жылуы – 40 кДж/моль; сұйық бензолдың жылуsыйымдылығы – 140 Дж/моль·К.

2.6. 3 моль натрий хлоридін 1073K-нен 300°C -дейін суытқанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Балқу температурасы 800°C , балқу жылуы – 30 кДж/моль, молярлық жылуsыйымдылығы – $C_{p_k} = 46$ Дж/моль·К.

2.7. 2 моль сұйық метанды 112 К-нен 20⁰С-дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Қайнау температурасы – 112К, булану жылуы – 8234 Дж/моль·К.

2.8. 3 моль ацетонды (C₃H₆O) 100⁰С-тан 20⁰С-қа дейін суытқанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Қайнау температурасы – 56⁰С, булану жылуы – 30 кДж/моль, будың молярлық жылусыйымдылығы – 22 Дж/моль·К, сұйықтың жылусыйымдылығы – 125 Дж/моль·К.

2.9. 2 моль күкіртті 20⁰С-тан 210⁰С-қа дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Балқу жылуы – 1440 Дж/моль, балқу температурасы – 119⁰С, сұйық күкірттің молярлық жылусыйымдылығы – 36 Дж/моль·К, ал қатты күкірттің жылусыйымдылығы – 24 Дж/моль·К.

2.10. 200 г толуолды (C₇H₈) 80⁰С-тан -40⁰С-қа дейін суытқанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Балқу температурасы -35⁰С, меншікті балқу жылуы 132Дж/г·К, сұйық толуолдың меншікті жылусыйымдылығы – 1,7 Дж/г·К, қатты толуолдың меншікті жылусыйымдылығы – 1,1 Дж/г·К.

2.11. 2 моль метанолды -110⁰С-тан +40⁰С-қа дейінгі энтропиясының өзгерісін есептеңдер. Балқу температурасы -98⁰С, жылусыйымдылығы – Ср_к = 256 Дж/моль·К, Ср_с = 432 Дж/моль·К, балқу жылуы – 22 кДж/моль.

2.12. 40 г метан қышқылының (CH₂O₂) 120⁰С-тан -10⁰С-қа дейін суытқанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Меншікті балқу жылуы – 772 Дж/г·К, булану жылуы – 1365 Дж/г·К, меншікті жылусыйымдылығы – Ср_г = 5,6 Дж/г·К, Ср_к = 7,6 Дж/г·К, балқу температурасы – 8,5⁰С, қайнау температурасы – 120⁰С.

2.13. Қатты күйден бұға айналуының қайнау температурасы 61,5⁰С және қайнау температурасы -7,3⁰С-та алынған және 159,8 г қатты түрдегі Вг₂-ның энтропия өзгерісін есептеңдер. Сұйық бромның меншікті жылусыйымдылығы – Ср_с = 0,45 Дж/г·К, балқу жылуы – 67,72 Дж/г, булану жылуы – 182,8 Дж/г.

2.14. 0,1 кг су 0⁰С-тан 120⁰С-қа бұға айналғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Судың 100⁰С-ғы булану жылуы – 40,6 кДж/моль, сұйық судың жылусыйымдылығы – 75,3 Дж/мольК, будың жылусыйымдылығы – 360 Дж/моль·К.

2.15. 20 г этанол С₂Н₅ОН 25⁰С мен 1,013·10⁵ Па сұйық күйден 78⁰С мен 0,050·10⁵ Па бұға айналғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Этанолдың молярлық булану жылуы – 40,79 кДж/моль, жылусыйымдылығы – Ср_ж = 104 Дж/моль·К.

2.16. 5 моль қатты метил спиртіні -98-ден +50⁰С-қа дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Жылусыйымдылығы 256 Дж/моль, балқу жылуы – 22,4 кДж/мольК, балқу температурасы -98⁰С.

2.17. 78⁰С-та 100 г этил спиртінің конденсациясы барысында және 20⁰С-қа дейін суытқанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Этил спиртінің бу түзілуінің меншікті жылуы 3840 Дж/г, сұйық спирттің меншікті жылусыйымдылығы 7,6 Дж/г.

2.18. 0,076 кг бензолды С₆Н₆ 0⁰С-тан 50⁰С-қа дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Қатты бензолдың меншікті

жылуусыйымдылығы $1,5 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, сұйық бензол үшін – $1,8 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, балқу жылуы – 126 кДж/кг , балқу температурасы 5°C .

2.19. $0,050 \text{ кг}$ сынапты 20°C -тан -50°C -қа дейін суытқанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Сұйық сынаптың меншікті жылуусыйымдылығы – $0,6 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, қатты сынаптың жылуусыйымдылығы – $0,6 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, меншікті балқу жылуы – 50 кДж/кг , балқу температурасы -39°C тең.

2.20. $0,2 \text{ кг}$ сынапты 20°C -тан 380°C -дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Сұйық сынаптың меншікті жылуусыйымдылығы $0,6 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, сынап буының жылуусыйымдылығы – $0,7 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, меншікті булану жылуы – 1210 кДж/кг , қайнау температурасы 357°C тең.

2.21. 1 моль ацетонды $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 100°C -тан 25°C -қа дейін суытқанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Ацетонның булану жылуы $29,8 \text{ кДж/моль}$, қайнау температурасы – 56°C , $\text{Cp}_c = 125 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$, $\text{Cp}_g = 22,5 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$ тең.

2.22. 1 моль кадмийді 25°C -тан 724°C -қа дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Қайнау температурасы 321°C және балқу жылуы 6109 Дж/моль . $\text{Cp}_k(\text{Cd}) = 22,2 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$, $\text{Cp}_c(\text{Cd}) = 29,8 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$.

2.23. 1 моль натрий хлоридін 25°C -тан 1073K -ге дейін қыздырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Балқу температурасы – 800°C , балқу жылуы – $30,23 \text{ кДж/моль}$, молярлық жылуусыйымдылық – $\text{Cp} = 45,96 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$.

2.24. $0,001 \text{ м}^3$ сутекті $0,00005 \text{ м}^3$ метанмен араластырғанда энтропияның өзгерісін есептеңдер. Бастапқы газдар мен түзілген газдар қоспасы 25°C температура мен $0,912 \cdot 10^5 \text{ Па}$ қысым жағдайында.

2.25. $0,010 \text{ кг}$ криптон көлемі $0,05 \text{ м}^3$ және қысымы $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ -дан көлемі $0,2 \text{ м}^3$ және қысымы $0,2133 \cdot 10^5 \text{ Па}$ -ға изотермиялық ұлғаю процесінде энтропия қаншалықты өзгереді?

Тақырып 3. Термодинамикалық потенциалдар. Химиялық тепе-теңдік. Фазалық тепе-теңдік

Тақырып бойынша негізгі сұрақтар

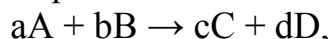
1. Термодинамикалық потенциал ұғымы.
2. Изохора-изотермиялық және изобара-изотермиялық потенциалдар.
3. Термодинамикалық тепе-теңдік жағдайлары.
4. Химиялық реакциялардың изотермасы, изобара және изохорасы.
5. Химиялық туыстық.
6. Массалар әрекеттесу заңы.
7. Тепе-теңдік константасы (K_p және K_c). Олардың арасындағы байланыс.
8. Тепе-теңдік константасының температураға тәуелділігі.
9. Гетерогенді жүйелердегі тепе-теңдік.
10. Гиббстің фазалар ережесі.
11. Бір компонентті жүйелер үшін фазалар ережесін қолдану.
12. Судың диаграммасы.

Бақылау сұрақтары

1. «Термодинамикалық потенциал» деген не және басқа қандай потенциалдарды білесіңдер?
2. Жүйенің бір күйден екінші күйге өздігінен ауысу жағдайлары қандай?
3. Тепе-теңдік жағдайлары?
4. «Химиялық тепе-теңдік» деген не және ол қандай шамаларға тәуелді?
5. Қатты заттардың активтілігі неге тең?
6. «Фаза», «компонент», «еркіндік дәрежесі» деген не?
7. Фазалық тепе-теңдіктер үшін Гиббс теңдеуінің әртүрлі өрнектелуі немен анықталады?
8. «Күй диаграммасы» деген не?
9. Әртүрлі термодинамикалық потенциалдар не үшін қажет?
10. «Химиялық туыстық (сродство)» деген не?

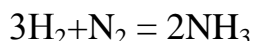
Химиялық тепе-теңдік

Реакция теңдеуі мына түрде өрнектелсе:



мұндағы a, b, c, d – реакция теңдеуіндегі стехиометриялық коэффициенттер.

Мысалы:



Бұл өрнекте 3 моль сутек пен бір моль азоттан 2 моль аммиак алынатындығы көрсетілген.

Массалар әрекеттесу заңы. Химиялық реакция жылдамдығы ν реакция теңдеуінде әртүрлі стехиометриялық коэффициенттеріне тең, әрекеттесуші заттардың дәреже түріндегі концентрациялары өрнектеріне тура пропорционал.

Тура реакция үшін:

$$\nu_1 = \kappa_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b; \nu_1 = \kappa_1' \cdot C_{H_2}^3 \cdot C_{N_2}^1.$$

Кері реакция үшін:

$$\nu_2 = \kappa_2 \cdot C_C^c \cdot C_D^d; \nu_2 = \kappa_2' \cdot C_{NH_3}^2.$$

Тура реакцияның жылдамдығы кері реакцияның жылдамдығына тең болса, химиялық тепе-теңдік күйі орнайды.

Егер $\nu_1 = \nu_2$, онда $\kappa_1 \cdot C_A^a \cdot C_B^b = \kappa_2 \cdot C_C^c \cdot C_D^d$

$$\kappa_1' \cdot C_{H_2}^3 \cdot C_{N_2}^1 = \kappa_2' \cdot C_{NH_3}^2$$

мұндағы $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_1', \kappa_2'$ – химиялық реакцияның жылдамдық константалары.

Физикалық мағынасы. Жылдамдық константасы әрекеттесуші заттардың бірдей концентрациясындағы химиялық реакция жылдамдығына тең. Анықталуы бойынша концентрацияға тәуелсіз.

k_1/k_2 қатынасын тапсақ:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{C_C^c \cdot C_D^d}{C_A^a \cdot C_B^b} = K_C, \quad \frac{k_1'}{k_2'} = \frac{C_{NH_3}^2}{C_{H_2}^3 \cdot C_{N_2}} = K_C'$$

Жылдамдық константасы концентрацияға тәуелсіз болғандықтан, сәйкесінше оларды K_C және K_C' белгілейміз. ' символы жалпы жағдайларда әртүрлі шамалар екендігін білдіреді. Оларды химиялық тепе-теңдік константалары деп атайды. Төменгі оң жақтағы «С» символы тепе-теңдік константасын өрнектеуде концентрация қолданылатындығын білдіреді.

Тұрақты температурада ($T = \text{const}$) парциал қысым P концентрацияға C пропорционал, сондықтан тепе-теңдік константасын былайша жазуға болады:

$$K_p = \frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b};$$

Нақты реакциялар үшін:

$$K_p' = \frac{P_{NH_3}^2}{P_{H_2}^3 \cdot P_{N_2}^1};$$

K_C мен K_p арасындағы байланысты қарастырайық.

Бір моль газ үшін біріктірілген газ заңдары (Менделеев-Клапейрон теңдеуі):

$$pV = RT \Rightarrow V = \frac{RT}{p}.$$

Зат мөлшері $C = \frac{1}{V}$, сәйкесінше, $C = \frac{P}{RT}$.

K_C және K_C' теңдеуге қойсақ:

$$K_C = \frac{\left(\frac{P_C}{RT}\right)^c \cdot \left(\frac{P_D}{RT}\right)^d}{\left(\frac{P_A}{RT}\right)^a \cdot \left(\frac{P_B}{RT}\right)^b}; \quad K_C' = \frac{\left(\frac{P_{NH_3}}{RT}\right)^2}{\left(\frac{P_{H_2}}{RT}\right)^3 \cdot \left(\frac{P_{N_2}}{RT}\right)^1};$$

$$K_p = \left(\frac{P_C^c \cdot P_D^d}{P_A^a \cdot P_B^b}\right) \cdot RT^{(c+d)-(a+b)}; \quad K_p' = \left(\frac{P_{NH_3}^2}{P_{H_2}^3 \cdot P_{N_2}}\right) \cdot RT^{(2)-(3+1)}.$$

Δn үшін реакция нәтижесіндегі моль санының өзгерісі:

$$\Delta n = (c + d) - (a + b), \Delta n = 2 - (3 + 1) = -2.$$

Сондықтан $K_p = K_C \cdot RT^{\Delta n}$,

Термодинамикалық мәліметтер бойынша тепе-теңдік өрнегі:

$$K_p' = K_C' \cdot (RT)^{-2} = \frac{K_C'}{(RT)^2}.$$

Жылусыйымдылық тұрақты қысымда C_p температураға тәуелді емес (Улихтің бірінші жуықтауы):

$$\Delta G_T = \Delta H^0 - T\Delta S^0,$$

мұндағы ΔG – реакция нәтижесіндегі изобаралық потенциал өзгерісі;

ΔS^0 – реакция нәтижесіндегі энтропияның өзгерісі;

T – температура, К;

ΔH^0 – реакция нәтижесіндегі энтальпияның өзгерісі.

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H^0_{\text{реакция өнім}} - \sum \Delta H^0_{\text{бастапқы заттар}} = (c\Delta H^0_C + d\Delta H^0_D) - (a\Delta H^0_A + b\Delta H^0_B);$$

$$\Delta H^0 = 2\Delta H^0_{NH_3} - (3\Delta H^0_{H_2} + \Delta H^0_{N_2}) = 2\Delta H^0_{NH_3}.$$

Тұрақты күйдегі стандартты жағдайдағы жай заттардың энтальпиясы нөлге тең.

Стандартты жағдайдағы энтропияның өзгерісі:

$$\Delta S^0 = \sum \Delta S^0_{\text{өнім}} - \sum \Delta S^0_{\text{бастапқы заттар}};$$

$$\Delta S^0 = (cS^0_C + dS^0_D) - (aS^0_A + bS^0_B);$$

$$\Delta S^0 = 2S^0_{NH_3} - (3S^0_{H_2} + S^0_{N_2}) = 2S^0_{NH_3} - 3S^0_{H_2} - S^0_{N_2}.$$

Энтропияның өзгерісін есептеу үшін кестелік мәліметтерді қолданады.

Изобаралық потенциал өзгерісі мен тепе-теңдік константасы арасындағы байланыс келесі теңдеу арқылы өрнектеледі:

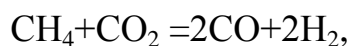
$$\Delta G^0 = -RT \ln K_p;$$

$\ln K_p$ сәйкес есептесек:

$$\ln K_p = -\frac{\Delta G^0}{RT}, K_p = e^{-\frac{\Delta G^0}{RT}}.$$

Тапсырма 2

2-кестеде көрсетілген термодинамикалық мәліметтер бойынша 800К температурадағы келтірілген реакцияның ΔG , K_p және K_C мәндерін есептеңдер.



Шешуі:

изобаралық потенциал өзгерісі:

$$\Delta S^0 = 2 \cdot 197,4 + 2 \cdot 130,6 - (186,85 + 213,6) = 394,8 + 261,2 - 400,45 = 255,55 \text{ Дж / мольК};$$

$$\Delta G_{800\text{K}} = 247360 - 800 \cdot 255,55 = 247360 - 204440 = 42,92 \text{ кДж / моль};$$

$$\ln Kp = -\frac{\Delta G^0}{RT}$$

$$\ln Kp = -\frac{42,92 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 800} = -6,46;$$

$$\lg Kp = \frac{1}{2,303} \ln Kp; \quad \ln a = 2,303 \lg a$$

$$\lg Kp = -\frac{6,46}{2,303} = -2,81.$$

Олай болса: $Kp = 1,55 \cdot 10^{-3}$, $Kc = Kp \cdot RT^{\Delta n}$:

$$Kc = 1,55 \cdot 10^{-3} (8,31 \cdot 800)^{-2} = \frac{1,55 \cdot 10^{-3}}{(8,31 \cdot 800)^2} = \frac{1,55 \cdot 10^{-3}}{4,42 \cdot 10^7} = 3,5 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{моль}}{\text{м}^3}\right)^2.$$

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_T^0 - T\Delta S_T^0,$$

мұндағы

$$\Delta H_T^0 = \sum \Delta H^0_{\text{реакцияның}} - \sum \Delta H^0_{\text{бастапқы заттар}} = 2\Delta H^0_{CO} + 2\Delta H^0_{H_2} - (\Delta H^0_{CH_4} + \Delta H^0_{CO_2}).$$

ΔH^0 алдындағы коэффициент реакция теңдеуіндегі коэффициентке сәйкес келеді. ΔH^0 мәнін 3-кестеден аламыз:

$$\Delta H^0 = 2(-110,5) + 2 \cdot 0 - (-74,85) - (-393,51) = -221 + 74,85 + 393,51 = 247,36 \text{ кДж / моль};$$

$$\Delta S^0 = \sum \Delta S^0_{\text{өнім}} - \sum \Delta S^0_{\text{бастапқы заттар}};$$

Тапсырма 3

Көрсетілген К температураға сәйкес келтірілген реакцияның ΔG^0 , Кр және Кс мәндерін есептеңдер. Кр мәнін эксперимент жүзінде анықталған мәнмен салыстырыңдар. Есептеу мәндері 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Есептеу мандері

Рет №	Реакция	T, К	lgKp эксперимент
1	$2\text{HBr} = \text{H}_2 + \text{Br}_2$	1100	-2,856
2	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	675	3,037
3	$2\text{HCl} = \text{Cl}_2 + \text{H}_2$	1000	-5,258
4	$\text{N}_2 + 2\text{O}_2 = 2\text{NO}$	1500	-4,418
5	$\text{N}_2 + \text{O}_2 = \text{NO}$	1400	-2,821
6	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$	700	1,611
7	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	700	3,576
8	$2\text{H}_2\text{S} = 2\text{H}_2 + \text{S}_2$	1000	-2,133
9	$\text{H}_2 + \text{CO}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$	800	-0,607
10	$2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$	1600	-5,185
11	$2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$	2000	-5,764
12	$2\text{SO}_2 = 2\text{O}_2 + \text{S}_2$	800	-19,80
13	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$	932	-0,365
14	$\text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$	900	-1,295
15	$3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$	800	-2,536
16	$\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$	763	-2,67
17	$2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$	1400	-1,994
18	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$	1200	-0,149
19	$2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$	1000	-1,454
20	$2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$	1000	1,690
21	$\text{H}_2 + \text{CO} = \text{HCOOH}$	1000	-5,683
22	$3\text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	800	-4,972
23	$\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$	900	-7,251
24	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$	1000	0,143
25	$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$	1000	20,461

Кесте 2 – Кейбір заттардың стандартты жағдайдағы термодинамикалық мәндері

Рет №	Заттар	ΔH^0 , кДж/моль	ΔS^0 , Дж/моль·К	Рет №	Заттар	ΔH^0 , кДж/моль	ΔS^0 , Дж/моль·К
1	H ₂	0	130,6	13	CH ₄	-74,85	186,85
2	Br ₂ (г)	30,92	245,35	14	HCl	-92,30	186,70
3	Cl ₂	0	223,0	15	NO ₂	33,89	240,45
4	N ₂	0	191,5	16	NO	90,37	210,62
5	O ₂	0	205,03	17	CO	-110,5	197,4
6	S ₂	129,1	227,7	18	H ₂ S	-20,15	205,64
7	I ₂	62,24	260,58	19	SO ₂	-296,9	248,1
8	HBr	-35,98	198,40	20	C ₂ H ₄	52,28	219,4
9	CO ₂	-393,51	213,6	21	C ₂ H ₆	-84,67	229,5
10	H ₂ O	-241,84	188,74	22	NH ₃	-46,19	192,50
11	HJ	25,94	206,30	23	HCOOH	-115,9	218,8
12	CH ₃ O H	-238,7	126,7				

Тақырып 4. Химиялық реакциялардың кинетикасы

Тақырып бойынша негізгі сұрақтар

1. Химиялық реакциялардың жылдамдық константасы және жылдамдығы.
2. Реакция жылдамдығының концентрацияға тәуелділігі.
3. Бірінші және екінші ретті реакциялардың кинетикалық теңдеуі.
4. Жартылай ыдырау периоды.
5. Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігі.
6. Вант-Гоффа ережесі.
7. Аррениус теңдеуі.
8. Активтену энергиясы.
9. Катализ туралы түсінік. Катализ түрлері.

Бақылау сұрақтары

1. Әрекеттесуші заттардың уақыт бойынша концентрациясы қалай өзгереді? Графликтік тәуелділігін көрсетіндер.
2. Химиялық реакциялардың жылдамдығы әрекеттесуші заттардың концентрациясына қалай әсер етеді?
3. Химиялық реакцияның жылдамдық константасының физикалық мағынасы?
4. Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігін қарастырыңдар (Аррениус теңдеуі). Осы тәуелділікті анықтайтын мәндердің мағынасын ашыңдар.
5. Молекулалық пен реакция реттілігіне анықтама беріңдер.

- 6.«Активтену энергиясы» деген не?
 7.Катализатор активтену энергиясына қалай әсер етеді?
 8.Аррениус теориясының кемшіліктері?
 9.Химиялық реакциялардың қандай типтерін білесіндер?

Реакция жылдамдығының концентрация мен температураға тәуелділігі

Реакция жылдамдығының концентрацияға тәуелділігі массалар әрекеттесу заңымен өрнектеледі (3 тақырыпты қараңыз).

Реакция жылдамдығының температураға тәуелділігі (Вант-Гофф ережесі):

$$g_2 = g_1 \cdot \gamma^{10^{t_2 - t_1}},$$

мұндағы g_1 – t_1 °С температурадағы реакция жылдамдығы ;

g_2 – t_2 °С температурадағы реакция жылдамдығы;

γ – реакцияның температуралық коэффициенті.

Температураның нақтырақ және кеңірек интервалында (Аррениус теңдеуі):

$$g_2 = g_1 e^{\frac{-E}{RT_2}},$$

мұндағы g_1 – К бойынша T_1 температурадағы реакция жылдамдығы.

1-есеп

$3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$ тура және кері реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

Егер:

- а) қысымды 4 есе арттырса;
 б) қысымды 2 есе кемітсе?

Шешуі:

а) бастапқы жағдайдағы тура және кері реакциялар үшін массалар әрекеттесу заңын жазамыз:

$$g_1 = k_1 \cdot p_{\text{H}_2}^3 \cdot p_{\text{N}_2}^1, \quad g_2 = k_2 \cdot p_{\text{NH}_3}^2.$$

а) Қысымды 4 есе арттырғанда:

$$g_1 = k_1 \cdot (4p_{\text{H}_2})^3 \cdot (4p_{\text{N}_2})^1, \quad g_2 = k_2 (4p_{\text{NH}_3})^2.$$

$\frac{g_1'}{g_1}$ мен $\frac{g_2'}{g_2}$ қатынасын табамыз:

$$\frac{g_1'}{g_1} = \frac{k_1 (4p_{\text{H}_2})^3 \cdot (4p_{\text{N}_2})^1}{k_1 \cdot p_{\text{H}_2}^3 \cdot p_{\text{N}_2}} = \frac{64p_{\text{H}_2}^3 \cdot 4p_{\text{N}_2}}{p_{\text{H}_2}^3 \cdot p_{\text{N}_2}} = 256;$$

$$\frac{g_2'}{g_2} = \frac{k_2(4p_{NH_3})^2}{k_2 \cdot p_{NH_3}^2} = \frac{16p_{NH_3}^2}{p_{NH_3}^2} = 16.$$

Жауабы: Қысымды 4 есе арттырғанда тура реакцияның жылдамдығы 256 есе артады, ал кері реакцияның жылдамдығы 16 есе артады.

$$б) g_1 = k_1 \cdot p_{N_2} \cdot p_{H_2}^3, \quad g_2 = k_2 p_{NH_3}^2.$$

Қысымды азайтқанда:

$$g_1' = k_1 \left(\frac{p_{N_2}}{2}\right)^1 \cdot \left(\frac{p_{H_2}}{2}\right)^3, \quad g_2' = k_2 \left(\frac{p_{NH_3}}{2}\right)^2.$$

$\frac{g_1'}{g_1}$ мен $\frac{g_2'}{g_2}$ қатынасын табамыз:

$$\frac{g_1'}{g_1} = \frac{k_1 \left(\frac{p_{N_2}}{2}\right) \cdot \left(\frac{p_{H_2}}{2}\right)^3}{k_1 \cdot p_{N_2} \cdot p_{H_2}^3} = \frac{\frac{1}{2} p_{N_2} \cdot \frac{1}{8} p_{H_2}^3}{p_{N_2} \cdot p_{H_2}^3} = \frac{1}{16};$$

$$\frac{g_2'}{g_2} = \frac{k_2 \left(\frac{p_{NH_3}}{2}\right)^2}{k_2 p_{NH_3}^2} = \frac{\frac{1}{4} p_{NH_3}^2}{p_{NH_3}^2} = \frac{1}{4}.$$

Жауабы: Қысымды 2 есе азайтқанда тура реакцияның жылдамдығы 16 есе азаяды, ал кері реакцияның жылдамдығы 4 есе азаяды.

2-есеп

Реакция жылдамдығы қалай өзгереді? Егер:

а) Температураны 40⁰С-ға арттырса;

б) Температураны 20⁰С-ға азайтса, егер реакцияның температуралық коэффициенті $\gamma = 2$?

Шешуі:

Вант-Гофф ережесін жазамыз: $g_2 = g_1 \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$.

$$\frac{g_2}{g_1} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}}$$

а) $\Delta t = +40^0, \gamma = 2$:

$$\frac{g_2}{g_1} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}} = 2^{\frac{40}{10}} = 2^4 = 16$$

Жауабы: Температураны 40⁰С-ға арттырғанда реакция жылдамдығы 16 есе артады;

б) $\Delta t = -20^\circ, \gamma = 2$:

$$\frac{g_2}{g_1} = \gamma^{\frac{\Delta t}{10}} = 2^{-\frac{20}{10}} = 2^{-2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}.$$

Жауабы. Температураны 20°C -ға азайтқанда реакция жылдамдығы 4 есе азаяды. Жүйені n есе сыққанда қысым n есе артады. Көлемді n есе арттырғанда қысым n есе азаяды.

Тапсырма 4

4.1. $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Cl}_2$ қысымды екі есе арттырғанда және температураны өзгертпесе тура және кері реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.2. Егер қысымды 5 есе арттырғанда және температураны өзгертпесе жабық ыдыста жүретін $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ тура реакцияның жылдамдығы неше есе артады?

4.3. Егер қысымды 3 есе арттырса, жоғары температурада жабық ыдыста жүретін $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ тура және кері реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.4. Реакция $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ теңдеуі бойынша жүреді. Егер қысымды 2 есе арттырса, тура реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.5. Реакция $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ сәйкес теңдеуі бойынша жүреді. Егер қысымды 3 есе азайтқанда кері реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.6. Реакция $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$ теңдеуі бойынша жүреді. Егер қысымды 4 есе арттырса, тура реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.7. Қысымды 2 есе арттырса, $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$ кері реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.8. Егер көлемді 3 есе арттырса, $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ теңдеуіне сәйкес жүретін тура реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.9. Көлемді 3 есе азайтса, $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ тура реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.10. Көлемді 3 есе арттырса, $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ тура және кері реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.11. Көлемді 3 есе азайтса, $\text{FeO}_3(\text{к}) + \text{CO} = \text{Fe}(\text{к}) + \text{CO}_2$ тура реакцияның жылдамдығы өзгере ма?

4.12. Жүйені 3 есе сықса, $2\text{SO}_3(\text{г}) = 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$ тура реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.13. Реакция $2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HCl} + \text{O}_2$ теңдеуі бойынша жүреді. Көлемді 3 есе азайтса, тура реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.14. Реакция $2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HCl} + \text{O}_2$ теңдеуі бойынша жүреді. Көлемді 3 есе арттырса, кері реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді?

4.15. Температураны 20°C -тан 60°C -қа арттырса, $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ реакцияның жылдамдығы қалай өзгереді? Реакцияның температуралық коэффициенті 2-ге тең.

4.16. Температураны 200°C -тан 250°C -қа дейін арттырғанда аммиак синтезі реакциясының $2\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ реакция жылдамдығының өзгерісін табыңдар. Реакцияның температуралық коэффициенті 3-ке тең.

4.17. Температураны 10°C -тан 80°C -қа дейін төмендеткенде $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$ реакция жылдамдығының өзгерісін есептеңдер. Реакцияның температуралық коэффициенті 2-ге тең.

4.18. Температураны 10°C -тан 80°C -қа дейін төмендеткенде $\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO} + \text{H}_2$ реакция жылдамдығының өзгерісін есептеңдер. Реакцияның температуралық коэффициенті 2-ге тең.

4.19. Егер температуралық өзгерісі 30°C , ал реакцияның температуралық коэффициенті 3-ке тең болса, реакция жылдамдығы неше есе өзгереді?

4.20. Егер реакцияның температуралық коэффициенті 2-ге тең болса, ал температураны 20°C -қа төмендетсе реакция жылдамдығының өзгерісі нешеге тең?

4.21. Температураны 20°C -қа арттырғанда реакция жылдамдығы 9 есе артты. Бұл реакцияның температуралық коэффициенті нешеге тең?

4.22. Температураны 40°C -қа арттырғанда реакция жылдамдығы 32 есе артты. Бұл реакцияның температуралық коэффициенті нешеге тең?

4.23. Температураны 30°C -қа төмендеткенде реакция жылдамдығы 27 есе азайды. Бұл реакцияның температуралық коэффициенті нешеге тең?

4.24. Температураны 20°C -қа төмендеткенде реакция жылдамдығы 16 есе азайды. Бұл реакцияның температуралық коэффициенті нешеге тең?

4.25. Температураны 30°C -қа жоғарылатқанда реакция жылдамдығы 27 есе артты. Бұл реакцияның температуралық коэффициенті нешеге тең?

Тақырып 5. Бейэлектролит ерітінділері

Тақырып бойынша негізгі сұрақтар

1. Рауль заңы.
2. Генри заңы.
3. Ерітінділердің қату температурасының төмендеуі мен қайнау температураларының жоғарылауы.
4. Эбуллиоскопия және криоскопия.
5. Еріген заттың молекулалық массасын анықтау.
6. Осмос. Осмостық қысым.

Бақылау сұрақтары

1. Неліктен ерітіндідегі еріткіштің қаныққан бу қысымы таза еріткішке қарағанда әрқашан аз болады?
2. «Идеал ерітінді» деген не?
3. Рауль заңының математикалық өрнегін жазыңдар және мағынасын айтыңдар.

4. Рауль заңынан оң және теріс ауытқушылықтың себебі неде?
5. Генри заңының мағынасы.
6. Рауль-Генридің біріккен заңын өрнектеңдер.
7. Шексіз сұйытылған ерітінділерге анықтама беріңдер.
8. Коновалов заңының мағынасы.
9. Еріген заттың молекулалық массасын анықтау әдістерін сипаттаңдар.

Ерітінділер концентрациясы

Концентрация – ерітінділердің маңызды сипаттамаларының бірі. Концентрация еріген зат пен еріткіштің қандай қатынаста (массалық немесе көлемдік) алынғанын көрсетеді. Ерітінділер концентрациясын өрнектеудің бірнеше түрлері бар. Ерітіндінің қандай да бір қасиетін сипаттау үшін ерітіндінің қасиеті мен концентрациясы арасындағы қарапайым тәуелділікті беретін концентрацияны қолданамыз. Коллоидтық және физикалық химиядан есептер шығару кезінде концентрацияны өрнектеудің бір түрінен екінші түріне ауысуға тура келеді.

Анықтамалар

Проценттік концентрация (массалық үлес %) деп 100 г ерітіндіде еріген заттың грамм мөлшерін көрсететін шаманы айтады (өлшем бірлігі г / 100 г ерітінді).

Молярлық концентрация деп ерітіндінің 1 литрінде еріген заттың зат мөлшерін көрсететін шаманы айтады (өлшем бірлігі моль/л).

Нормальдық концентрация (моль-эквиваленттік) ерітіндінің 1 литрінде еріген заттың моль-эквиваленттерінің санын көрсететін шаманы айтады. (өлшем бірлігі моль-эквивалент/л).

Моляльдық концентрация деп еріткіштің 1000 грамында еріген заттың зат мөлшерін көрсететін шаманы айтады (өлшем бірлігі моль/1000 г еріткіш).

Молярлық (мольдік) үлес немесе молярлық пайыз ерітіндінің жалпы моль санының қанша бөлігін еріген зат (немесе еріткіш) құрайтындығын көрсетеді. Егер еріткіштің моль санын n_a деп, ал еріген заттың моль санын n_b деп белгілесек, онда еріген заттың молярлық үлесі:

$$N_b = \frac{n_b}{n_a + n_b},$$

ал еріткіштің молярлық үлесі:

$$N_a = \frac{n_a}{n_a + n_b}.$$

Қосындысы $N_a + N_b = 1$.

Молярлық үлесті 100 есе арттырғанда молярлық пайыз деп аталады.

Кесте 3 – Ерітінділер концентрацияларын бір түрден екіншісіне айналдыру формулалары

Концентрация	A	H	M	L
Проценттік (г/100 г ер-ді, салмақ %, масс %) A=	A	$\frac{H \cdot \text{Э}}{10 \cdot \rho}$	$\frac{M \cdot M_3}{10 \cdot \rho}$	$\frac{100 \cdot L \cdot M_3}{1000 + L \cdot M_3}$
Нормальдық H=	$\frac{10 \cdot A \cdot \rho}{\text{Э}}$	H	$\frac{M \cdot M_3}{\text{Э}}$	$\frac{1000 \cdot L \cdot M_3}{(1000 + L \cdot M_3) \cdot \text{Э}}$
Молярлық M=	$\frac{10 \cdot A \cdot \rho}{M_3}$	$\frac{H \cdot \text{Э}}{M_3}$	M	$\frac{1000 \cdot L \cdot \rho}{1000 + M_3 \cdot L}$
Моляльдық L=	$\frac{1000 \cdot A}{(100 - A)M_3}$	$\frac{1000 \cdot M \cdot \text{Э}}{(1000\rho \cdot \text{Э}) \cdot M_3}$	$\frac{1000 \cdot M}{1000\rho - M \cdot M_3}$	L

Алынған белгілеулер:

ρ – ерітіндінің тығыздығы, г/см³;

M_3 – еріген заттың мольдік массасы, г;

Э – еріген заттың эквиваленттік массасы, г.

Есептер шығаруда келесі анықтамаларды қолдану пайдалы:

1. Қышқыл эквиваленті = Қышқылдың мольдік массасы / Сутек атомдар саны.

2. Негіз эквиваленті = Негіздің мольдік массасы / Гидроксил топ саны.

3. Тұз эквиваленті = Тұздың мольдік массасы / $n \cdot Z$,

мұндағы n – металл иондары саны;

Z – металл ионының заряды.

Қ.ж 1 моль газ ($1,013 \cdot 10^5$ Н/м., 760 мм сын.бағ., 1 атм., 0 °С, 273 К) 22,4 л = $2,24 \cdot 10^{-2}$ м³ тең.

1-есеп

100 см³ суда 25 г күкірт қышқылын еріткен. Алынған ерітіндінің концентрациясын анықтаңдар:

1) процент бойынша:

$$A = \left(\frac{m_{H_2SO_4}}{m_{H_2O} + m_{H_2SO_4}} \right) \cdot 100\% = 20\%$$

2) молярлық концентрация. Қосымша ерітіндінің тығыздығын білу қажет. Кестеден табамыз $\rho=1,14$ г/см³:

а) 3-кестеден формула бойынша:

$$M = \frac{10 \cdot A \cdot \rho}{M_3} = \frac{10 \cdot 20 \cdot 1,14}{98} = 2,33 \text{ моль / л};$$

$$M_3(H_2SO_4) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ г};$$

б) 1 л ерітіндінің массасын табамыз:

$$m = \rho \cdot V = 1,14 \cdot 1000 = 1140 \text{ г}.$$

(100+25) г ерітіндіде 25 г қышқыл, ал 1140 г-да:

$$\frac{25}{100 + 25} = \frac{x}{1140};$$

$$x = \frac{25 \cdot 1140}{100 + 25} = 228 \text{ г}.$$

1 л ерітіндідегі қышқылдың моль санын табамыз:

$$N = \frac{228 \text{ г}}{98 \text{ г / моль}} = 2,33 \text{ моль}.$$

Сәйкесінше, молярлығы 2,33 моль/л тең;

3) нормальдығы:

а) 3-кестеден:

$$H = \frac{10 \cdot A \cdot \rho}{\mathcal{E}}, \mathcal{E} = \frac{M}{2} = \frac{98}{2} = 49 \text{ г};$$

$$H = \frac{10 \cdot 20 \cdot 1,14}{49} = 4,66 \text{ эквивалент / л};$$

б) 1 л ерітіндінің массасын табамыз:

$$m = 1,14 \cdot 1000 = 1140 \text{ г}.$$

СИ жүйесінде $m = 1,14 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 1,14 \text{ кг} = 1140 \text{ г}$.

1140 г ерітіндідегі қышқылдың массасын табамыз:

$$\frac{25}{100 + 25} = \frac{x}{1140}; x = \frac{25 \cdot 1140}{100 + 25} = 228 \text{ г}.$$

Эквивалент мөлшерін табамыз:

$$\frac{228}{49} = 4,66.$$

Сәйкесінше, ерітіндінің нормальдығы 4,66 эквивалент/л тең;

4) молярлығы:

а) 3-кестеден:

$$L = \frac{1000A}{(100 - A)M_3} = \frac{1000 \cdot 20}{(100 - 20) \cdot 98} = 2,56 \frac{\text{моль}}{1000\text{г}H_2O};$$

б) 100 г H₂O ($\rho_{H_2O} = 1\text{г}/\text{см}^3$) 25 г қышқыл ерітілді
1000 г H₂O x г ерітілді

$$\frac{25}{100} = \frac{x}{1000};$$

$$x = \frac{25 \cdot 1000}{100} = 250\text{г}.$$

Моль санын есептейміз:

$$N = \frac{250}{98} = 2,56\text{моль}.$$

Сәйкесінше, моляльдығы = 2,56 моль/1000 г H₂O.

2-есеп

48%-тік күкірт қышқылы ерітіндісінің молярлығын есептейміз. Осы ерітіндінің тығыздығы 1,38 г/см³ тең.

3-кестеден:

$$M = \frac{10 \cdot A \cdot \rho}{M_3} = \frac{10 \cdot 48 \cdot 1,38}{98} = 6,76\text{моль} / \text{л};$$

3-есеп

6,037н тұз қышқылының ерітіндісі берілген. Ерітіндінің тығыздығы – 1,10 г/см³. Берілген ерітіндінің % бойынша концентрациясын есептеңдер.

3-кестеден:

$$A = \frac{H \cdot \mathcal{E}}{10 \cdot \rho} = \frac{6,037 \cdot 36,5}{10 \cdot 1,10} = 20,04\%(\text{г}/100\text{г} \text{ерітінді});$$

$$\mathcal{E}_{HCl} = M_{HCl} / 1 = 1 + 35,5 = 36,5 \text{ г}.$$

4-есеп

10н күкірт қышқылы ерітіндісінің молярлығын есептеңдер. Ерітіндінің тығыздығы 1,29 г/см³ тең.

3-кестеден:

$$L = \frac{1000 \cdot H \cdot \mathcal{E}}{(1000\rho - H \cdot \mathcal{E}) \cdot M_3} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 49}{(1000 \cdot 1,29 - 10 \cdot 49) \cdot 98} = \frac{4,9 \cdot 10^5}{7,84 \cdot 10^4} = 6,25 \frac{\text{моль}}{1000\text{г}H_2O};$$

$\mathcal{E} = 49$ г(1-мысалды қара), $M(H_2SO_4) = 98$ г (1-мысалды қара).

«Сұйықтық – бу» тепе-тендігі

Қарапайым түрдегі тәуелділік Рауль-Генри заңымен өрнектеледі: кез-келген ерітінді компонентінің қаныққан парциал бу қысымы оның мольдік (молярлық) үлесіне пропорционал:

$$p_i = p_{i_0} \cdot N_i$$

Егер ерітінді екі элементтен тұрса және оның бірі ұшыш емес болса (мысалы, еріген зат), онда ерітіндідегі бу қысымы таза ерітіндідегімен (p_0) салыстырғанда аз болады:

$$p = p_0(1 - N_2)$$

N_2 – еріген заттың мольдік үлесі.

Ерітінділердің қату және қайнау температураларын өлшеу

Ерітіндінің қайнау температурасы еріген заттың концентрациясының қатынасына тәуелді:

$$T_{\text{қайнау.ерітінді}} - T_{\text{қайнау.еріткіш}} = E_{\Delta} \cdot C_L$$

мұндағы E_{Δ} – эбуллиоскопиялық тұрақты; еріткіштің табиғатына тәуелді және 1 моляльды ерітіндінің таза еріткішпен салыстырғандағы қайнау температурасының өзгерісіне тәуелді;

C_L – моляльдық концентрация.

Ерітіндінің қату температурасы еріген заттың концентрациясының қатынасына тәуелді:

$$T_{\text{қату.еріткіш}} - T_{\text{қату.ерітінді}} = E_K \cdot C_L$$

мұндағы E_K – криоскопиялық тұрақты; еріткіштің табиғатына тәуелді және таза еріткіштің қату температурасымен салыстырғандағы 1 моляльды ерітіндінің қату температурасының өзгерісіне тең;

C_L – моляльдық концентрация.

Ерітіндінің осмостық қысымы (π)

Идеал газдар үшін Менделеев-Клапейрон теңдеуіне аналогты түрдегі еріген заттың концентрациясының қатынасына тәуелді:

$$\pi = \frac{m}{M} RT = C_M RT,$$

мұндағы C_M – молярлық концентрация;

R – универсал газ тұрақтысы;

T – температура, К.

Еріген заттың қату және қайнау температураларының өзгерісі еріген заттың табиғатына емес, тек концентрацияға тәуелді болғандықтан, еріген заттың молярлық массасын келесі теңдеу бойынша табуға болады:

$$M = \frac{1000 \cdot E \cdot m_2}{m_1 \cdot \Delta T},$$

мұндағы M – еріген заттың мольдік массасы;

E – сәйкесінше E_3 немесе E_K ;

m_2 – еріген заттың массасы, г;

m_1 – еріткіштің массасы, г;

ΔT – таза еріткішпен салыстырғандағы ерітіндінің қату немесе қайнау температурасының өзгерісі.

1-есеп

10%-тік фенол ерітіндісінің бу қысымын есептеңдер, егер таза еріткіштің бу қысымы $p_0 = 2,26 \cdot 10^3$ Па.

Шешуі:

$$p = p_0(1 - N_\phi), \quad N_\phi - \text{фенолдың мольдік үлесі.}$$

Ерітіндінің концентрациясын қайта есептейміз:

$$N_{\text{фенол}} = \frac{n_\phi}{n_\phi + n_{H_2O}} = \frac{0,106}{5 + 0,106} = \frac{0,106}{5,106} = 0,02.$$

Есептеу үшін 100 г ерітіндіні алған қолайлы:

$$n_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{90\text{г}}{18\text{г}} = 5 \text{ моль} (100\text{г ерітіндіде});$$

$$n_\phi = \frac{m_\phi}{M_\phi} = \frac{10\text{г}}{94\text{г}} = 0,106;$$

$$M_\phi(C_2H_5OH) = 6 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 16 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 94 \text{ г};$$

$$p = 2,26 \cdot 10^3 \cdot 0,98 = 2,24 \cdot 10^3 \text{ Па.}$$

2-есеп

Егер $E_K = 0,52$ тең болса, 10%-тік глицериннің судағы ерітіндісінің қайнау температурасын есептеңдер.

Шешуі:

$$T_{\text{қайнау.ерітінді}} - T_{\text{қайнау.}H_2O} = E_3 \cdot C_L.$$

Концентрацияны қайта есептейміз:

$$L = \frac{1000A}{(100 - A)M_{\text{глиц}}} = \frac{1000 \cdot 10}{(100 - 10) \cdot 92} = 1,21 \frac{\text{моль}}{1000\text{г} \cdot \text{еріткіш}}$$

$$T_{\text{қайнау.ерітінді}} - T_{\text{қайнау.}H_2O} + E_3 \cdot C_L.$$

$$T_{\text{қайнау.ерітінді}} = 373 + 0,52 \cdot 1,21 = 373,62\text{K} \quad \text{немесе } 100,62^{\circ}\text{C}.$$

3-есеп

Егер $E_K=1,86$ болса, 5%-тік глюкозаның судағы ерітіндісінің қату температурасын есептеңдер.

$$T_{\text{қатуH}_2\text{O}} - T_{\text{қату.ерітінді}} = E_K \cdot C_L;$$

$$T_{\text{қату.ерітінді}} - T_{\text{қатуH}_2\text{O}} = E_K \cdot C_L.$$

Концентрацияны қайта есептейміз:

$$C_L = \frac{1000A}{(100 - A)M_{\text{глюкоза}}} = \frac{1000 \cdot 5}{(100 - 5) \cdot 180} = 0,29 \frac{\text{моль}}{1000\text{г H}_2\text{O}};$$

$$M_{\text{глюкоза}}(\text{C}_6(\text{H}_2\text{O})_6) = 6 \cdot 12 + 6(2+16) = 180 \text{ г}.$$

$$T_{\text{қату.раствора}} = 273 - 1,86 \cdot 0,29 = 273 - 0,54 = 272,46\text{K} \quad \text{немесе } -0,54^{\circ}\text{C}.$$

4-есеп

3,24 г күкіртті 40 г бензолда еріткенде соңғы қату температурасы $1,73^{\circ}\text{C}$ -қа төмендеді. Ерітіндіде күкірт молекуласы неше атомнан тұрады ($E_K=5,5$)?

Шешуі:

$$M = \frac{1000 \cdot E_k \cdot m_s}{m_{\text{бензол}} \cdot \Delta T};$$

$$M = \frac{1000 \cdot 5,5 \cdot 3,24}{40 \cdot 1,73} = 257,5;$$

$$n = \frac{M_{s_x}}{M_s} = \frac{257,5}{32} \approx 8.$$

Жауабы: бензолдағы күкірт молекуласы 8 атомнан тұрады.

5-есеп

Егер 1 литрде 48 г еріген зат болса, 20°C температурадағы осмостық қысымы 3,1 бар тең еріген заттың молекулалық массасын есептеңдер.

Шешуі:

$$\pi = \frac{m}{M} RT \Rightarrow M = \frac{m}{\pi} RT;$$

$$m = 48\text{г} = 4,8 \cdot 10^{-2}\text{кг}, R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ Дж / кмоль} \cdot \text{град},$$

$$T = 293\text{K}, \pi = 3,1\text{бар} = 3,1 \cdot 1,013 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2;$$

$$M = \frac{4,8 \cdot 10^{-2} \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot 293}{3,1 \cdot 1,013 \cdot 10^5} = \frac{4,8 \cdot 8,31 \cdot 293 \cdot 10^{-4}}{3,14} = 3722 \cdot 10^{-4} \approx 0,372\text{кг} = 372\text{г}$$

Жауабы: еріген заттың молекулалық массасы 372 м.а.б тең.

Тапсырма 5

5.1. 25⁰С температурада 20%-тік глюкоза (C₆H₁₂O₆) ерітіндісінің бу қысымын есептеңдер. Осы температурадағы су буының қысымы 3167,7 Н/м² тең.

5.2. 20⁰С температурада 90 г бензолдағы 6,4 г нафталин (C₁₀H₈) ерітіндісінің бу қысымын есептеңдер. Бензолдың бу қысымы 9953,8 Н/м² тең.

5.3. 150 г сулы ерітіндіде 34,2 г қант (C₁₂H₂₂O₁₁) бар. Егер судың бу қысымы – 4242 Н/м² тең болса, 30⁰С температурадағы осы ерітіндінің бу қысымы қандай?

5.4. 100⁰С температурадағы 1%-тік хлорлы натрий (NaCl) ерітіндісінің бу қысымын есептеңдер. Ерітіндідегі тұздың диссоциациялану дәрежесі 1-ге тең.

5.5. 30⁰С температурада бу қысымын 266,5 Н/м² мәнге төмендету үшін 90 г суда қанша грамм глицеринді (C₃H₈O₃) еріту қажет?

5.6. 200 г нафталиннің (C₁₀H₈) бензолдағы (C₆H₆) ерітіндісінде 60 г нафталин бар. Осы ерітіндінің 40⁰С температурадағы бу қысымын есептеңдер. Бензолдың бу қысымы 24144,6 Н/м² тең.

5.7. 20⁰С температурадағы 5%-тік анилиннің (C₆H₅NH₂) эфирдегі (C₂H₅)₂O ерітіндісінің бу қысымын есептеңдер. Таза эфирдің бу қысымы 58920 Н/м² тең.

5.8. Егер ерітінді 100,5⁰С-та қайнайтын болса, ерітіндідегі қанттың (C₁₂(H₂O)₁₁) концентрациясын анықтаңдар. Судың эбуллиоскопиялық тұрақтысы 0,52 тең.

5.9. 50%-тік судағы қант (C₁₂(H₂O)₁₁) ерітіндісі қандай температурада қайнайды (E_э = 0,52)?

5.10. 6,48 г күкірт 80 г бензолда (C₆H₆) ерігенде соңғы қайнау температурасы 0,81⁰С-қа артты. Ерітіндідегі күкірт молекуласы неше атомнан тұрады (E_э=2,57)?

5.11. Ерітінді 102,5⁰С температурада қайнау үшін 100 г суға неше грамм глюкоза (C₆(H₂O)₆) қосу қажет (E_э=0,52)?

5.12. 25%-тік несеп нәрі (мочевина), глицерин және фруктоза ерітінділері берілген. Осы ерітінділерді біртіндеп қыздырғанда олар қандай ретпен қайнайды? Есептеулер жүргізбей дәлелді жауап беріңіздер (мочевина – CN₂H₄O, глицерин – C₃H₈O₃, фруктоза – C₆H₁₂O₆).

5.13. Егер қату температурасы -1⁰С (E_к= 1,86) болса, глюкозаның (C₆H₁₂O₆) сулы ерітіндісінің концентрациясы қандай?

5.14. Ерітінді -5⁰С-қа (E_к=1,86) дейін қатпау үшін 1000 г суға қанша глицерин (C₃H₅(OH)₃) қосу қажет?

5.15. Ерітінділердің қайсысы төмен температурада қатады: 5%-тік глицерин (C₃H₈O₃) ерітіндісі немесе 5%-тік глюкоза (C₆H₁₂O₆) ерітіндісі? Есептеулер жүргізбей нақты жауап беріңіздер.

5.16. -20⁰С-та (E_к=1,86) қататын қоспа алу үшін су мен глицеринді (C₃H₅(OH)₃) қандай қатынаста араластыру қажет?

5.17. Таза бензолдың (C_6H_6) қату температурасы – $5,5^{\circ}C$, ал құрамында $0,2242g$ камфор бар $30,55 g$ ерітіндідегі бензолдың қату температурасы – $5,254^{\circ}C$. Бензолдағы камфордың молекулалық массасын есептеңдер ($E_k=5,1$).

5.18. Қату температурасын $1^{\circ}C$ -қа ($E_k=1,86$) төмендету үшін $100 g$ суда қанша қантты ($C_{12}(H_2O)_{12}$) еріту қажет?

5.19. $15 g$ хлороформды ($CHCl_3$) $400g$ диэтил эфирінде ($(C_2H_5)_2O$) еріткенде соңғы қайнау температурасы $0,635^{\circ}C$ -қа артты. Хлороформның ($E_3=2,02$) молекулалық массасын есептеңдер.

5.20. Егер массасы $12,7 g$ йодты массасы $200 g$ спиртте еріткенде этил спиртінің қайнау температурасы $78,3^{\circ}C$ -тан $78,59^{\circ}C$ -қа артса, спирттегі (C_2H_5OH) йод молекуласы қанша атомнан тұрады?

5.21. Осмостық қысым $0^{\circ}C$ -та 5 бар мәнге теңесу үшін литр ерітіндіні неше моль бейэлектрлит құрайды?

5.22. Егер ерітіндінің 1 литрінде $12 g$ еріген зат болса және $17^{\circ}C$ -та осмостық қысымы $4,82$ бар тең болса, еріген заттың молекулалық массасын анықтаңдар.

5.23. Егер осы ерітіндінің осмостық қысымы $17^{\circ}C$ -та 2 бар мәнге тең болуы үшін, $200 cm^3$ суда неше грамм этил спирті (C_2H_5OH) еріту қажет?

5.24. Құрамында $1,55 g$ анилин ($C_6H_5NH_2$) бар $500 cm^3$ ерітіндінің осмостық қысымы $21^{\circ}C$ -та $0,81$ бар тең. Анилиннің молекулалық массасын анықтаңдар.

5.25. Осмостық қысым мәндерін есептемей, бір литр ерітіндіде $3 g$ нафталиннің $C_{10}H_8$ бе, әлде $3 g$ антраценнің $C_{14}H_{10}$ қайсысының осмостық қысымы жоғарырақ екендігін анықтаңдар.

Тақырып 6. Электрлит ерітінділері

Тақырып бойынша негізгі сұрақтар

1. Әлсіз электрлиттер.
2. Диссоциациялану дәрежесі.
3. Диссоциация константасы.
4. Сұйылту заңы.
5. Күшті электрлиттер.
6. Ерітіндінің иондық күші.
7. Активтілік және активтілік коэффициенті.
8. Су тектік көрсеткіш (рН).
9. Меншікті және эквиваленттік электрөткізгіштік.
10. Олардың ерітінді концентрациясына тәуелділігі.

Бақылау сұрақтары

1. Электрлит ұғымына анықтама беріңіз.
2. Электрлиттердің ерекшеліктері?
3. «Электрлиттік диссоциация» дегеніміз не?
4. Әлсіз және күшті электрлиттер қалай ажыратылады?

5. Диссоциациялану дәрежесі мен диссоциация константасы өзара қалай байланысты?
6. «Активтілік» және «ерітіндінің иондық күші» дегеніміз не?
7. Дебай және Гюккель теориясының негізгі тұжырымдамалары.
8. Меншікті және эквивалентті электрөткізгіштік өзара қалай байланысты?
9. Иондардың бір-бірінен тәуелсіз қозғалысының заңы (Кольрауш) қалай тұжырымдалады?
10. «Тасымалдау саны» деген не?

Электролит ерітінділері

Өткізгіштің меншікті электрөткізгіштігі деп арақашықтығы 1 м^2 болатын көлденең қимасының ұзындығы 1 м тең зат бағанасының электрөткізгіштігін айтады:

$$\chi = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{S}$$

мұндағы R – кедергі, Ом;

l – өткізгіштің ұзындығы, м;

S – көлденең қимасының ауданы, м^2 .

Меншікті электрөткізгіштік меншікті кедергіге ρ кері шама:

$$\chi = \frac{1}{\rho} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$$

Егер меншікті электрөткізгіштікті 1 м^3 ерітіндідегі эквиваленттер санының орнына қойсақ, онда эквиваленттік электрөткізгіштік λ мәнін аламыз:

$$\lambda = \frac{\chi}{C_n} \quad \left(\frac{\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2}{\text{эквивалент}} \right)$$

$\frac{1}{C} \left(\frac{\text{м}^3}{\text{эквивалент}} \right)$ шамасын сұйылту деп атайды.

C_n – ерітіндінің нормальдық концентрациясы (эквивалент/ м^3).

Кольрауштың электрөткізгіштік заңына сәйкес электролиттің эквиваленттік электрөткізгіштігі шексіз сұйытылту кезінде λ_∞ катиондар I_k мен аниондардың I_a қозғалғыштықтарының қосындысына тең:

$$\lambda_\infty = \lambda_k + \lambda_a \quad \left(\frac{\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2}{\text{эквивалент}} \right)$$

Әлсіз электролиттер үшін берілген λ сұйылтудағы электрөткізгіштіктің λ_∞ шексіз сұйылтқандағы эквиваленттік электрөткізгіштікке қатынасы электролиттік диссоциациялану дәрежесін α береді:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_\infty}$$

Диссоциациялану дәрежесі α мен электролиттік диссоциациялану константасы $K_{\text{дис}}$ Оствальдтың сұйылту заңы арқылы өрнектеледі:

$$K_{\text{дис}} = \frac{\alpha^2 \cdot c}{1 - \alpha}$$

мұндағы $c = N$ (эквивалент/литр).

Егер $\alpha \ll 1$ болса, онда $K_{\text{дис}} \approx \alpha^2 \cdot c$.

1-есеп

180⁰С-та 15%-тік KNO₃ ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі 0,1186 Ом⁻¹·см⁻¹, тығыздығы – 1,096 г/см³. Эквиваленттік электрөткізгіштік мәнін, ерітіндідегі KNO₃-тің электролиттік диссоциациялану дәрежесін есептеңдер.

Шешуі:

$$\lambda = \frac{\chi}{C_H},$$

мұндағы C_H – ерітіндінің нормальдығы, бір зарядты катиондар үшін молярлығына сәйкес келеді.

Концентрацияны қайта есептейміз (5 тақырыпты қара):

$$C_H = N = \frac{10 \cdot A \cdot \rho}{\mathcal{E}_{\text{KNO}_3}} = \frac{10 \cdot 15 \cdot 1,096}{101} 1,63 \text{ экв} / \text{л} = 1,63 \cdot 10^3 \text{ экв} / \text{м}^3.$$

Меншікті электрөткізгіштікті СИ жүйесіне келтіреміз:

Ом⁻¹·см⁻¹ = 10² Ом⁻¹ м⁻¹ (қосымшаны қара):

$$\chi = 0,1186 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1} = 11,86 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1};$$

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{\chi}{C_H} = \frac{11,86 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}}{1,63 \cdot 10^3 \frac{\text{экв}}{\text{м}^3}} = \frac{1,186}{1,63} \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2}{\text{экв}} = \\ &= 0,73 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 = 0,0073 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{экв}^{-1} \cdot \text{м}^2. \end{aligned}$$

Теңдеу бойынша λ_{∞} табамыз:

$$\lambda_{\infty} = I_{K^+} + I_{\text{NO}_2^-} \quad 5\text{-кестеден:}$$

$$I_{K^+} = 63,7 \cdot 10^{-4}, \quad I_{\text{NO}_2^-} = 62,6 \cdot 10^{-4};$$

$$\lambda_{\infty} = 63,7 \cdot 10^{-4} + 62,6 \cdot 10^{-4} = 126,3 \cdot 10^{-4} = 0,01263 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{экв}^{-1} \cdot \text{м}^2;$$

$$a = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}} = \frac{0,0073}{0,01263} = 0,58.$$

2-есеп

NH₄OH ерітіндісінің қандай концентрациясында электролиттік диссоциациялану дәрежесі 2%-ке тең болады? Осы кездегі гидроксил

иондарының концентрациясы қандай? NH_4OH электроиттік диссоциациялану константасы $1,79 \cdot 10^{-5}$ тең.

Шешуі:

Шарт бойынша $\alpha=2\%$, немесе 0,02. $K_{\text{дис}}$ және α келесі теңдеу бойынша анықталады:

$$K_{\text{дис}} = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$$

Бұдан

$$C_H = \frac{K_{\text{дис}}(1-\alpha)}{\alpha^2} = \frac{1,79 \cdot 10^{-5} \cdot (1-0,02)}{0,02^2} = \frac{1,79 \cdot 10^{-5} \cdot 0,98}{4 \cdot 10^{-4}} = 4,38 \cdot 10^{-2} \text{ Н} \left(\frac{\text{эквивалент}}{\text{литр}} \right);$$

$$[\text{OH}^-] = C_H \cdot \alpha = 4,38 \cdot 10^{-2} \cdot 0,02 = 8,77 \cdot 10^{-4} \left(\frac{\text{эквивалент}}{\text{литр}} \right).$$

3-есеп

18°C -та 7,4 л $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ пропион қышқылы ерітіндісін сұйылтқанда меншікті электрөткізгіштігі $4,79 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$ тең. Эквиваленттік электрөткізгіштігін, диссоциациялану дәрежесін, диссоциациялану константасын есептеңдер. $\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$ ионының қозғалғыштығы $37,2 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^2$ тең.

Шешуі:

$$\lambda = \frac{\chi}{c} = \chi V, \quad V = \frac{1}{c}$$

V және χ мәндерін СИ жүйесіне келтіреміз:

$$4,79 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1} = 4,79 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}}{\text{эквивалент}};$$

$$7,4\lambda = 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$\lambda = 4,79 \cdot 10^{-2} \cdot 7,4 \cdot 10^{-3} = 3,54 \cdot 10^{-4} \frac{\text{Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}}{\text{эквивалент}}$$

$$\lambda_\infty = l_{\text{H}^+} + l_{\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-} = 0,0315 + 0,00372 = 3,5 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}}{\text{эквивалент}}$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_\infty} = \frac{3,54 \cdot 10^{-4}}{3,5 \cdot 10^{-2}} = 1,01 \cdot 10^{-2} \approx 0,01, \text{ немесе } 1\%;$$

$$K_o = \frac{C_k \cdot \alpha^2}{1-\alpha} = \frac{\alpha^2}{(1-\alpha) \cdot V} = \frac{1,01 \cdot 10^{-2}}{(1-0,011) \cdot 7,4 \cdot 10^{-3}} = 1,38 \left(\frac{\text{эквивалент}}{\text{м}^3} \right).$$

Тапсырма 6

6.1. 18°C -та 0,7н $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі $4,38 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ тең. шексіз сұйылту кезінде осы ерітіндінің эквиваленттік электрөткізгіштігі $109,8 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ тең болса, ерітіндінің эквиваленттік электрөткізгіштігі мен диссоциациялану дәрежесін есептеңдер.

6.2. 18⁰С-та 10%-тік СаСl₂ ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі 11,4·10⁻² Ом⁻¹·см⁻¹, тығыздығы – 1,08 г/см³ тең. Ерітіндідегі СаСl₂-нің эквиваленттік электрөткізгіштігі мен диссоциациялану дәрежесін есептендер. Шексіз сұйылту кезіндегі осы ерітіндінің эквиваленттік электрөткізгіштігі 116Ом⁻¹·см² тең.

6.3. 18⁰С-та 20%-тік NH₄Cl ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі 0,337 Ом⁻¹·см⁻¹, тығыздығы – 1,057 г/см³ тең. Эквиваленттік электрөткізгіштігі мен диссоциациялану дәрежесін есептендер. Шексіз сұйылту кезіндегі осы ерітіндінің эквиваленттік электрөткізгіштігі 130 Ом⁻¹ см² тең.

6.4. 0,1н сірке қышқылы ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі 4,6·10⁻² Ом⁻¹·см⁻¹ тең. Осы ерітіндінің эквиваленттік электрөткізгіштігін есептендер.

6.5. 0,02н натрий ацетаты ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі 16,2·10⁻² Ом⁻¹·см⁻¹ тең. Осы ерітіндінің эквиваленттік электрөткізгіштігін есептендер.

6.6. 18⁰С-та 0,08% аммиак ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі 6,86·10⁻⁴ Ом⁻¹·см⁻¹, тығыздығы – 0,996 г/см³ тең. NH₄OH үшін диссоциациялану константасы 1,79·10⁻⁵ тең. Шексіз сұйылту кезіндегі эквиваленттік электрөткізгіштік мәнін есептендер.

6.7. 22⁰С-та 9,55% құмырсқа қышқылы ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі 7,56·10⁻³ Ом⁻¹·см⁻¹, тығыздығы – 1,024 г/см³ тең. Құмырсқа қышқылының диссоциациялану константасы 1,77·10⁻⁴ тең. Шексіз сұйылту кезіндегі эквиваленттік электрөткізгіштік мәнін есептендер.

6.8. 25⁰С-та монохлорсірке қышқылының электролиттік диссоциациялану константасы 1,4·10⁻³ тең, ал оның 32 л/эқв-ке сұйылтқандағы эквиваленттік электрөткізгіштігі 77,2 Ом⁻¹·см⁻¹ тең. Шексіз сұйылту кезіндегі эквиваленттік электрөткізгіштік мәнін есептендер.

6.9. 12,5⁰С-та азотты қышқылдың электролиттік диссоциациялану константасы 4,6·10⁻⁴ тең. 0,05н ерітіндінің электролиттік диссоциациялану дәрежесін есептендер.

6.10. 25⁰С-та концентрациясы 0,07н метиламин ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі 1,31·10⁻³ Ом⁻¹·см⁻¹ тең. Метиламиннің диссоциациялану константасын есептендер. Шексіз сұйылту кезіндегі эквиваленттік электрөткізгіштігі 250 Ом⁻¹·см² тең.

6.11. 0,02н натрий ацетаты ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі 16,2·10⁻² Ом⁻¹·см⁻¹ тең. Сәйкесінше катион мен анионның қозғалғыштығы 4,26·10⁻³ және 4,7·10⁻³ Ом⁻¹ см⁻¹ тең. Диссоциациялану дәрежесін есептендер.

6.12. Пропиламин ерітіндісін 64 л/эқв-ге сұйылтқанда 18⁰С-тағы эквиваленттік электрөткізгіштігі 35,4 Ом⁻¹·см⁻¹ тең. Пропиламиннің диссоциациялану константасы 4,7·10⁻⁴ тең. Диссоциациялану дәрежесін есептендер.

6.13. 25⁰С-та ортобор қышқылының (H₃BO₃) бірінші сатыдағы электролиттік диссоциациялану константасы 5,8·10⁻¹⁰. 24 л/эқв-ге сұйылтқандағы электролиттік диссоциациялану константасын есептендер.

6.14. NH₄OH ерітіндісінің қандай концентрациясында электролиттік диссоциациялану константасы 0,02 тең болады? Осы кездегі гидроксил

иондарының концентрациясы қандай? NH_4OH электролиттік диссоциациялану константасы $1,79 \cdot 10^{-5}$ тең.

6.15. Қандай сұйылту дәрежесінде фенол ерітіндісіндегі сутек иондарының концентрациясы 10^{-6} н тең болады? Фенолдың электролиттік диссоциациялану константасы $1,28 \cdot 10^{-10}$ тең.

6.16. 18°C -та концентрациясы $0,011\text{н}$ NH_4OH ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі $1,02 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ мәнге тең. Егер қозғалғыштығы $\text{NH}_4^+ = 63,6 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$, ал $\text{OH}^- = 174 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$ тең болса, NH_4OH диссоциациялану дәрежесін есептендер.

6.17. 18°C -та концентрациясы $0,022\text{н}$ NH_4OH ерітіндісінің меншікті электрөткізгіштігі $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ мәнге тең. Егер қозғалғыштығы $\text{NH}_4^+ = 63,6 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$, ал $\text{OH}^- = 174 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$ болса, OH^- ионы концентрациясын есептендер.

6.18. Бензиламин ерітіндісін 16 л/экв-ге сұйылтқанда және 25°C -ғы меншікті электрөткізгіштігі $2,56 \cdot 10^{-4}$ тең. Егер $\lambda_\infty = 215,8 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ болса, бензиламиннің диссоциациялану дәрежесін есептендер.

6.19. Бензиламин ерітіндісін 64 л/экв-ге сұйылтқанда және 25°C -тағы меншікті электрөткізгіштігі $1,3 \cdot 10^{-4}$ тең. Егер $\lambda_\infty = 215,8 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ болса, диссоциациялану константасын есептендер.

6.20. $0,405 \text{ н}$ HJ ерітіндісінің 18°C -ғы меншікті электрөткізгіштігі $13,32 \cdot 10^{-2} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ тең. Егер сутек ионының қозғалғыштығы – $315 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$, ал $\text{J}^- = 66,8 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$ болса, ерітіндідегі сутек ионының концентрациясы қандай?

6.21. Сірке қышқылын 32 л/экв-ге сұйылтқанда және 25°C -ғы эквиваленттік электрөткізгіштігі $8,2 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ тең. Электролиттік диссоциациялану константасын есептендер. Сутек ионының қозғалғыштығы – $315 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$, $\text{CH}_3\text{COO}^- = 35 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$ тең.

6.22. Қанша сұйылтқанда құмырсқа қышқылы ерітіндісіндегі сутек ионы концентрациясы $1 \cdot 10^{-3}$ н мәнге тең болады. Электролиттік диссоциациялану константасы $1,77 \cdot 10^{-4}$.

6.23. Егер 18°C -ғы ерітіндінің меншікті электрөткізгіштігі $4,9 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ мәнге тең болса, $0,4\%$ аммиак ерітіндісінің электролиттік диссоциациялану константасын есептендер. Ерітіндінің тығыздығын бірге тең деп есептендер.

6.24. Егер 18°C -та ерітіндінің меншікті электрөткізгіштігі $4,79 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ мәнге тең болса, 1% -тік пропион қышқылы ерітіндісінің электролиттік диссоциациялану константасын есептендер. Ерітіндінің тығыздығын бірге тең деп есептендер. Пропион қышқылы үшін $\lambda_\infty = 344 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$.

6.25. $0,1\text{М}$ CaCl_2 ерітіндісінің эквиваленттік электрөткізгіштігі $82,8 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$, шексіз сұйылтқанда $\lambda_\infty = 115,8 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2$ тең. Диссоциациялану дәрежесі мен меншікті электрөткізгіштік мәнін есептендер.

Кесте 4 – 18⁰С температурадағы иондар қозғалғыштығы

Катиондар		Аниондар	
Катиондар		Аниондар	
H ⁺	315	ОН ⁻	174
Na ⁺	42,6	СІ ⁻	66,3
NH ₄ ⁺	63,6	Br ⁻	68,2
Ca ²⁺	50,4	І ⁻	66,8
Mg ²⁺	44,6	NO ₃ ⁻	62,6
		HCOO ⁻	47
		CH ₃ COO ⁻	35

Ескерту. C_к және C_А мәндерін СИ жүйесіне айналдырғанда 1·10⁻⁴ – ке көбейту қажет.

Тақырып 7. Электродтық потенциалдар мен гальваникалық тізбектер

Тақырып бойынша негізгі сұрақтар

1. Металл-электролит шекарасында электродтық потенциалдың пайда болуы.
2. Нернст теңдеуі.
3. Стандартты электродтық потенциал.
4. Бірінші және екінші текті электродтар.
5. Осы электродтар үшін Нернст теңдеуі.
6. Су тектік электрод.
7. Гальваникалық тізбектер.
8. Гальваникалық элементтің ЭҚК.

Бақылау сұрақтары

1. Металл-ерітінді шекарасында электродтық потенциал қалай пайда болады және ол неге тәуелді?
2. Қандай электрод түрлерін білесіңдер?
3. «Салыстыру электродтары» деген не?
4. Әрбір электрод түрлері үшін Нернст теңдеуі қалай өрнектеледі?
5. ЭҚК деген не?
6. Тәжірибе жүзінде ЭҚК қалай анықталады?
7. Гальваникалық элемент аккумулятордан қалай ажыратылады?
8. Гальваникалық элементтер мен аккумуляторлар қайда қолданылады?

Өзінің тұз ерітіндісіне батырылған металдың электродтық потенциалы Нернст теңдеуі бойынша өрнектеледі:

$$\varphi_{\frac{Me}{Me'}} = \varphi_0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{Me'}$$

егер ерітінді сұйытылған болса, онда

$$a_{Me^-} \approx C_{Me^+}.$$

25⁰C үшін келесі түрде өрнектеледі:

$$\varphi_{\frac{Me}{Me^+}} = \varphi_0 + \frac{0,058}{n} \lg C_{Me^+},$$

мұндағы n – қарапайы реакция үшін электрондар саны (мысалы, $Zn^0 - 2\bar{e} \rightarrow Zn^{2+}$ $n=2$);

φ^0 – стандартты электродтық потенциал және ол келесі жағдайда аныталады:

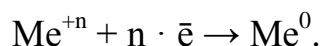
$$a_{Me^+} = 1, \quad T = 298K, \quad p = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Н / м}^2 \text{ (1атм) (6 – кестені кара);}$$

C_{Me} – концентрация, экв /л.

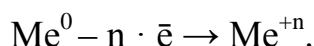
ЭҚК – тепе-теңдіктегі электродтық потенциалдардың айырмашылығы:

$$E = \varphi_1 - \varphi_2 \text{ (В)}.$$

Анықтама бойынша ЭҚК оң шама болғандықтан, ЭҚК есептегенде жоғары потенциалдан кішісі алынады. Жоғары потенциалды электродта тотықсыздану процесі жүреді:



Кіші потенциалды электродта тотығу процесі жүреді:



1-есеп

Ag/Ag^+ ($C_M=0,01$ моль/л) және Cd/Cd^{2+} ($C_M=0,05$ моль/л) тұратын гальваникалық элементтің электрқозғалтқыш күшін есептеңдер. Жүретін реакция теңдеуін жазыңдар. Стандартты потенциал мәндерін кестеден алыңдар.

Шешуі:

$$\varphi_{\frac{Ag}{Ag^+}} = \varphi^0 + \frac{0,058}{1} \cdot \lg C_{Ag^+} = +0,799 + 0,058 \cdot \lg 0,01 = 0,799 + 0,058 \cdot (-2) = 0,683 \text{ (В)},$$

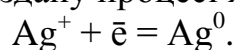
$$C_{Ag^+} = C_M = C_H = 0,01 \frac{\text{эквивалент}}{\text{литр}}.$$

$$\varphi_{\frac{Cd}{Cd^{2+}}} = \varphi^0 + \frac{0,058}{2} \cdot \lg C_{Cd^{2+}} = -0,402 + 0,029 \cdot \lg 0,1 = -0,402 + 0,029 \cdot (-1) = -0,43 \text{ (В)},$$

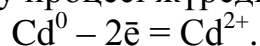
$$C_{Cd^{2+}} = 2 \cdot C_M = 0,1 \frac{\text{эквивалент}}{\text{литр}} \text{ (5 – такырыпты кара)}.$$

ЭҚК есептейміз: $E = \varphi_{\frac{Ag}{Ag^+}} - \varphi_{\frac{Cd}{Cd^{2+}}} = 0,683 - (-0,431) = 1,114 \text{ (В)}$

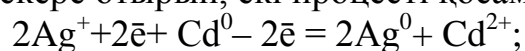
Күміс электродында тотықсыздану процесі жүреді:



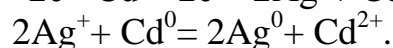
Кадмий электродында тотығу процесі жүреді:



Коэффициенттерді ескере отырып, екі процесі қосамыз:



нәтижесінде:



Тапсырма 7

А және В екі жартылай элементінен тұратын тотығу-тотықсыздану элементінің электрқозғалтқыш күшін есептеңдер. Жүретін реакция теңдеуін жазыңдар. Стандартты потенциал мәндерін б-кестеден алыңдар.

Кесте 5 – Есептеу мәндері

№ п/п	Жартылай элемент А	Концентрация С, моль/л	Жартылай элемент В	Концентрация С, моль/л
7.1	Co/Co(NO ₃) ₂	0,10	Ni/NiSO ₄	0,03
7.2	Co/Co(NO ₃) ₂	0,02	Cu/CuCl ₂	0,03
7.3	Ni/NiSO ₄	0,10	Co/Co(NO ₃) ₂	0,05
7.4	Ni/NiSO ₄	0,20	Cu/Cu(NO ₃) ₂	0,01
7.5	Cu/CuSO ₄	0,50	Cd/Cd(NO ₃) ₂	0,05
7.6	Cu/CuSO ₄	0,01	Cd/Cd(NO ₃) ₂	0,20
7.7	Cu/CuCl ₂	2,00	Cd/CdSO ₄	0,30
7.8	Cu/CuCl ₂	0,20	Pb/Pb(NO ₃) ₂	0,03
7.9	Cu/CuCl ₂	0,06	Pb/Pb(NO ₃) ₂	0,20
7.10	Cu/CuCl ₂	0,02	Pb/Pb(NO ₃) ₂	0,30
7.11	Zn/ZnSO ₄	0,01	Ag/AgNO ₃	0,01
7.12	Zn/ZnSO ₄	0,02	Ag/AgNO ₃	0,02
7.13	Zn/ZnCl ₂	0,05	Ag/AgNO ₃	0,30
7.14	Zn/ZnCl ₂	0,01	Ni/NiSO ₄	0,50
7.15	Zn/ZnCl ₂	0,03	Ni/Ni(NO ₃) ₂	0,10
7.16	Ag/AgNO ₃	0,10	Zn/ZnSO ₄	0,20
7.17	Ag/AgNO ₃	0,20	Zn/ZnSO ₄	0,30
7.18	Ag/AgNO ₃	0,30	Zn/ZnCl ₂	0,10
7.19	Ag/AgNO ₃	0,50	Zn/Zn(NO ₃) ₂	0,20

Кесте 6 – 25⁰С-ғы стандартты электродтық потенциалдар

Электрод	Электродтық процесс	Стандартты потенциал (В)
Ag/Ag ⁺	Ag ⁺ + e ↔ Ag ⁰	+0,799
Cd/Cd ²⁺	Cd ²⁺ + 2e ↔ Cd ⁰	-0,402
Co/Co ²⁺	Co ²⁺ + 2e ↔ Co ⁰	-0,270
Cu/Cu ²⁺	Cu ²⁺ + 2e ↔ Cu ⁰	+0,340
Ni/Ni ²⁺	Ni ²⁺ + 2e ↔ Ni ⁰	-0,240
Pb/Pb ²⁺	Pb ²⁺ + 2e ↔ Pb ⁰	-0,126
Zn/Zn ²⁺	Zn ²⁺ + 2e ↔ Zn ⁰	-0,760

Коллоидтық химия

Тақырып 8. Коллоидтық жүйелер

Тақырып бойынша негізгі сұрақтар

1. Беттік құбылыстар.
2. Беттік керілу.
3. Концентрацияға тәуелділігі.
4. Гиббстің абсорбция изотермасы.
5. Беттік-активті заттар.
6. Абсорбция.
7. Лэнгмюр теориясы.
8. Лэнгмюр және Фрейндлих теңдеулері.
9. Коллоидтық жүйелер; алынуы.
10. Коллоидты жүйелердің оптикалық қасиеттері.
11. Золь мицелласы; құрылысы.
12. Коллоидты жүйелердің электрокинетикалық қасиеттері.
13. Коагуляция; коагуляция табалдырығы.
14. Қорғау саны.

Бақылау сұрақтары

1. «Беттік керілу» деген не және ол неге тәуелді?
2. «Беттік активті заттар» деген не?
3. «Адсорбция» деген не және ол неге тәуелді?
4. Газ – ерітінді шекарасындағы адсорбцияның газ – қатты зат шекарасындағы адсорбциядан айырмашылығы қандай?
5. Коллоидты жүйелерді қалай алады?
6. Коллоидты жүйелердің ерекшелігі неде?
7. Золь мицелласы қалай түзіледі?
8. Песков – Фаянс ережесінің тұжырымдамасы.
9. «Коагуляция» деген не?
10. «Қорғау саны» деген не?

Иондық адсорбция

Иондық адсорбция – күшті электролиттердің адсорбциясы. Бұл жағдайда еріген зат иондар түрінде адсорбцияланады.

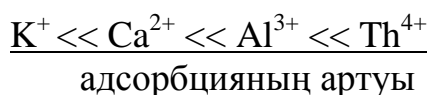
Иондық адсорбцияның ерекшеліктері

1. Молекула емес, зарядталған бөлшектер (иондар) адсорбцияланады.
2. Адсорбция тек полярлы адсорбенттерде жүреді.
3. Адсорбция қос электрлік қабаттың түзілуімен жүреді.
4. Адсорбция таңдамалы болып табылады, яғни берілген әрбір адсорбентте катиондар мен аниондар әртүрлі адсорбцияланады.

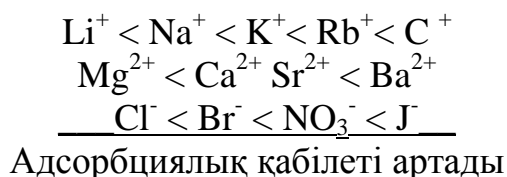
Иондардың химиялық табиғатының әсері

1. Коллоидтық химия үшін құрмына өзі тектес немесе өзіне жақын иондар кіретін кристалл бетіндегі иондар адсорбциясы ерекше қызығушылық тудырады. Бұл жағдайда адсорбцияны өзіне иондар адсорбциялануға қабілетті кристалдық тор құрылысының толықтырылуы деп қарастыруға болады. Бұл Песков пен Фаянсқа ережені тұжырымдауға мүмкіндік берді: қатты зат бетіне сол беттің құрамына кіретін иондар немесе сол бет құрамына кіретін өзара жақын топтамалары бар (немесе изоморфты) иондар адсорбцияланады.

2. Неғұрлым ион заряды көп болса, соғұрлым ион қарсы зарядталған қатты дене бетінде күштірек тартылып, адсорбция да күштірек болады:



3. Бірдей зарядта ионның кристалдық радиусы көп болса, соғұрлым ол жақсы адсорбцияланады. Осыған сәйкес иондарды адсорбция қабілетінің артуы бойынша қатарға орналастыруға болады:



1-есеп

Бірдей көлемдегі келесі ерітінділерді араластыру арқылы алмасу реакциясының нәтижесінде коллоидтық ерітінді алынды:

а) 0,001н $Pb(NO_3)_2$ және 0,0005н HJ ;

б) 0,01н $Pb(NO_3)_2$ және 0,02н HJ .

Екі электролиттің (K_2SO_4 немесе $CaCl_2$) қайсысының коагуляция табалдырығы аз болатынын анықтаңдар.

Шешуі:

1. Реакция теңдеуін жазамыз: $Pb(NO_3)_2 + 2HJ = PbJ_2 \downarrow + 2HNO_3$. Берілген концентрациялар үшін артық мөлшердегі $Pb(NO_3)_2$. Реакция нәтижесінде ерітіндіде келесі иондар қалады: Pb^{2+} , H^+ , NO_3^- .

PbJ_2 қатты бөлшектері золдің мицелла ядросын түзеді. PbJ_2 -тің қанша молекуласы ядро түзетіні белгісіз болғандықтан, m коэффициентін қоямыз. Олай болса, ядро – $mPbJ_2$.

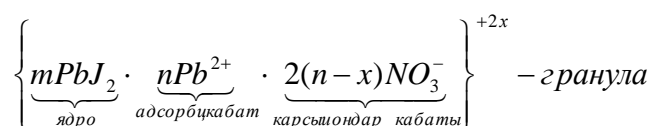
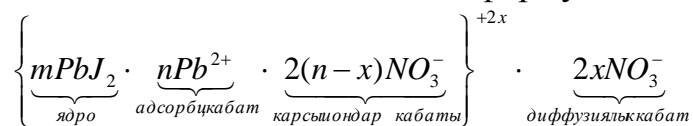
Песков-Фаянстың иондардың таңдамалы адсорбциясы ережесі бойынша ядро бетінде Pb^{2+} иондары адсорбцияланады. Қанша екендігі белгісіз болғандықтан, n коэффициентін қоямыз.

Адсорбциялық қабат nPb^{2+} -ден тұрады. Адсорбция нәтижесінде ядро оң зарядқа (+2n-ге тең) ие болады. Электролиттік әрекеттесу барысында оң зарядталған ядроға теріс зарядталған иондар яғни NO_3^- тартылады да, қарама-қарсы иондар қабаты түзіледі. Қарсы иондар қабатында зарядтың толық қамтамасыз етілуі жүрмейтіндігі белгілі. Сондықтан $2(n-x)$ коэффициенті қойылады. Pb^{2+} -тің бір ионын бейтараптау үшін екі NO_3^- ионы қажет болғандықтан алдына 2 коэффициентін қоямыз.

Қарсы иондар қабаты $2(n-x)NO_3^-$.

Адсорбциялық қабат пен қарсы иондар қабатының зарядтарының қосындысы гранула зарядына тең: $(+2) \cdot n + (-1) \cdot (2) \cdot (n-x) = +2n - 2n + 2x = +2x$.

Адсорбциялық қабат иондары зарядтарының соңғы бейтараптануы иондардың диффузиялық қабатында жүреді. Гранула заряды $+2x$ болғандықтан, бейтараптау үшін $2 \cdot x NO_3^-$ теріс зарядтарған иондары қажет. Нәтижесіндегі диффузиялық қабат $2x NO_3^-$. Золь мицелласының формуласын құрамыз:



Шульце-Гарди ережесіне сәйкес:

1) коагулирленетін ион заряды гранула зарядына қарсы зарядқа ие болуы керек;

2) ион заряды неғұрлым жоғары болған сайын, соғұрлым оның коагулирлеу қабілеті де жоғары болады. Осы золді теріс зарядталған иондар коагулирлейді.

Жоғары заряд SO_4^{2-} ионында. Сондықтан K_2SO_4 төменгі коагуляция табалдырығына ие болады.

2. Берілген концентрациялардағы реакция нәтижесінде ерітіндіде келесі иондар қалады: H^+ , J^- , NO_3^- .

Ядро – $mPbJ_2$. Песков-Фаянс ережесі бойынша J^- иондары адсорбцияланады.

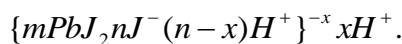
Адсорбциялық қабат $n J^-$.

Қарсы иодар қабаты $(n - x)H^+$.

Гранула заряды $(-1) \cdot n + (+1)(n - x) = -x$.

Диффузиялық қабат $x \cdot H^+$.

Золь мицелласының құрылыс схемасын құрамыз:



Шульце-Гарди ережесіне сәйкес, бұл золь оң зарядталған иондарды коагулирлейді. Жоғары заряд Ca^{2+} ионында. Сондықтан $CaCl_2$ төменгі коагуляция табалдырығына ие болады.

Тапсырма 8

Концентрациялары әртүрлі бірдей көлемдегі А және В ерітінділерін араластыру арқылы алмасу реакциясының нәтижесінде коллоидты ерітінді алынды. Мицелланың формуласын жазып, түсіндіріңдер және оның құрылыс схемасын көрсетіндер. Екі электролиттің қайсысының коагуляция табалдырығы аз болатынын анықтаңдар.

Кесте 7 – Есептеу мәндері

№ п/п	А ерітіндісі	В ерітіндісі	Электролиттер
8.1	0,005н AgNO ₃	0,001н KJ	Ba(NO ₃) ₂ , K ₂ SO ₄
8.2	0,002н H ₂ S	0,0001н Bi(OH) ₃	Ba(NO ₃) ₂ , K ₂ SO ₄
8.3	0,001н H ₃ PO ₄	0,002н Bi(OH) ₃	K ₂ SO ₄ , BaCl ₂
8.4	0,09н Ba(OH) ₂	0,05н H ₂ SO ₄	K ₂ SO ₄ , BaCl ₂
8.5	0,005н H ₂ SO ₄	0,003н Ba(OH) ₂	AlCl ₃ , KCl
8.6	0,008н AgNO ₃	0,004н HBr	Na ₂ SO ₄ , AlCl ₃
8.7	0,004н AgNO ₃	0,008н HBr	Ba(NO ₃) ₂ , K ₂ SO ₄
8.8	0,001н AuOH	0,003н HBr	MgCl ₂ , K ₂ SO ₄
8.9	0,005н H ₃ AsO ₃	0,003н H ₂ S	BaCl ₂ , K ₂ SO ₄
8.10	0,003н H ₃ AsO ₃	0,005н H ₂ S	BaCl ₂ , K ₂ SO ₄
8.11	0,005н Mg(OH) ₂	0,01н H ₃ PO ₄	Na ₂ SO ₄ , AlCl ₃
8.12	0,01н Mg(OH) ₂	0,005н H ₃ PO ₄	Na ₂ SO ₄ , AlCl ₃
8.13	0,0007н AgNO ₃	0,0001н KBr	Ca(NO ₃) ₂ , K ₂ SO ₄
8.14	0,0001н AgNO ₃	0,0008н KJ	AlCl ₃ , K ₂ SO ₄
8.15	0,003н FeCl ₃	0,001н NaOH	Al(NO ₃) ₃ , NiSO ₄
8.16	0,005н Fe(NO ₃) ₂	0,008н KOH	K ₂ SO ₄ , MgCl ₂
8.17	0,002н Pb(NO ₃) ₂	0,001н H ₂ S	MgCl ₂ , CaCl ₂
8.18	0,001н Pb(NO ₃) ₂	0,0005н H ₂ S	Ca(NO ₃) ₂ , Na ₂ SO ₄
8.19	0,002н Pb(NO ₃) ₂	0,001н KJ	Na ₂ SO ₄ , MgCl ₂
8.20	0,001н Pb(NO ₃) ₂	0,003н KJ	BaCl ₂ , Na ₂ SO ₄
8.21	0,005н CdCl ₂	0,001н H ₂ S	AlCl ₃ , K ₃ PO ₄
8.22	0,01н Cd(NO ₃) ₂	0,03н H ₂ S	Al(NO ₃) ₃ , Na ₂ SO ₄
8.23	0,003н AgNO ₃	0,002н HJ	AlCl ₃ , K ₃ PO ₄
8.24	0,01н AgNO ₃	0,002н HJ	MgCl ₂ , K ₂ SO ₄
8.25	0,003н AgNO ₃	0,01н H ₂ S	Ca(NO ₃) ₂ , Na ₂ SO ₄

**Тақырып 9. Микрогетерогенді жүйелер
Жоғары молекулалық қосылыстар**

Тақырып бойынша негізгі сұрақтар

1. Эмульсиялар мен көбіктер; алынуы және бұзылуы.
2. Ісіну және ісіну түрлері. Ісіну дәрежесі.
3. Гелдер (сірнелер).
4. Концентрация, температура және басқа электролиттердің тоңазытпаға әсері.
5. Синерезис және тиксотропия.
6. Аэрозолдер; алынуы және бұзылуы.
7. Аэрозолдердің қолданылуы.

Бақылау сұрақтары

1. «Эмульсия» және «көбіктер» деген не?
2. Эмульсия мен көбіктерді қалай алады және қалай бұзылады?
3. «Полимер» деген не?
4. Полимерлердің қандай түрлерін білесіңдер?
5. ЖМҚ (жоғары молекулалық қосылыстар) ерітінділерінің қандай түрлері бар?
6. Коллоидты ерітіндінің ЖМҚ ерітіндісінен қандай айырмашылығы бар?
7. «Ісіну» деген не?
8. «Гель», «сірне» деген не?
9. «Синерезис» деген не?
10. «Тиксотропия» деген не?

Жоғары молекулалық қосылыстардың ісінуі мен еруі

Полимер ерудің алдында ісінеді. Ісіну себебі: ерітіндіге өтпестен бұрын полимер төменгі молекулалық сұйықтықтың, яғни еріткіштің белгілі-бір мөлшерін сіңіріп, салмағы мен көлемін арттырады.

Еріткіш молекуласы полимер арасына енеді. Оның себебі полимердің тізбекті молекуласы иілгіш, яғни олардың буындары иіле отырып макромолекулалардың тығыз емес қаптамаларын түзеді. Еріткіш молекуласы полимерге еніп, полимер макромолекулаларының арасындағы бос кеңістікті толтырады. Ісінген полимер макромолекуласы бір-бірінен жеткілікті алшақтағанда олар ажырап, ерітіндіге өтеді.

Ісіну әрқашан ерумен аяқталмайды.

Шексіз ісіну – толық ерумен аяқталатын ісіну.

Бұл жағдайда полимер макромолекуласының арасындағы байланыс әлсіз және молекулааралық. Ол химиялықпен салыстырғанда шамамен 100 есе әлсіздеу. Полимер молекуласын бір-бірінен бөлу үшін, еріткіш молекулаларының жылулық қозғалысының энергиясы жеткілікті.

Шекті ісіну – еруге ұшырамайтын ісінуді айтады. Мұндай полимерлерді «тігілген» (мысалы, резеңке, онда каучук макромолекулалары өзара күкірт молекуласы арқылы байланысқан) деп атайды. Молекулааралық байланыс химиялық байланысқа қарағанда анағұрлым берік және макромолекулаларды бір-бірінен бөлу үшін жылулық қозғалыс энергиялары жеткіліксіз.

Сондай-ақ құрамында көп мөлшерде полярлы топтары бар полимерлер де шекті ісінеді, макромолекула арасында көп мөлшерде айтарлықтай берік сутектік байланыстар түзіледі. Мұндай табиғи полимерлерге ақуыздар жатады.

Макромолекулалар арасында «көпірше» – химиялық байланысы арқылы байланысқан полимерлер шекті ісінеді. Егер ісінуге дейінгі полимер массасын m_0 , ал ісінгеннен кейінгі полимер массасын m деп белгілесек, онда қатынасты ісіну дәрежесі деп атайды:

$$a = \frac{m - m_0}{m_0}$$

Осылайша өрнектелген ісіну дәрежесінің сандық мәні бір киллограмм полимерге сіңірілген сұйықтық мөлшеріне тең. Сондай-ақ ісіну дәрежесін процент бойынша өрнектесек:

$$a = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100\%.$$

1-есеп

Егер құрғақ ағаш массасы 20 кг, ал ісінген 35 кг болса, ісіну дәрежесі қандай?

Ісіну дәрежесі мына формуламен анықталады:

$$a = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100\%.$$

мұндағы m_0 – құрғақ полимер массасы;

m – ісінген полимер массасы.

Шешуі:

$$m_0 = 20 \text{ кг}, m = 35 \text{ кг}, \quad a = \frac{35 - 20}{20} \cdot 100\% = 75\%.$$

2-есеп

Ісіну дәрежесі 250% тең 5 кг каучук қанша еріткішті сіңіреді?

Шешуі:

Сіңірілген еріткіштің мөлшері $m - m_0$ тең.

$$a = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100\%.$$

сәйкес $m - m_0$ табамыз:

$$m - m_0 = \frac{a \cdot m_0}{100\%} = \frac{250\% \cdot 5 \text{ кг}}{100\%} = 12,5 \text{ кг}.$$

Тапсырма 9

Берілген ісіну дәрежелерінде көрсетілген жоғары молекулалық қосылыстар қанша мөлшерде еріткішті сіңіретінін есептеңдер.

Кесте 8 – Берілген ісіну дәрежелері

№ п/п	Жоғары молекулалық заттар	Еріткіш	Ісіну дәрежесі α , %
9.1	0,1 кг желатин	Су	120
9.2	0,2 кг резеңке	Бензол	150
9.3	0,3 кг каучук	Бензол	180
9.4	0,4 кг полистирол	Бензол	30
9.5	0,5 кг метилметакрилат	Хлороформ	50
9.6	0,6 кг бұршақ	Су	110
9.7	0,7 кг бұршақтар (бобов)	Су	210
9.8	0,8 кг соя	Су	130
9.9	0,9 кг үрмебұршақ	Су	140
9.10	1,0 кг жасымық	Су	90
9.11	1,1 кг кеспелер	Су	170
9.12	1,2 кг бидай	Су	180

Егер құрғақ полимердің массасы m_0 мен ісінген полимердің массасы m белгілі болса, ісіну дәрежесін есептеңдер.

Кесте 9 – Есептеу мәндері

№ п/п	m_0 , кг	m , кг	Жоғары молекулалық заттар
9.13	0,05	0,12	Каучук
9.14	0,10	0,30	Резеңке
9.15	0,15	0,45	Желатин
9.16	0,20	0,30	Полистирол
9.17	0,25	0,40	Полиметилакрилат
9.18	0,30	0,50	Бұршақ
9.19	0,35	0,80	Үрмебұршақ
9.20	0,40	0,80	Соя
9.21	0,45	0,95	Желатин
9.22	0,50	1,20	Бұршақтар (Бобы)
9.23	0,55	1,30	Кеспе
9.24	0,60	1,70	Резеңке
9.25	0,65	1,80	Каучук

Тапсырма 10

10.1. Адсорбция деген не? Ол қалай түсіндіріледі және қандай теңдеумен өрнектеледі?

10.2. БАЗ мен БИЗ молекуласы құрылысының және олардың адсорбциясының ерекшелігі неде?

10.3. Физикалық адсорбцияның хемосорбциядан айырмашылығы қандай?

10.4. Иондық адсорбцияның ерекшеліктері. Оның ион заряды мен өлшеміне тәуелділігі қандай?

10.5. Дисперсті жүйелерді алудың қандай әдістерін білесіңдер?

10.6. Дисперсті фаза бөлшектерінің өлшемін анықтау үшін қандай оптикалық әдістер қолданылады?

10.7. Электрокинетикалық деп қандай құбылысты айтады? Жүретін процестердің табиғатын түсіндіре отырып, оларды ата.

10.8. Шын ерітінділер мен коллоидтық ерітінділердің молекулалы-кинетикалық қасиеттерінің арасында қандай айырмашылық бар?

10.9. Зольдердің электролиттермен коагуляциясы ережесінің тұжырымдамасы?

10.10. ЖМҚ-дың қорғаныштық әсері мен коллоидтардың сенсбилизациясы қалай түсіндіріледі?

10.11. Қандай қасиеттерді тиксотропия және синерезис деп атайды?

10.12. Төменгі молекулалық және коллоидтық БАЗ-дың ұқсастықтары мен айырмашылығы қандай?

10.13. Шығу тегіне қарай және молекуланың құрылысына қарай ЖМҚ қалай жіктеледі?

10.14. Ақуыз молекуласының құрылысы қандай?

10.15. «Сірне» және «синерезис құбылысы» деген не?

10.16. Суспензияларда құрылым түзілу мүмкіндігі қалай анықталады? Құрылым түзуге қандай факторлар әсер етеді?

10.17. Суспензиялардың тамақ өндірісінде қолданылуы.

10.18. Қандай жүйелерді эмульсиялар деп атайды? Олар қалай жіктеледі және қайда қолданылады?

10.19. Көбіктердің қандай тұрақтылық факторларын білесіңдер? Технологиялық процестерде көбік түзілуін қалай жүзеге асыруға болады?

10.20. Аэрозольдерді қандай әдістермен бұзуға болады?

10.21. «Ұнтақ (порошок)» деген не? Қалай алынады және қалай жіктеледі?

10.22. Қандай жүйелерді қалыпты тұтқыр деп атайды? Тұтқырлықтың қосымша қысымға тәуелділігі.

10.23. Изоэлектрлік нүкте дегеніміз не және ооның көптеген ақуызды заттар үшін маңызы?

10.24. Эластикалық сірненің жұқа гельден айырмашылығы? «Тиксотропия» деген не?

10.25. Тұтқырлық қосымша қысымға тәуелді ме? Құрылымдық жүйелер үшін тұтқырлықтың қысымға тәуелді қисығын тұрғызындар.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Хмельницкий Р.А. Физическая и коллоидная химия, М., ВШ, 1988-399с.
2. Киреев В.А. Курс физической химии, М., Химия, 1978 – 621с.
3. Пасынский А.Г. Коллоидная химия, М., ВШ, 1988- 292с.
4. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии, Л., Химия, 1984 – 543с.
5. Практикум по физической химии. Учебное пособие под. ред. М.И.Гельфмана. Лань. СанктПетербург-Москва-Краснодар, 2004 – 235с.
6. С.А.Балезин. Практикум по физической и коллоидной химии, М., Просвещение, 1980 – 272с.
7. Снеговских Н.М., Литовкин И.Б. лабораторные работы по коллоидной химии, Костанай, 1999 – 88с.
8. Дулицкий Р.А., Фельдман Р.И. Практикум по физической и коллоидной химии, М., ВШ, 1978 – 296с.
9. Ермакова Б.А., Скопин Ю.А., Некрасова Р.Б. Руководство к лабораторным работам по физической и коллоидной химии, Алма-Ата, «Кайнар», 1973 – 224с.
10. Вылуска Г.Н. Методические указания по физической и коллоидной химии по изучению дисциплины и задание для контрольных работ, Костанай, 2008 – 40 с.
11. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия, М., ВШ, 1988 – 632с.
12. Краткий справочник физико-химических величин/под.ред. А.А.Равделя, А.М.Пономаревой – Л., Химия, 1983 – 267с.
13. Рубина Х.М., Добринская М.А., Романчук Л.А. Практикум по физической и коллоидной химии, М., ВШ, 1972 – 152с.

Қосымша

Қосымша 1 – Бірліктердің халықаралық жүйесі (СИ)

Шамалар	Өлшем бірлігі	Қысқаша белгіленуі	Айналдыру коэффициенті
Ұзындық	Метр	м	$1 \text{ см} = 10^{-2} \text{ м}$
Аудан	Метр квадрат	м^2	$1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$
Көлем	Метр куб	м^3	$1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3$
Уақыт	Секунд	сек	-
Жылдамдық	Метр секунд	м/сек	$1 \text{ см/сек} = 10^{-2} \text{ м/сек}$
Масса	Килограмм	кг	$1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$
Химиялық масса	Киломоль килограмм- эквивалент	кмоль кг-экв	$1 \text{ моль} = 10^{-3} \text{ кмоль}$ $1 \text{ кг-экв} = 10^{-3} \text{ г-экв}$
Тығыздық	Килограммның метр кубка	кг/м^3	$1 \text{ г/см}^3 = 10^{-3} \text{ кг/м}^3$
Күш	Ньютон	Н	$1 \text{ дина} = 10^{-3} \text{ Н}$ $1 \text{ кГ} = 9,8 \text{ Н}$
Қысым	Ньютонның м^2 -қа	$\text{Н/м}^2 = \text{Па}$	$1 \text{ атм} = 1,013 \cdot 10^2 \text{ Н/м}^2 = 1013 \text{ гПа}$ $1 \text{ мм сын. бағ} = 1,333 \cdot 10^2 \text{ Н/м}^2$ $1 \text{ атм} = 9,8 \cdot 10^2 \text{ Н/м}^2$
Жұмыс, энергия	Джоуль	Дж	$1 \text{ л атм} = 1,013 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ $1 \text{ эрг} = 10^{-7}$ $1 \text{ кГм} = 9,81 \text{ Дж}$
Жылу, ішкі энергия	Джоуль	Дж	$1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}$ $1 \text{ ккал} = 4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж}$
Молярлық жылу (жану, түзілу)	Джоульдің киломольге	Дж/кмоль	$1 \text{ кал/моль} = 4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж/кмоль}$
Молярлық жылу сыйымдылық	Джоульдің киломоль-градуска	Дж/кмоль·град	$1 \text{ кал/моль} \cdot \text{град} = 4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж/кмоль} \cdot \text{град}$
Электр кернеуі	Вольт	В	-
Электрлік кедергі	Ом	Ом	-
Электр мөлшері	Кулон	к	-
Меншікті электрөткізгіштік	$\text{Мм}^{-1} \text{ м}^{-1}$	$1/\text{ом} \cdot \text{м}$	$1 \text{ 1/Ом} \cdot \text{м} = 10^3$ $1/\text{Ом} \cdot \text{см}$
Эквиваленттік электрөткізгіштік	Сименстің метрге	$\text{м}^2/\text{Ом} \cdot \text{кг-экв}$	$1 \text{ см}^2/\text{Ом} \cdot \text{г-экв} = 10^2$ $\text{м}^2/\text{Ом} \cdot \text{кг-экв}$
Иондар қозғалғыштығы		$\text{м}^2/\text{Ом} \cdot \text{кг-экв}$	$1 \text{ см}^2/\text{Ом} \cdot \text{г-экв} = 10^{-1}$ $\text{м}^2/\text{Ом} \cdot \text{кг-экв}$
Молярлық		кмоль/м^3	$1 \text{ моль/л} = 1 \text{ кмоль/м}^3$
Нормальдық		кг-экв/м^3	$1 \text{ г-экв/л} = 1 \text{ кг-экв/м}^2$

Қосымша 1 жалғасы

Сұйылту		$\text{м}^3/\text{кг-ЭКВ}$	$\text{л/Г-ЭКВ}=\text{м}^3/\text{кг-ЭКВ}$
Беттік керілу	Ньютонның метрге	$\text{Дж/м}^2=\text{Н/м}$	$\frac{1}{\text{эрг/см}^2}=\frac{1}{\text{дин/см}}=10^{-2}$ Н/м
Тұтқырлық		$\text{Н}\cdot\text{сек/м}^2$	$1\text{пуаз}=0,1\text{ Н}\cdot\text{сек/м}^2$

Қосымша 2 – Кейбір физикалық тұрақтылар

Шамалар	Өлшем бірліктердің қысқаша белгіленуі	Айналдыру коэффициенті
Универсал газ тұрақтысы	$\text{Дж/кмоль}\cdot\text{град}$	$0,082\text{ л}\cdot\text{атм/моль}\cdot\text{град}$, $1,98\text{ кал/моль}\cdot\text{град}$, $8,3\cdot 10^3\text{ эрг/моль}\cdot\text{град}$, $8,3\text{ Дж/моль}\cdot\text{град} =$ $8,3\cdot 10^3\text{ Дж/кмоль}\cdot\text{град}$
Авогадро саны	$1/\text{кмоль}$	$6,02\cdot 10^{23}\text{ моль}^{-1} = 6,02\cdot 10^{26}\text{ кмоль}^{-1}$
Фарадей саны	к/кг-ЭКВ	$9,65\cdot 10^7\text{ к/Г-ЭКВ} = 9,65\cdot 10^7\text{ к/кг-ЭКВ}$
Бір кмоль идеал газдың көлемі	$\text{м}^3/\text{кмоль}$	$22,3\text{ л/кмоль} = 22,4\text{ м}^3/\text{моль}$

