

А. Қ. Сәкен

ДИСПЕРСТІ ЖҮЙЕЛЕР ХИМИЯСЫ



Костанай, 2023

Білім және ғылым министрлігі Қазақстан Республикасы
А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университеті
Биология, экология және химия кафедрасы

А.Қ. Сәкен

ДИСПЕРСТІ ЖҮЙЕЛЕР ХИМИЯСЫ

Оқу құралы

Қостанай, 2023

УДК 544.77(075.8)

ББК 24.6я73

С 28

Автор:

Сәкен Айкүміс Қадыржанқызы, химия мамандығы бойынша жаратылыстану ғылымдарының магистрі, биология, экология және химия кафедрасының аға оқытушысы

Рецензенттер:

Таурбаева Гульжан Урмантаевна - химия ғылымдарының кандидаты, жаратылыстану ғылымдары пәндері кафедрасының қауымдастырылған профессоры

Тулбаева Балжан Беисовна - химия ғылымдарының кандидаты, жаратылыстану ғылымдары пәндері кафедрасының қауымдастырылған профессоры

Аубакирова Гульсим Баграмовна - химия ғылымдарының кандидаты, М. Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан мемлекеттік университеті «Химия және химиялық технологиялар» кафедрасының доценті.

Сәкен А.Қ.

С 28 Дисперсті жүйелер химиясы: Оқу құралы - Қостанай: А. Байтұрсынов атындағы ҚӨУ, 2023.- 67 б.

ISBN 978-601-356-241-4

Оқу құралына дәріс-практикалық сабақтар кіреді, олардың әрқайсысында сұрақ теориясының сабақтың мақсаты, қысқаша мазмұны мен коллоидтық бөлшектерді зерттеудегі өзіндік жұмыс кезеңдерінің сипаттамасынан және бақылау сұрақтарынан тұрады.

Оқу құралы биология, экология және химия (күндізгі және сырттай оқу түрлері) кафедрасының 6B05302-химия білім беру бағдарламасының студенттеріне, сондай-ақ коллоидтық химия пәнін оқып жатқан басқа кафедралардың білім беру бағдарламаларының студенттеріне оқуға арналған.

ББК 24.6я73

С 28.

А. Байтұрсынов атындағы Қостанай өңірлік университетінің оқу-әдістемелік кеңесімен бекітілді және басып шығаруға ұсынылды, 25.01.2023 ж., № 1 хаттама.

ISBN 978-601-356-241-4

© А. Байтұрсынов атындағы
Қостанай өңірлік университеті
© Сәкен А. Қ., 2023 ж.

Мазмұны

Кіріспе	5
Тақырып 1 Дисперсті жүйе ұғымы және оның сандық сипаттамалары.....	7
1.1 Дисперсті жүйелер, олардың ерекшеліктері мен жіктелуі	7
1.2 Дисперсті жүйелерді алу әдістері. Пептизация.....	12
1.2.1 Конденсация әдістері	13
1.2.2 Пептизация.....	16
1.3 Дисперсті жүйелерді тазарту әдістері	18
1.4 Бөлшектердің мөлшерін және меншікті бетін анықтау.....	21
1.4.1 Есеп шығару мысалдары.....	23
1.4.2 Өздігінен шығаруға арналған есептер	25
Тақырып 2 Фазааралық беттің термодинамикасы. Коагуляция және тұрақтылық	28
2.1 Беттік керілу	28
2.2 Коллоидтық жүйелердің тұрақтылығы мен коагуляциясы	31
2.3 Есеп шығару мысалдары.....	33
2.3.2 Өздігінен шығаруға арналған есептер	35
Тақырып 3 Еркін дисперсті жүйелердің кинетикалық қасиеттері.....	38
3.1 Коллоидтық жүйелердің молекулалық-кинетикалық қасиеттері.....	38
3.2 Броундық қозғалыс. Диффузия.....	39
3.2 Осмостық қысым.....	42
3.3 Седиментация. Диффузиялық-седиментациялық тепе-теңдік.....	45
3.3.1 Седиментациялық талдау негіздері.....	48
3.4 Өздігінен шығаруға арналған есептер	50
4.1 Беттік-активті заттардың сипаттамасы	52
4.2 Адгезия және когезия.....	55
4.3 Өздігінен орындауға арналған тапсырмалар.....	58
Қосымшалар.....	59
Глоссарий.....	63
Қолданылған әдебиеттер тізімі.....	67

Кіріспе

Коллоидтық химия - дисперсті жүйелер мен беттік құбылыстардың физика-химиялық қасиеттері туралы ғылым. Коллоидтық жүйелер мен коллоидтық - химиялық процестердің техника мен адам қызметінің әртүрлі салаларындағы ерекше үлкен рөлінің салдарынан және теориялық және практикалық материалдардың жинақталуының арқасында ол дербес ғылыми пәндер ретінде көзге түсті. Оны зерттеу объектілері гетерофазалық жүйелер болып табылады, онда фазалардың бірі жоғары дисперсті (ұсақталған) күйде болады.

Пәннің мақсаты: Коллоидтық химиядағы бойынша білім жүйесін және химиялық жүйелер мен процестерді зерттеу үшін коллоидты ерітінділер мен дисперсті жүйелердің негізгі физика-химиялық және коллоидты қасиеттері туралы білімді пайдалану бойынша практикалық дағдыларды қалыптастыру.

Коллоидтық химияның *міндеттері:* дисперсті жүйелердегі физика-химиялық процестердің бағытын болжау және зерттеу.

Коллоидтық химия - бастапқыда физикалық химияның бір бөлімі ретінде қарастырылған. Уақыт өте келе эксперименттік дәлелдемелерді талдау негізінде бұл пән жеке ғылым болып бөлініп шықты. Тіпті арнайы коллоидтық химияның *зерттеу әдістері* табылды: ультрамикроскопия, электрондық микроскопия, ультрацентрифугирлеу (сүзу), электрофорез, тағы да басқалар.

Практика коллоидтық химияның қазіргі заманғы техникада да орнының ерекше екенін дәлелдеді. Қазіргі уақытта халық шаруашылығының кез келген саласын коллоидтық химиясыз елестету мүмкін емес. Бұл ғылым саласының нені зерттейтінін түсіну үшін алдымен «коллоидтар» немесе «коллоидтық жүйелер» дегеніміз не деген сұраққа жауап іздеу керек.

"Коллоидты химия" дербес ғылым ретінде 1906 жылы Лейпциг қаласында неміс ғалымы В.Ф. Оствальд негізін қалаған "Коллоидцайтшрифт" атты жеке баспа басылымын шығара отырып қалыптасты, ол жерде Лейпциг университетінің профессоры және сонымен бір мезгілде өзі құрған физика-химия институтының директоры болып жұмыс істеді. Коллоидтық журналдың бірінші саны шыққан кезде "коллоид" термині химиктердің күнделікті өміріне берік кірді. Бұл терминді 1861 жылы ағылшын ғалымы Томас Грэм барлық заттарды кристаллоидтар мен коллоидтарға бөлу критерийі ретінде енгізді. Грэм олардың диффузия жылдамдығын пергамент мембранасы арқылы қолдануды ұсынды. Ғалым егер заттар тез таралып, кристалдануға қабілетті болса, олар кристаллоидтар, егер олар таралмаса және кристалданбаса – коллоидтар деп санаған. Сонымен қатар коллоидтарды зерттеуде Т. Грэм диализ және осмос құбылыстарын анықтап, ғылымға осы терминдерді енгізген.

Орыс ботанигі және химигі И.Г. Борщов бір заттың кристалдық және коллоидтық формаларда болу мүмкіндігін дәлелдеді. П.П. фон Веймарн заттың коллоидтық күйінің әмбебаптығын дәлелдеді және оны жүйенің

дисперсиясымен байланыстырды. Ол химияның бұл бөлімін коллоидтық химия емес, дисперсология деп атауды ұсынды.

Қазіргі коллоидтық химия - дисперсті жүйелер мен беттік құбылыстар туралы ғылым. Дисперсті жүйенің маңызды белгілері - гетерогенді және дисперсті.

Гетерогенді, екі немесе одан да көп фазалардың болуы көлеммен салыстырғанда артық энергияға ие фазалық шекараның болуын және нәтижесінде бетіндегі ерекше қасиеттер мен құбылыстарды анықтайды.

Дисперсті фазаның бөліну өлшемі ретінде бетінің көлемін және жүйенің жалпы қасиеттеріне беттік қасиеттердің үлесін анықтайды.

Тақырып 1 Дисперсті жүйе ұғымы және оның сандық сипаттамалары

1.1 Дисперсті жүйелер, олардың ерекшеліктері мен жіктелуі

Мақсаты: Дисперсті жүйе ұғымымен, жіктелуімен және сандық сипаттамаларымен танысу.

Жоспар:

1. Дисперсті жүйе ұғымы
2. Дисперсті орта мен Дисперсті фаза
3. ДЖ жіктелуі мен ерекшеліктері

Коллоидтық химия беттік құбылыстар мен дисперстік жүйенің қасиеттерін зерттейтін ғылым.

Пән жоғары дисперсті жүйелерді, оларды алу әдістерін, тұрақтылығын, қасиеттерін (магниттік, электрлік, кинетикалық, молекулярлы кинетикалық қасиеттері және т.б.) қарастырады.

Дисперсті жүйе (ДЖ) деп бір зат өлшемі әр түрлі бөлшектер күйінде басқа заттарға таралған жүйені айтады.

Дисперсті жүйелер әрқашан гетерогенді (гетерофазалы) болады. Олар *ДФ-дисперсті фазадан* (өте ұсақ бөлшектерден) және дисперстеуші *ДО-дисперсті ортадан* (бөлшектерді біркелкі ұсақтаушы / таратушы сұйық, газ, немесе қатты зат) тұрады (кесте 1).

Кесте 1 - Дисперсті жүйелердің агрегаттық күйлеріне байланысты жіктелуі

Дисперсті орта	Дисперсті фаза	Жүйенің аталуы және мысал
Қатты (креозоль)	Қ-Қ	Қатты гетерогенді жүйелер: минералдар, балқымалар, бетон, түсті қоспалар, композициондық материалдар
	Қ-С	Капиллярлық жүйелер: топырақ, грунт, кеуекті денелердегі сұйық, опал, меруерт, хризоколла
	Қ-Г	Кеуекті (пористый) денелер: пемза, силикогель, белсендірілген көмір
Сұйық (лионоль)	С-Қ	Суспензиялар және зольдер: май ұнтақтары, тұнған заттар, тұнбалар, пульпа
	С-С	Эмульсиялар: мұнай, кремдер, сүт
	С-Г	Газ эмульсиялары, көбіктер
Газ тәріздес (аэрозоль)	Г-Қ	Аэрозольдер: шан, түтін, ұнтақтар
	Г-С	Аэрозольдер: тұман, бұлт
	Г-Г	жоқ

Дисперсті жүйелер (зольдер) таралған ортасына байланысты:

- ✓ гидрозоль (су)
- ✓ алкозоль (спирт)
- ✓ бензозоль (бензол);
- ✓ этерозоль (эфир);
- ✓ органоколь (органикалық сұйықтық) болып бөлінеді.

Дисперсті жүйенің реал ерітінділерден ерекшеліктері келесідей болады:

1. Барлық коллоидты ерітінділер сәуле шашу қабілеттеріне ие болады, ол «опалесценция» ұғымымен сипатталады.

Опалесценция құбылысын тәжірибемен қарастыруға болады. «Тиндель конусы» деп сәулелену нәтижесінде коллоидты ерітінділерден конус тәрізді жарықтың шашырауын атайды.

2. Диффузия құбылысы пайда болмайды.

3. Коллоидты ерітіндіде осмостық қысымы өте төмен.

4. Коллоидты ерітіндіде диализге бейім, яғни онымен ерітіндіде бірге еріген төмен молекулалық заттарды жартылай өткізгіштік мембранаты пленкалар көмегімен тазартуға болады. Мұндайда төмен молекулалық заттар мембрана арқылы өтеді де коллоидты ерітінділер қалып қояды.

5. Реал ерітінділер өте тұрақты, ал коллоидты ерітінділер тұрақсыз. Яғни коллоидты бөлшектер сыртқы әсерінен коагуляцияны тудырады.

6. Коллоидты ерітінділер әдетте электрофорез құбылысына бейім. Бұл құбылыс электр өрісіндегі коллоидты бөлшектердің оң және теріс электродқа тасымалдауымен сипатталады. Коллоидты ерітінділер көптеген молекулалардан тұратындықтан, оларға фазадағы термодинамика қолданылады.

Коллоидтық жүйелер адам өмірінде үлкен рөл атқарады. Дененің биологиялық сұйықтықтарында бірқатар заттар (фосфаттар, майлар, липидтер) коллоидтық күйде болады. Биологиялық заттарды (бұлшықет және жүйке жасушалары, қан және басқа да биологиялық сұйықтықтар) коллоидты ерітінділер ретінде қарастыруға болады. Қанның дисперсиялық ортасы плазма-бейорганикалық тұздар мен ақуыздардың сулы ерітіндісі болып табылады. Дисперсті фазалар бірнеше-бұл пішінді элементтердің түрлері: эритроциттер, лейкоциттер, тромбоциттер, сондай-ақ аз еритін заттардың коллоидты бөлшектері. Сонымен қоса барлық күрделі дәрілік формалар әр түрлі дисперсті жүйелер болып табылады.

Қолданыстағы жіктеулер дисперсті жүйелердің әртүрлі қасиеттеріне негізделген. Дисперсті жүйелердің ең көп таралған жіктелуі келесі сипаттамаларға сәйкес келеді:

- Дисперсті фаза бөлшектерінің мөлшері бойынша.
- Дисперсті фазаның және дисперсиялық ортаның агрегаттық күйі бойынша.
- Дисперсті фазаның дисперсиялық ортамен өзара әрекеттесу дәрежесіне сәйкес.

- Дисперсті фазаның бөлшектері арасындағы өзара әрекеттесудің болуымен.

Дисперсті жүйенің тән қасиеті - бұл үлкен интерфазалық беттің болуы, сондықтан оның беткі қасиеттері шешуші болып табылады.

Бір фазадағы затты басқа фазаға майдалау процесін «диспергирлеу» (лат. айдау, майдаланған, ұсақталған) деп атайды.

Кесте 2 – Дисперсті фазаның бөлшектерінің формасы бойынша классификациясы

Бөлшектер саны	Аталуы	Коллоидты сипаттамасы	Жеке өкілдері
Бірөлшемді	Ламинарлы (үлдірлі)	Үлдір мембраналар	Сұйық үлдір (пленка), қатты және сұйық бетінде мұнай үлдірлері, мембрананың жіңішке үлдірлері.
Екіөлшемді	Фибриллярлы (талшықты)	Жіптер, талшықтар, кеуектер, капиллярлар	Ағаш, металл, кеуекті заттар, нан, шаш.
Үшөлшемді	Корпускулярлы (глобулярные)	Қатты бөлшектер, тамшылар, көпіргіштер	Топырақ, аэрозольді бөлшектер, цемент, ұн, сүт

Ал *дисперстілік* дегеніміз – аталмыш дисперстік фазаның өлшемін (шамасын) көрсететін ұғым (кесте 3).

Кесте 3 - Дисперсті жүйелерді бөлшектердің дисперстілігіне (ұнтақталу дәрежесі) байланысты жіктелуі

№	Жүйе	Жеке өкілдері	Сипаттамасы	Бөлшектер радиустары
1	Ірі дисперсті жүйелер (микрорегендік)	жүзінділер, суспензия, эмульсия, ұнтақтар	Кинетикалық тұрақсыз, ДФ бөлшектерінің ауырлық күшінің әсерінен тұнбаға оңай түседі, әртекті, майлы болады, осмостық қысымды туғызбайды, бөлшектері сүзгі қағаздан және жартылай өткізгізген өтпейді, Тиндель-Фарадей эффектісі жоқ, ДФ жүйелерін көзбен көруге болады.	10^{-2} – 10^{-5} см.

2	Коллоидтық - дисперсті жүйелер (ультра-гетерогендік)	зольдер	Мөлдір, ауырлық күшінің әсерінен тұнбаға оңай түспейді, сүзгі қағаздан оңай өтеді, бірақ жартылай өткізгіш мембранадан (мысалы, жануарлар мен өсімдіктер мембранасы) өтпейді, осмостық қысым байқалады, термодинамикалық тұрақсыз, Тиндель-Фарадей эффектісі бар, уақыт өткен сайын ескереді (яғни ДФ бөлшектері өзара бірігіп іріленеді), олардың ДО-мен жанасу беті өте үлкен, тек микроскоппен көрінеді.	$10^{-5} - 10^{-7}$ см.
3	Молекулалық-иондық ерітінділер мен бөлшектер (молекулярлы-дисперстік)		Мөлдір, термодинамикалық тұрақты, Тиндель-Фарадей эффектісі жоқ, жартылай өткізгіш мембранадан (мысалы, жануарлар мен өсімдіктер мембранасы) өтеді, тепе теңдік жүйелер	$10^{-8} - 10^{-10}$ см.
4	Наноөлшемді бөлшектер	Нантүтікшелер, металдар мен полимерлердің нанобөлшектері, цилиндрлік БАЗ мицеллалары		10^{-8} см

Агрегаттық күйі қатты және сұйық болатын, дисперстік ортасы бар жүйелер конденсацияланса, микрогетерогендік және коллоидтық жүйелердің белгілі дәрежедегі механикалық қасиеттері болады, атап айтқанда беріктік және жұмсақтық, тұтқырлық, көптеген жағдайда серпімділік және иілгіштік. Аталмыш қасиеттер жоғарыдағыдай жүйелердің құрылымдарымен тікелей байланыста болғандықтан, оларды құрылымдық-механикалық қасиеттер деп атайды.

Кесте 4 – Дисперсті жүйелердің құрылымдық-механикалық қасиеттері бойынша жіктелуі

Дисперсті жүйе	Жеке өкілдері	Сипаттамасы
Босдисперсті дисперсті жүйелер	Лиозольдер, суспензиялар, эмульсиялар, аэрозольдер	ДФ бөлшектері өз арасында байланыспайтын жылжымалы, біркелкі ДО көлемінде таралған. Бұл дисперсті фазаның бөлшектері бір қатты торға бір-бірімен байланыспайтын және дисперсиялық ортадағы ауырлық күші

	(тұман, түтін, шан)	мен жылу қозғалысының әсерінен тәуелсіз қозғалатын дисперсті жүйелер.
Байланысқан дисперсті жүйелер	Лиогельдер, сіңірлер, кеуекті және жіптәрізді жүйелер	ДФ бөлшектері тұтастарды түзетіндіктен және ішінде ДО орналасқандықтан қозғалмайды. Дисперсті фазаның бөлшектері молекулааралық күштердің әсерінен бір-бірімен байланысқан және тек тербелмелі қозғалыстар жасайтын дисперсті жүйелер. Нәтижесінде қатты кеңістіктік торлы-матрица немесе каркастың бір түрі пайда болады.

Коллоидты жүйелер дисперсті фаза заттары мен сұйық дисперсті ортаның молекулалық әсерлесу қарқындылығының ерекшелігіне орай *лиофильді* және *лиофобты* болып жіктеледі. Лиофильді жүйелерде дисперсті фазалық бөлшектер оларды қоршаған сұйықтықтың молекулаларымен қарқынды әрекеттеседі. Бөлшектердің беті қатты ериді (сольватация) және фазалық шекарадағы бос беттік энергия (беттік керілу) өте аз байқалады. Лиофильді жүйелер үлкен қатты бөліктердің немесе сұйық тамшылардың ұсақ коллоидты бөлшектерге немесе мицеллаларға өздігінен таралуы нәтижесінде пайда болады. Дисперсті фаза мен дисперсті орта бөлшектерінің әрекеттесуі бойынша жіктелуі 5 кестеде берілген.

Кесте 5 – Дисперсті фаза мен дисперсті орта бөлшектерінің әрекеттесуі бойынша жіктелуі

Жүйе түрі	Фаза арасында әрекеттесуі	Түзілу түрі	Жеке өкілдері	Каогуляциялануға термодинамикалық тұрақтылығы
Лиофобты	әлсіз	Диспергирлеу және конденсациялау нәтижесінде басқа затты қосу арқылы алу	Зольдер, суспензиялар, эмульсиялар, металдардың гидрозольдері және олардың аз еритін тұздары және т.б. жатады (CdS, Pt, Cu, Au, Ag, Hg, Sb ₂ S ₃ , Ag, ZnS, HgS, As ₂ S ₃ , S, Se).	Термодинамикалық агрегативті тұрақты. Демек, берілген сұйық ортадағы диспергирлеу-бұл процесс өздігінен жүреді, энергетикалық тиімді ($\Delta G_{\text{диспергирлеу}} < 0$).

Лиофильді	күшті	Өздігінен диспергирлеу	Критикалық эмульсиялар, мицелярлы ерітінділер, молекулалық коллоидтар деп аталатын ЖМҚ жақсы ерітетін еріткіштердегі ерітінділері, мысалы табиғи ЖМҚ сулы ерітінділері: желатиндер және басқа ақуыздар, ДНҚ және РНҚ.	Термодинамикалық агрегативті тұрақсыз. Бұл жүйелерде гидратация (жалпы жағдайда-еру) бөлшек бетінің пайда болу шығындарын өтеу үшін энергетикалық тұрғыдан тиімді емес. Сондықтан мұндай жүйелер өздігінен жүрмейді ($\Delta G_{\text{диспергирлеу}} > 0$).
-----------	-------	------------------------	---	---

Лиофильді коллоидтар термодинамикалық тұрақты, сондықтан олардың пайда болу жағдайларын сақтай отырып, уақыт өте келе жойылмайды. Лиофильді коллоидтарға критикалық эмульсиялар жатады, яғни екі сұйықтықтың критикалық араластыру температурасына жақын жерде пайда болатын эмульсиялар; сонымен қатар мицелланы құрайтын беттік-белсенді заттардың коллоидты дисперсиялары (сабын, кейбір органикалық пигменттер мен бояғыштар), бентонит саздарының сулы дисперсиялары.

Бақылау сұрақтары:

1. Дисперсті фаза және дисперсті орта терминдерінің мағынасын ашыңыз.
2. Дисперсті жүйенің ерекшеліктері қандай?
3. Бос дисперсті дисперсті жүйелердің сипаттамасын және олардың байланысқан дисперсті жүйелерден айырмашылығы қандай?
4. Дисперсті жүйелердің агрегаттық күйлеріне байланысты қалай жіктеледі?
5. Қандай жүйелерде дисперсті фазалық бөлшектер оларды қоршаған сұйықтықтың молекулаларымен қарқынды әрекеттеседі?

1.2 Дисперсті жүйелерді алу әдістері. Пептизация

Мақсаты: Коллоидтық жүйелерді алу жолдарын зерттеу.

Жоспар:

1. Коллоидтық бөлшектерді алу жолдары
2. Диспергирлеу
3. Конденсация
4. Адсорбциялық және химиялық пептизация

Дисперсті жүйелерді алу үшін екі негізгі әдіс қолданылады: диспергирлеу және конденсациялау.

Кесте 6 - Бөлшектер өлшемі бойынша алу әдістері

№	Дисперсті жүйе	Өлшемі	Алу әдісі
1	Шын ерітінді	10^{-8} см	Конденсация
2	Коллоидты ерітінді	$10^{-5} - 10^{-7}$ см	
3	Ірі дисперсті жүйелер	10^{-5} см	Диспергирлеу

Диспергирлеу - конденсацияланған денені ұнтақтау немесе ұсақтау үшін дисперсті жүйелерді алу әдісі. Бұл әдіске: механикалық диспергирлеу (тау жыныстарының жарылуы, ступкамен ұнтақтау, шар диірмені, коллоидтық диірмен), ультрадыбыстық диспергирлеу, электр доғасында бүрку (шашу), Пептизация (топырақтың, грунттың ерімейтін бөлшектерінің табиғи суға ауысуы). Соңғысы тек жаңадан дайындалған тұнба үшін жарамды.

Конденсациялау - заттың молекулаларын немесе иондарын біріктіру немесе агрегаттау арқылы дисперсті жүйелерді алу әдісі.

1.2.1 Конденсация әдістері

Кристаллизация немесе конденсация нәтижесінде бөлшектердің түзілуіне негізделген әдістер конденсация деп аталады. Конденсация әдістері дисперсті жүйелерді біртекті ортадан алуға мүмкіндік береді. Жаңа фазаның пайда болуы ортаның қанықтылығы әсерінен жүреді.

Конденсациялану химиялық реакцияның өтуіне негізделеді де, алмасу (тұнба түзе), тотығу (нәтижесінде алынған заттың біреуі коллоидты күйдегі бөлшек түрінде кездеседі), гидролиз және тотықсыздану (металл тотықсызданып, бос атомға айналып немесе бір бірімен өзара бірігіп, коллоидты өлшемге дейін үйкеленеді) реакцияларын байқатады. Бұл әдістің келесідей екі бағытта жүреді:

1) Физикалық (механикалық) конденсация - булардан молекулалардың конденсациясы, сондай-ақ еріткішті ауыстыру кезінде жүреді. 1920 ж. коллоидты бөлшектерді алу үшін ұнтақталу дәрежесі 0,1-1 мм болатын алғашқы диірменді қолданды. Физикалық конденсацияның кейбір танымал әдістерін айта кетсек:

а. Ультрадыбыс әдісі. Ірі дисперсті жүйемен толтырылған ыдыста жиелігі 200.000-1 млн аралығындағы тербелістігімен 1 сек. ішінде ультрадыбыс толқындары жіберіледі де Пьезоэлектрлік осцилляторлар арқылы қажетті өнімдер (гибс, крахмал ерітінділері, бояу, шайыр, металл, графит ерітінділері) алынады.

б. Электрогидрарикалық соқтығысу әдісі. Электр тоғын су арқылы өткізуге негізделген әдіс.

с. Электрлік шашырату әдісі. Белгілі бір ДО коллоидты ерітіндінің құрамына қажетті материалдан (Au, Ag, Pt, асыл газдар) тұратын электрод енгізіледі де, электр тоғы өткізіледі

2) Химиялық конденсация - тұндыру, алмасу, гидролиз, тотығу-тотықсыздану реакциялары, сонымен қатар атмосферада және табиғи суларда тұмандардың, бұлттардың, ерімейтін бөлшектердің түзілуі. Химиялық конденсацияға коллоидты ерітіндіге пептизаторларды қосу арқылы оны зольге айналдыруға негізделген «пептизация» әдісін жатқызуға болады.

Қанығуға, яғни тепе-теңдіктен асатын концентрациялардың пайда болуына химиялық реакция немесе физикалық процесс себеп болуы мүмкін. Осыған байланысты химиялық және физикалық конденсация әдістері ажыратылады.

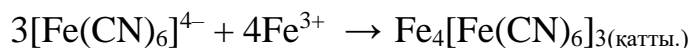
Химиялық конденсация жағдайында жаңа фаза реакциялар пайда болған кезде түзіледі, бұл белгілі бір ортада ерімейтін заттардың пайда болуына әкеледі. Бұл тотықсыздану, тотығу, алмасу, гидролиз реакциялары болуы мүмкін. Дисперсті жүйелердің конденсациялық түзілуімен басында қатты фазалық бөлшектер пайда болады, содан кейін осы бөлшектердің өсуі байқалады. Дисперсті жүйенің пайда болуы үшін бөлшектердің пайда болу жылдамдығы олардың өсу жылдамдығынан асып кетуі керек.

Қолданылатын химиялық реакциялардың негізгі типтерін нақты мысалдарда қарастырайық.

1) Гидролиз реакциясы (Темір гидроксидті гидрозолін алу)



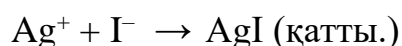
2) Ерімейтін комплекстердің түзілу реакциясы (Берлин лазурінің гидрозолын алу)



3) Алмасу реакциялары (мышьяк сульфидінің гидрозолін алу)



4) Аз еритін тұздардың түзілу реакциялары (күміс иодидінің гидрозолін алу)



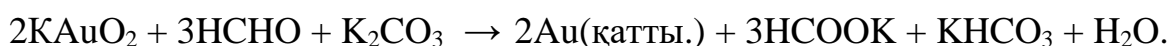
5) Тотығу-тотықсыздану реакциялары. Химиялық конденсацияның ең әртүрлі әдістері тотығу-тотықсыздану процестеріне негізделген. Күкірт гидрозолын алу



6) Селен қышқылын гидразинмен тотықсыздандыру арқылы селен гидрозолын алуға болады



7) Калий ауратын формальдегидпен тотықсыздандыру арқылы алтын гидросолін алады



Жоғарыда аталған барлық реакциялар жоғары дисперсті жүйелерді алу үшін ғана емес, сонымен қатар макрокристалды тұнба алу үшін де қолданылады. Осылайша, реакция жағдайларына байланысты дисперсияның әртүрлі дәрежелері бар жүйелерді алуға болады.

Дисперсті жүйелерді өндірудің тағы бір конденсациялық әдісі - еріткішті ауыстыру арқылы жүзеге асырылатын физикалық конденсация. Олар суда ерімейтін затты алып, этил спиртінде (кейде ацетонда) жеткілікті концентрацияланған немесе тіпті қаныққан шынайы ерітіндіні дайындайды. Мұндай ерітіндінің бірнеше тамшысы әлдеқайда үлкен (50-100 мл) су көлеміне қосылады. Нәтижесінде көптеген жағдайларда гидросол пайда болады.

Осылайша фосфор, күкірт, селен, розин, парафин, холестерин және т. б. гидросолдарын алуға болады. Газ ортасында әртүрлі заттардың буларының конденсациясы арқылы аэрозольдерді алады. Бір-біріне ерімейтін заттардың бірлескен конденсациясы арқылы күлді алуға болады. Атап айтқанда, кейбір металдардың күлі органикалық еріткіштерде осылай алынады.

Конденсация кезінде дисперсті фазаның пайда болу процесі екі негізгі сатыға ие:

- 1) конденсация орталықтарының пайда болуы;
- 2) туындылардың (зародыш) өсуі.

Алынған коллоидтық жүйелердің дисперстілігі (дисперсиясы) туындылардың (зародыш) түзілу жылдамдығымен (U_1) олардың өсу жылдамдығының (U_2) қатынасына байланысты. Туындылардың (зародыш) пайда болу жылдамдығы төмен болған кезде ($U_1 > U_2$) жүйеде үлкен бөлшектердің аз ғана саны пайда болады. Егер эмбриондардың пайда болу жылдамдығы жоғары болса және олардың өсу жылдамдығы аз болса (1-ші сызық $>$ 2-ші сызық), керісінше, жүйеде көптеген ұсақ бөлшектер пайда болады. Бұл жағдайда жоғары дисперсті күлдер пайда болады, олардың бөлшектердің мөлшері оларды коллоидты ерітінділерге жатқызуға мүмкіндік береді.

1.2.2 Пептизация

Пептизация-бұл коагуляция нәтижесінде пайда болған тұнбаны тұрақты коллоидты ерітіндіге айналдыру процесі (коагуляцияға қарсы процесс).

Пептизацияның 3 әдісі бар:

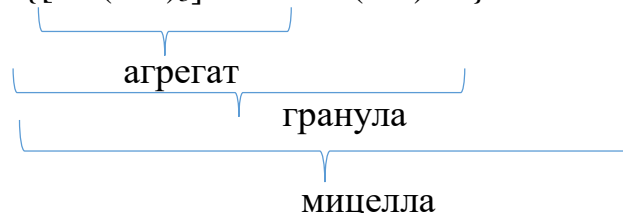
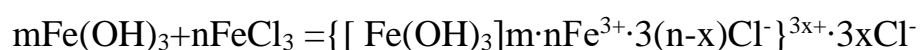
1. адсорбциялық пептизация;
2. химиялық пептизация (диссолюциялық), өздігінен жүретін;
3. тұнбаны (коагулятты) таза еріткішпен (дисперстік ортамен) шаю.

Адсорбциялық пептизацияда пептизатор ретінде беттік активті заттар, электролит ерітінділер мен еріткіштер қолданылады. Процесс нәтижесінде бөлшектерді диспергирлеу дәрежесі өзгермейді де, бірінші қосылған пептизатор адсорбцияланады. Мұндай пептизация нәтижесінде пептизатор мен пептизацияға ұшырайтын заттың арасында химиялық процесс байқалмайды.

Мысалы, $\text{Fe}(\text{OH})_3$



а) *Адсорбциялық пептизация* түзілген $\text{Fe}(\text{OH})_3$ коллоидты ерітіндісіне FeCl_3 -пен әсер еткен кезде байқалады.



мұндағы, m-агрегаттың құрамына кіретін молекулалардың саны;

n-потенциал анықтайтын иондар саны;

(n-x) - диффузды қабат түзетін антииондар саны.

m, n және x сандары зольді алу және тазарту жағдайларына байланысты кең ауқымда өзгеруі мүмкін. Әдетте $m \gg n$.

$[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ - ядро

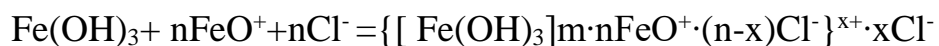
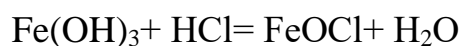
$m \cdot n\text{Fe}^{3+} \cdot 3(n-x)\text{Cl}^-$ - акт. заттар

$m \cdot n\text{Fe}^{3+}$ - пептизатор

m - потенциал анықтаушы ион

Пептизатор, потенциал анықтаушы ион мен қарама қарсы иондар қос электрлік қабат түзеді. Сол зарядтардың электростатикалық итерілуі нәтижесінде тұнба бөлшектері тоқтатылған күйге – золь күйіне өтеді.

б) *Диссолюциялық (химиялық) пептизация* түзілген коллоидты ерітіндіге сұйылтылған HCl қосқанда байқалады, онда $\text{Fe}(\text{OH})_3$ бір бөлігі FeOCl береді.



FeO^+ тұнбаның бетінде адсорбцияланып, коллоидтық ерітіндіге пептизацияланады.

Пептизация процесі атеросклерозды, өт және зәр шығару жолдарындағы "тастарды", антикоагулянттардың әсерінен қан тамырларындағы қан тромбтарын емдеуге негізделген. Жасуша коллоидтары мен дене сұйықтықтары коагуляцияға ұшырайды. Қан тамырларында қан тромбтарының пайда болуы, эритроциттердің жабысуы коагуляцияға ұқсас процестер болып табылады.

Затты ұсақ бөлшектерге ұсақтау үлкен жұмысты қажет етеді, өйткені мұндай жүйелердегі фазалар арасындағы бөліну беті өте үлкен. Алайда, дисперсиялаудың механикалық әдістерін қолдана отырып, тіпті тұрақтандырғыштардың қатысуымен де өлшемдері 100 нм-ден аз бөлшектерді алу мүмкін емес. Бір сұйықтықты екіншісіне (біріншісімен араласпайтын) диспергирлеу процесі *эмульсия* деп аталады. Бұл жағдайда жүйеде оның дисперсті құрамын тұрақтандыратын эмульгаторлардың (беттік белсенді заттар, полимерлер, ұнтақтар) міндетті түрде болуы қажет. Осылайша, әдетте радиусы 500 нм-ден кем емес бөлшектер алынады.

Қолданылатын алу әдістеріне тәуелсіз коллоидты жүйелерді алу бірнеше жалпы шарттармен негізделеді:

- ✓ ДФ (заттың) дисперсті ортада ерімеуі
- ✓ ДФ бөлшектердің коллоидты дисперстігіне дейін жету
- ✓ ДФ бөлшектерін құрайтын құрамына үшінші компоненттің еңгізілуі (стабилизаторларды: ЖМК, БАЗ және т.б.).

Жүйенің жоғары дисперсиясына атомдар мен молекулалардың агрегациясына негізделген әдістерді, яғни конденсация әдістерін қолдану арқылы қол жеткізуге болады. Дәл осы әдістер көбінесе интенсивті коллоидты ерітінділерді алу үшін қолданылады.

Конденсация әдістерін қолдану кезінде дисперсті жүйелердің туындауы гетерогенді, яғни бұрыннан бар болған беттерде жаңа фазаның пайда болады (ыдыстың қабырғаларында, бөгде заттардың бөлшектерінде – конденсация ядроларында), немесе гомогенді (біртекті) ортада өздігінен пайда болатын туындылардың (зародыш) беттерінде жүзеге асырылады.

Бұл жағдайда туындылар (зародыши) ерітіндінің белгілі бір дәрежеде аса қанықтырылуымен (пересыщение) ғана пайда болуы мүмкін.

Аса қанықтырылу дәрежесі:

$$\lambda = P/P_s \text{ немесе } \lambda = c/c_s$$

мұндағы, P – аса қаныққан будың қысымы;

P_s – қаныққан будың қысымы;
 c – аса қаныққан ерітіндідегі концентрация;
 c_s – қаныққан ерітіндідегі концентрация.

Шамадан тыс қанықтылықтың критикалық дәрежесі келесі арақатынаста $r_{кр}$ критикалық радиусымен байланысты:

$$\ln \lambda_{кр} = \frac{2\sigma V_m}{RT r_{кр}} \quad (1.1)$$

Конденсация ядроларының өздігінен пайда болуы көптеген себептерге байланысты: әрекеттесуші заттардың химиялық қасиеттері, атомдар мен молекулалар қауымдастығының табиғаты, ортаның тұтқырлығы, температура және т. б.

Бақылау сұрақтары:

1. Дисперсті жүйелерді алу үшін қолданылатын қандай негізгі әдістерді білесіз?
2. Дисперсті жүйелер өлшемі бойынша қалай жүктеледі? Толық ашып түсігдіріңіз.
3. Диспергирлеу дегеніміз не?
4. Қолданылатын алу әдістеріне тәуелсіз коллоидты жүйелерді алудың қандай жалпы шарттары бар?
5. Конденсация ядроларының өздігінен пайда болуы қандай себептерге байланысты?

1.3 Дисперсті жүйелерді тазарту әдістері

Мақсаты: Коллоидтық жүйелерді тазарту әдістерін қарастыру

Жоспар:

1. Диализ
2. Ультрадиализ
3. Электродиализ
4. Микрофльтрация
5. Аралас тазалау әдістері

Дисперсті жүйелерде (әсіресе зольдер мен ЖМҚ ерітінділерінде) төмен молекулалы қосылыстар қоспалар түрінде болуы мүмкін. Оларды тазартудың келесідей кең тараған әдістері бар:

1. *Диализ.*

Коллоидты жүйелерде түзілген төменгі молекулалық қосылыстарды жартылай сіңіру қабілеттілігі бар мембранадан зольдерді айыру процесі (Грэм). Тазарту құралы «диализатор» деп аталады. Әдістің кемшілігіне оның ұзақ уақыт талап ететінін жатқызуға болады.

Тазартылған зольдер немесе ЖМҚ ерітіндісі түбіне коллоидты бөлшектерді немесе макромолекулаларды ұстап тұратын және еріткіш молекулалары мен төмен молекулалық қоспаларды өткізетін мембрана қызметін атқаратын ыдысқа құйылады. Мембранамен жанасатын сыртқы орта-еріткіш. Зольдегі немесе макромолекулалық ерітіндідегі концентрациясы жоғары төмен молекулалы қоспалар мембрана арқылы сыртқы ортаға (диализатқа) өтеді.

Тазарту золь мен диализаттағы айлардағы концентрация шамасы бойынша жақын болғанға дейін жүргізіледі. Егер сіз еріткішті жаңартсаңыз, сіз қоспалардан толықтай арылуға болады.

Тазалаудың мақсаты мембрана арқылы өтетін барлық төмен молекулалы заттарды алып тастау болған кезде диализді осылай қолданған жөн. Алайда, кейбір жағдайларда мақсат қиынырақ болуы мүмкін-жүйеде төмен молекулалық қосылыстардың белгілі бір бөлігінен босату керек. Содан кейін сыртқы орта ретінде жүйеде сақталуы керек заттардың ерітіндісі қолданылады. Дәл осындай мақсат қанды төмен молекулалы токсиндерден (тұздар, мочевина және т.б.) тазарту кезінде қойылады. Егер сіз барлық төмен молекулалы қан компоненттерін қатарынан алып тастасаңыз, онда жасушалардың бұзылуы басталады, бұл өз кезегінде дененің өліміне әкелуі мүмкін.

Диализдің қолданыс аймағы әртүрлі. Оны қаннан улы заттарды кетіру үшін қолдану өте тиімді. Осы мақсатта жасалған құрылғы жасанды бүйрек деп аталды. Гемодиализ-организм функцияларының бұзылуы немесе улану кезінде пайда болатын уыттарды жою үшін жүзеге асырылатын қан диализі. Осылайша қазіргі уақытта бұл тазарту әдісін қолданудың ең маңызды саласы.

2. *Ультрадиализ.*

Бұл қатты қуысты денеде арнайы бекітілген жартылай өткізгіштік қабілеттілігі бар, кеуек сүзгіштер арқылы коллоидты ерітіндіні сүзу процесі егізінде вакуумда немесе жоғары қысымда өткізіледі. Мұндай сүзу барысында арнайы сүзгіш қағаздар немесе арнайы фильтрлер қолданылады. Әдіс ЖМҚ алу үшін де қолданылады.

Ультрафилтрация - ультрафильтрлер арқылы төмен молекулалы қоспалармен бірге дисперсиялық ортаны басу арқылы коллоидтық жүйелерді тазарту әдісі болып табылады. Ультрафильтрлер диализ сияқты мембраналар ретінде қызмет етеді. Тазартылатын золь немесе жоғары молекулалық қосылыстардың ерітіндісі ультрафильтрден жасалған сөмкеге құйылады. Зольдерде атмосфералық қысыммен салыстырғанда артық қысым қолданылады. Дисперсиялық орта зольге таза еріткіш қосу арқылы жаңартылады.

Ультрафилтрация қоспаның төмен молекулалық компоненттерін алып тастау үшін ғана емес, сонымен қатар жүйелерді шоғырландыру және әртүрлі молекулалық салмағы бар заттарды бөлу үшін де қолданылады. Бұл әдіс арқылы ағынды суларды тазартады, культуралық сұйықтықтарды

микробиологиялық синтез өнімдерінен бөледі, биологиялық белсенді заттарды шоғырландырады: ақуыздар, ферменттер, антибиотиктер және т. б.

Соңғы жылдары ультрафилтрация диализмен бірге клиникада қан емдеу үшін таралды. Бұл әдіс организмнен улы заттарды шығару үшін және қажет болған жағдайда артық сұйықтықты кетіру үшін қолданылады.

3. *Электродиализ.*

Электр тоғы әсері арқылы өте жылдам өтетін процесс. Бұл құбылыс барысында еріткіш шығымы азаяды. Әдіс төменгі молекулалық қосылыстарды тазарту барысында биохимияда, медицинада, тамақ өндірісінде қолданылады. Электролиттерден тазартуды қолданылатын потенциалдар айырмашылығының әсерінен едәуір жылдамдатуға болады (электромиграция). Ол әртүрлі биологиялық нысандарды (ақуыз ерітінділері, қан сарысуы және т.б.) тазарту үшін қолданылады.

4. *Микрофилтрация.*

Өлшемі 0.1-ден 10 мкм-ге дейінгі микробөлшек сүзгілерін қолдана отырып бөлуге негізделген. Микрокеуекті (микропористые) сүзгілер бейорганикалық заттар мен полимерлерден жасалған.

Стерилизацияға төзімді полимерлі микрокеуекті сүзгілердің пайда болуы клиникалық практика үшін маңызды көп – қанның жасушалық бөлшектерін плазмадан сүзу әдісін жасауға мүмкіндік берді. Өздеріңіз білетіндей, қан жасушалары жоғары икемділікке ие және сүзгі тесіктеріне терең еніп, оларды бітеп тастайды. Тері тесігінің бітелуіне жол бермеу үшін бет бойымен сұйықтық ағыны жасалады. Эритроциттердің механикалық қасиеттерін зерттеу үшін жасушалардың диаметрі аз тері тесігінен өту қасиеті қолданылады.

5. *Аралас тазалау әдістері.*

Жеке тазарту әдістерінен басқа (ультрафилтрация және электродиализ) - олардың комбинациясы белгілі: ақуыздарды тазарту және бөлу үшін қолданылатын электроультрафилтрация.

Электродекантация деп аталатын әдісті қолдана отырып, зольдің немесе жоғары молекулалық қосылыстың ерітіндісінің концентрациясын тазартуға және бір уақытта арттыруға болады. Электродекантация электродиализатордың жұмысы кезінде араластырусыз жүреді.

Бақылау сұрақтары:

1. Дисперсті жүйелерді тазартудың қандай әдістерін білесіз?
2. Қай дисперсті жүйелерді тазарту әдісі өлшемі 0.1-ден 10 мкм-ге дейінгі микробөлшек сүзгілерін қолдана отырып бөлуге негізделген?
3. Дисперсті жүйелерде төмен молекулалы қосылыстар қоспалар түрінде болуы мүмкін бе?
4. Ультрадиализ әдісінің ерекшелігі неде?
5. Аралас тазалау әдістерінің негізін түсіндіріңіз.

1.4 Бөлшектердің мөлшерін және меншікті бетін анықтау

Мақсаты: коллоидтық бөлшектердің сандық сипаттары тақырыбына сәйкес теорияны меңгеру, сонымен қоса дисперстігін, меншікті бетін және т.б. параметрлерін анықтауға есептерді шығару.

Жоспар:

1. Дисперсті жүйелердің сандық сипаттамасы
2. Бөлшектердің пішіндік ерекшеліктері
3. Меншікті бетті анықтау

Коллоидтық химияны зерттеу объектілеріне екі негізгі белгі тән:

- 1) гетерогенділік немесе көпфазалық (сапалық белгі).
- 2) дисперстік (сандық белгі) - үш өлшемде бөлшектердің мөлшерімен анықталады.

Дисперсті жүйелерді сипаттау үшін қолданылатын негізгі сипаттамалар:

1. Бөлшектердің сипаттамалық өлшемі – α ; [м].

Сфералық бөлшектер үшін бұл (α - ның) өлшем диаметр d , ал куб үшін көбіне кубтың қабырғасы l арқылы өрнектеледі. Сфера үшін: $\alpha=2r$

Коллоидты жүйеге мөлшері $\alpha=10^{-5}-10^{-7}$ см болатын жүйелер жатады.

2. Дисперстілік (бытыраңқылық) D - бөлшектердің ең кіші мөлшеріне кері шама.

$$D = \frac{1}{\alpha} \text{ [м}^{-1}\text{]} \quad (1.2)$$

мұндағы, α – бөлшектердің сипаттамалық өлшемі

3. Меншікті бет $S_{\text{меншікті}}$ - бұл дисперсті фазаның көлемінің (V) немесе оның массасының (m) бірлігіне келетін фазааралық бет ($S_{1,2}$).

$$S^v_{\text{меншікті}} = \frac{S_{1,2}}{V} \left[\frac{\text{м}^2}{\text{м}^3} = \frac{1}{\text{м}} \right] \quad S^m_{\text{меншікті}} = \frac{S_{1,2}}{V} \left[\frac{\text{м}^2}{\text{кг}} \right] \quad (1.3)$$

Мұндағы V - Дисперстік фазаның көлемі

$S_{1,2}$ - бірінші және екінші фаза аралығындағы бет

Немесе жалпы түрде: $S_{\text{меншікті}} = \frac{S}{V}$

Мұндағы S - жалпы беттік аудан

Егер жүйе n бөлшектерінен тұрса, меншікті бет қалай анықталатынын қарастырайық:

$$S_{\text{меншікті}}^V = \frac{S_{1,2}}{V} = \frac{S_{\text{бөлшек}} \cdot n}{V_{\text{бөлшек}} \cdot n} = \frac{S_{\text{бөлшек}}}{V_{\text{бөлшек}}} \quad (1.4)$$

$$S_{\text{меншікті}}^m = \frac{S_{1,2}}{m} = \frac{S_{\text{бөлшек}} \cdot n}{m_{\text{бөлшек}} \cdot n} = \frac{S_{\text{бөлшек}}}{m_{\text{бөлшек}}} = \frac{S_{\text{бөлшек}}}{V_{\text{бөлшек}} \cdot \rho_{\text{бөлшек}}} \quad (1.5)$$

$$\text{Куб үшін: } S_{\text{меншікті}} = \frac{S}{V} = \frac{6l^2}{l^3} = \frac{6}{l} = 6D$$

$$\text{Сфера үшін: } S_{\text{меншікті}} = \frac{S}{V} = \frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d} = 6D$$

Егер бөлшек тығыздығы белгілі болса, $S_{\text{меншікті}} = \frac{6D}{\rho}$

$$\text{Цилиндр үшін: } S_{\text{меншікті}} = \frac{2\pi rh}{\pi r^2 h} = \frac{2}{r} = \frac{4}{d} = 4D$$

$$\text{Жалпы түрде: } S_{\text{меншікті}} = \frac{k \cdot 1}{d} = k \cdot D$$

$$\text{яғни, } S_{\text{меншікті}} = \frac{k}{d \cdot \rho} = \frac{k \cdot D}{\rho} \quad (1.6)$$

мұндағы, k - пішін коэффициенті

Сфера және куб бөлшектер үшін пішін коэффициенттері $k = 6$, пленкалар мен пластиналар үшін $k = 2$, талшықтар мен призма үшін $k = 4$.

Сфералық бөлшегінің параметрлерін анықтау үшін:

$$V_0 = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi \left[\frac{d}{2} \right]^3$$

$$S_0 = 4\pi r^2 = 4\pi \left[\frac{d}{2} \right]^2$$

$$m_0 = \rho \cdot V$$

Дисперсияның жоғарылауымен немесе бөлшектердің мөлшерінің азаюымен меншікті бет артады.

Бөлшектердің жалпы бетін (S) және дисперсті жүйеде N бөлшектердің санын есептейміз.

1 тәсіл:

$$S = S_{\text{менш.}} \cdot V \quad \text{және} \quad N = \frac{V}{V_0}$$

$$\text{осыдан } V = \frac{m}{\rho}$$

2 тәсіл:

$$N = \frac{m}{m_0} \quad \text{және} \quad S = N \cdot S_0$$

(қосымша формулалар есеп мысалдарында берілген)

1.4.1 Есеп шығару мысалдары

Мысал 1.1

1 л суда 3 г толуолды механикалық диспергирлеу әдісімен радиусы $1,7 \cdot 10^{-7}$ м болатын сфералық пішінді толуол бөлшектері бар дисперсті жүйе алынды. Егер толуолдың тығыздығы $0,867 \cdot 10^3$ г/см³ болса, оның дисперстігін мен меншікті беті арқылы бөлшектердің жалпы беті (S) мен бөлшектердің санын (N) анықтаңыз.

Шешуі:

1. Жүйенің дисперстігін D және меншікті бетін $S_{\text{менш.}}$ анықтаймыз

$$D = \frac{1}{\alpha} \quad \text{Сфера үшін: } \alpha = 2r$$

$$D = \frac{1}{2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-7}} = 2 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}$$

$$S_{\text{меншікті}}^V = 6D = 6 \cdot 2 \cdot 10^6 = 12 \cdot 10^6 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^3}$$

$$\rho = 0,876 \text{ г/см}^3 = 0,876 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$S_{\text{меншікті}}^m = \frac{6D}{\rho} = \frac{12 \cdot 10^6}{0,867 \cdot 10^3} = 13,8 \cdot 10^3 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^3}$$

2. Толуолдың сфералық бөлшегінің параметрлерін есептейміз.

$$V_0 = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (1,7 \cdot 10^{-7})^3 = 2,06 \cdot 10^{-20} \text{ м}^3$$

$$S_0 = 4\pi r^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot (1,7 \cdot 10^{-7})^2 = 3,629 \cdot 10^{-20} \frac{\text{м}^2}{\text{м}^3}$$

$$m_0 = \rho \cdot V = 0,876 \cdot 10^3 \cdot 2,05 \cdot 10^{-20} = 1,78 \cdot 10^{-17} \text{ кг}$$

3. Біз S бөлшектерінің жалпы бетін және дисперсті жүйеде N бөлшектердің санын есептейміз (1 тәсілі бойынша):

$$S = S_{\text{менш.}} \cdot V$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{3 \cdot 10^{-3}}{0,867 \cdot 10^3} = 3,460 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$S = 12 \cdot 10^6 \cdot 3,460 \cdot 10^{-6} = 41,52 \text{ м}^2$$

$$N = \frac{V}{V_0} = \frac{3,460 \cdot 10^{-6}}{2,06 \cdot 10^{-20}} = 1,68 \cdot 10^{26}$$

Мысал 1.2

Коллоидты алтын бөлшектерінің дисперсиясы 10^5 м^{-1} . Алтын бөлшектерін куб ретінде қабылдай отырып, жалпы бетті анықтаңыз (S), егер алтынның коллоидты бөлшектерінің массасы $1,1 \text{ г}$ құрап, тығыздығы $19,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ болса.

Шешуі:

1. Меншікті бет $S_{\text{меншікті}} = \frac{S_{1,2}}{V}$ екенін ескерсек, онда осыдан жалпы бет

$$S = S_{\text{менш.}} \cdot V$$

2. Куб тәріздес бөлшектер үшін меншікті бет: $S_{\text{меншікті}} = 6D$

3. Алтын золінің көлемі зольдің массасына байланысты: $V = \frac{m}{\rho}$

$$\text{Осыдан } S = \frac{6 \cdot D \cdot m}{\rho} = \frac{6 \cdot 10^5 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3}}{19,6 \cdot 10^3} = 33,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Мысал 1.3

Алтынның коллоидты бөлшектерінің дисперсиясы $D = 10^8 \text{ м}^{-1}$. Егер $2,01 \text{ г}$ алтынның кубтық бөлшектері бір-бірінің артынан қойылса, жіптің қандай ұзындықта (L) болатынын есептеңіз, егер алтынның тығыздығы $21,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

Шешуі:

1. Алтын жібінің ұзындығы бір кубтың қабырғасының ұзындығымен (l) алтын кубтарының санының (n) көбейтіндісіне тең:

$$L = n \cdot l.$$

2. Кубтың қабырғасының ұзындығы дисперстілікке кері пропорционал:

$$l = \frac{1}{D}$$

2. Золь бөлшектерінің саны зольдің жалпы көлеміне ($V_{\text{жалпы}}$) тең, бір алтын бір кубының көлеміне бөлінеді:

$$\frac{V_{\text{куб}}}{n} = \frac{V_{\text{жалпы}}}{V_{\text{куб}}}$$

4. Зольдің жалпы көлемі: $V = \frac{m}{\rho}$

5. Бір куб алтынның көлемі: $V = l^3$

6. Осыдан алтын жіптің ұзындығы тең болады:

$$L = \frac{V_{\text{жалпы}}}{V_{\text{куб}}} \cdot l = \frac{m}{\rho \cdot l^3} \cdot l = \frac{m}{\rho \cdot l^2} = \frac{m}{\rho} \cdot D$$

$$L = \frac{2,01 \cdot 10^{-3}}{21,5 \cdot 10^3} \cdot 10^8 = 9,8 \cdot 10^6 \text{ м} = 9,8 \cdot 10^3 \text{ км}$$

1.4.2 Өздігінен шығаруға арналған есептер

1.1 Ұн тарту кәсіпорындары жұмыс аймақтарының ауасындағы ұн шаңының көлемдік шоғырлануы $5,2 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$ құрайды. Егер бөлшектердің орташа радиусы $2,6 \cdot 10^{-6} \text{ мкм}$ және оның тығыздығы $0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ болса, ұн шаңының сандық концентрациясын анықтаңыз.

1.2 Келесі бөлшектердің меншікті бетін анықтаңыз:

а) қабырғасының ұзындығы 2 мкм болатын кубтың

б) диаметрі 5 мкм шардың

1.3 1.3 Сынаптың золі диаметрі $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ шарлардан тұрады, $0,6 \text{ см}^3$ сынаптан түзілген золь санын анықтаңыз?

1.4 Бөлшектердің диаметрі $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$ болатын 1 кг көмір шаңының жалпы бетін есептеңіз, егер көмірдің тығыздығы $1,5 \cdot 10^2 \text{ кг/м}^3$ болса.

1.5 Селен суспензиясының меншікті беті $4 \cdot 10^4 \text{ м}^{-1}$ құрайды. 5 г суспензия бөлшектерінің жалпы бетін табыңыз, егер селеннің тығыздығы $4,28 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ болса.

1.6 Суспензияның куб тәрізді бөлшектерінің дисперсиясы $1,2 \cdot 10^4 \text{ м}^{-1}$ болса, суспензияның меншікті бетінің шамасын анықтаңыз (тығыздығы $1,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).

1.7 Май эмульсиясын суда жасау барысында машина араластырған кезде тамшылардың диаметрі $6 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ (немесе 6 мкм), ал қолмен араластырған кезде $3 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ (немесе 3 мкм). Машина араластырған кезде майдың эмульсиясының меншікті ауданы мен дисперстігін қолмен араластырғанға қарағанда қаншалықты артық немесе кем екенін табыңыз. Егер майдың тығыздығы $0,7 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ болса.

1.8 Сфералық пішінге ие болатын бөлшектердің радиустары (кестеден қараңыз) белгілі ал тығыздығы 1250 кг/м^3 болса, олардың меншікті тығыздығы мен дисперстігін анықтаңыз

Реттік нөмірі	Сфераның радиусы (м)	$S_{\text{меншікті}}$ ($\text{м}^2/\text{кг}$)	D (м^{-1})
1	0.045		
2	0.065		
3	0.098		
4	0.150		
5	0.240		
6	0.268		
7	0.272		
8	0.301		

1.9 Келесі берілген жүйелердің тараған Дисперстік ортасы мен сол ортада майдаланған Дисперстік фазаларын жазыңыз: пенопласт, көмір шаңы, шампунь көбігі, тіс тазартатын паста, темекінің түтіні, табиғи қаймақ, қан, тұман және пенополиэтилен.

№	Дисперсті жүйе	Дисперсті орта	Дисперсті фаза
1			
2			
3			
...			

1.10 Пішіні сфера тәріздес бөлшектердің радиустары мен меншікті беттерінің мәндері белгілі болса, олардың тығыздығы мен дисперстігін анықтаңыз

Реттік нөмірі	$S_{\text{меншікті}}$ ($\text{м}^2/\text{кг}$)	r (м)	ρ (кг/м^3)	D (м^{-1})
1	$3.4 \cdot 10^{-2}$	0.025		
2	$3.9 \cdot 10^{-2}$	0.030		
3	$4.4 \cdot 10^{-2}$	0.036		
4	$5.1 \cdot 10^{-3}$	0.110		
5	$6.4 \cdot 10^{-3}$	0.195		
6	$8.1 \cdot 10^{-3}$	0.240		
7	$8.4 \cdot 10^{-3}$	0.250		
8	$9.1 \cdot 10^{-3}$	0.295		

1.11 Пішіні белгісіз келесідей жүйелердің орташа радиустарының мәні бойынша мүмкін болар дисперстіліктерінің аралығын есептеңіз:

- а) сүт, $r=20-28$ мкм
- ә) көмір шаңы, $r=64-78$ мкм
- б) топырақ, $r=14-55$ мкм
- в) ұнтақталған фосфор, $r=20-44$ мкм
- г) мұнай, $r=10-35$ мкм
- ғ) жүгері крахмалы, $r=45-95$ мкм
- д) ерігіш кофе, $r=29-58$ мкм
- е) картоп крахмалы, $r=95-145$ мкм

1.12 Төменде берілген кестені берілген өлшемдерге сәйкес есептеп, бос ұяшықтарды толықтырыңыз

№	S (m^2)	V (m^3)	$S_{\text{меншік}}$ ($\frac{m^2}{m^3}$)
1	35,07		$5,457 \cdot 10^{-8}$
2		$4,155 \cdot 10^{-4}$	$2,485 \cdot 10^{-9}$
3	13,81	$2,263 \cdot 10^{-3}$	
4	25,45		$4,813 \cdot 10^{-11}$

1.13 Жоғарыда 1.8 және 1.10 тапсырмаларының нәтижелері бойынша абсциссасы мен ординатасы бар диаграммалар сызыңыз: біріншісінде $S_{\text{меншікті}}$ және D мәндері бойынша, ал екінші диаграмма үшін ρ пен D -тің бір біріне тәуелділігін көрсетіңіз.

1.14 Егер 45 г алтынның кубтық бөлшектері бір-бірінің артына қойылып, алтын жіпті құраса, осы жіптің ұзындығы қандай болады, алтын кубының қабырғасының ұзындығы $3 \cdot 10^{-5}$ м құраса (тығыздығы $21,8 \cdot 10^3$ кг/м³).

1.15 Силикагель бөлшектерінің орташа диаметрін есептеңіз, егер оның меншікті беті $6,9 \cdot 10^2$ м²/кг, ал тығыздығы $\rho = 1750$ кг/м³ болса.

1.16 Қаймақ былғаған кезде радиусы $0,9 \cdot 10^{-3}$ м және $1,1 \cdot 10^{-3}$ м болатын сфералық бөлшектер түзілді. Түзілген бөлшектердің көлемдерін салыстырыңыз.

Бақылау сұрақтары:

1. Үш өлшемде бөлшектердің мөлшерімен анықталатын қандай белгі? Неліктен?

2. Коллоидтық химияны зерттеу объектілеріне қандай белгілер тән?

3. Коллоидты бөлшектердің пішіндеріне байланысты есептеу ерекшеліктерін түсіндіріңіз.

4. Дисперсті жүйелерді сипаттау үшін қолданылатын негізгі сипаттамалар қандай?

5. Коллоидтық бөлшектің пішіне байланысты оны өрнектеудің қандай ерекшеліктерін білесіз?

Тақырып 2 Фазааралық беттің термодинамикасы. Коагуляция және тұрақтылық

2.1 Беттік керілу

Мақсаты: аудан бетінің бірлігіне келетін артық энергияға байланысты теориямен танысу және оған байланысты теңдеулерді қолдану

Жоспар:

1. Беттік керілу
2. Гиббс потенциалы
3. Кельвин (Томсон) капиллярлық конденсация теңдеуі

Беттің маңызды сипаттамасы-бұл беттік керілу (σ).

Беттік керілу (σ) - бұл аудан бетінің бірлігіне келетін артық энергия:

$$\sigma = \frac{G_s}{S} \left[\frac{\text{Дж}}{\text{м}^2} = \frac{\text{Н}}{\text{м}} \right] \quad (2.1)$$

мұндағы, G_s - бос беттік энергия

Фазааралық беттердегі молекулааралық күштер өрісінің өтемеушілігі (нескомпенсированность) беттік керілудің физикалық табиғаты.

Беттік керілу шекаралас фазалардың молекулааралық өзара әрекеттесуінің қарқындылығындағы айырмашылықтарды сипаттайды. Заттағы молекулааралық байланыстар неғұрлым күшті болса, оның фазааралық бетіндегі беттік керілу соғұрлым көп болады.

Термодинамикалық тұрғыдан алғанда, беттік керілу кез-келген термодинамикалық потенциалдың жартылай туындысымен басқа параметрлердің тұрақтылығымен фазааралық беттің ауданы бойынша анықталады. Гиббс потенциалын (G) қолдана отырып, былайша жазуға болады:

$$\sigma = \left(\frac{dG}{dS} \right)_{p,T,n_i} \quad (2.1)$$

мұндағы p -қысым; T -температура; n_i -компоненттердің мольдерінің саны.

Беттік энергия - бұл тұтастай алғанда жүйенің бос энергиясының бөлігі. Стихиялық процестерде бұл энергияны бетінің ауданын азайту және оның пішінін өзгерту арқылы немесе беттік керілуді азайту арқылы төмендетуге болады.

Беттік керілуге әсер ететін факторлар

Сұйық пен газ арасындағы фазалық шекарадағы беттік керілу келесі факторлармен анықталады: заттың химиялық табиғаты, температура, шекаралас фазалардың табиғаты, қоспалардың болуы, беткі заряд, сұйықтық бетінің қисықтығы.

Молекула аралық әрекеттесу энергиясы температураға тәуелді, сондықтан айқын температуралық тәуелділікке ие.

Беттік керілудің, температураның және толық беттік энергияның (беттік қабаттың ішкі энергиясы) байланысы Гиббс – Гельмгольц теңдеуімен U_s айқындалады:

$$U_s = \sigma - T \left(\frac{d\sigma}{dT} \right)_p \quad (2.2)$$

мұндағы, $\left(\frac{d\sigma}{dT} \right)$ - өлшенетін беттік керілістің температуралық коэффициенті, $\left[\frac{\text{Дж}}{\text{м}^2\text{К}} \right]$

Көптеген бір компонентті сұйықтықтар үшін тәуелділік $\sigma=f(T)$ сызықтыққа жақын. Осы тәуелділіктің сызықтық сипатында берілген зат үшін $a=\frac{\partial\sigma}{\partial T}$ туындысы T_c критикалық температурасына дейін тұрақты мәнге ие, онда $\sigma=0$ мәні болады.

Көптеген заттар үшін беттік керілудің температуралық коэффициенттері $-0,1$ -ден $0,2$ мДж/(м²·К) дейін диапазонында болады.

Температураның жоғарылауымен беттік керілу азаяды, ал беттік аймақтың бірлігінің пайда болу жылуы артады. Бұл температураның жоғарылауымен сұйық денелердегі молекулалар арасындағы қашықтық артып, сәйкесінше молекулааралық күштердің нәтижесі (және, демек, беттік керілу) төмендейді. Температура коэффициентін қолдана отырып, яғни кез-келген температурада беттік керілуді анықтауға болады, егер белгілі бір температурада беттік керілудің мәні белгілі болса.

$$\sigma_T = \sigma_0 + \left(\frac{d\sigma}{dT} \right) \Delta T \quad (2.3)$$

мұндағы, $\Delta T = T_T + T_0$

Жүйенің беттік энергияны азайтуға деген ұмтылысына байланысты бетінің қисықтығының пайда болуы тек фазааралық бетінің аймағының өзгеруіне ғана емес, сонымен қатар фазалар ішінде артық қысымның пайда болуына әкеледі. Денедегі артық ішкі қысым мен оның бетінің қисықтығы арасындағы байланыс Лаплас теңдеуімен бейнеленеді:

$$\Delta p = \sigma \frac{ds}{dv} \quad (2.4)$$

Немесе радиусы r сфералық бөлшектердің беті үшін:

$$\Delta p = \frac{2\sigma}{r} \quad (2.5)$$

Беттің қисықтығы дәл сондай химиялық құрамдағы фазаның тегіс бетімен салыстырғанда фазадағы қысымның жоғарылауын немесе төмендеуін тудырады. Бұл оның физикалық қасиеттері мен реактивтілігін анықтайтын заттың термодинамикалық параметрлерінің өзгеруіне әкелетіні анық. Заттың термодинамикалық реактивтілігі ұғымы оның химиялық немесе фазалық құрамын өзгерту қабілетін сипаттайды, яғни химиялық реакцияға түсу немесе жаңа фазаға өтуін (мысалы, булану немесе конденсация, еру).

Беті қисық денелерде ішкі қысым ғана емес, сонымен қатар оның бос энергиясы да өзгереді

$$\Delta G = V\Delta p \text{ немесе } \Delta G = \frac{2\sigma V_M}{r} \quad (2.6)$$

Теңдеу реактивтіліктің өсуі $\frac{1}{r}$ – бетінің қисықтығына немесе дисперстілігіне пропорционал екенін көрсетеді. Беттің қисықтығы немесе дисперсиясы неғұрлым жоғары болса, оның реакциялық қабілеті соғұрлым жоғары болады.

Газ тәрізді күйден сұйық күйге ауысқан кезде:

$$\Delta G = RT \ln \frac{p}{p_s} \quad (2.6)$$

мұндағы, p – қисық беттің үстіндегі бу қысымы;
 p_s – тегіс беттің үстіндегі бу қысымы.

Онда шар тәріздес бөлшектің бетіне байланысты теңдеу Кельвин (Томсон) капиллярлық конденсация теңдеуі деп аталады:

$$\ln \frac{p}{p_s} = \pm \frac{2\sigma V_M}{rRT} \quad (2.7)$$

Формуладағы \pm соңында шыққан мәннің оң және теріс таңбалары арқылы e санының дәрежесі арқылы табылады (есеп шығару мысалдарын қараңыз).

e санының өзі иррационалды, яғни шексіз периодты емес ондық бөлшекпен көрінеді. Шамамен $e=2,718$ -ге тең.

Осы теңдеуді талдаудан сұйықтықтың оң қисықтығымен (салмақсыз тамшы немесе қатты дененің бетінде ылғал болмаған немесе толық емес болған) оның үстінде тегіс бетке қарағанда жоғары бу қысымы пайда болады, яғни көп сұйықтық буланады. Теріс қисықтықпен (капиллярды сулайтын сұйықтық) оның буымен тепе-теңдікте буланған сұйықтықтың мөлшері тегіс бетке қарағанда аз болады; басқаша айтқанда, конденсация төмен бу қысымымен жүреді. Беттің қисықтығы пайда болған кезде және дисперсия дәрежесінің жоғарылауымен фазалық ауысулардың температурасы төмендейді.

2.2 Коллоидтық жүйелердің тұрақтылығы мен коагуляциясы

Мақсаты: Дисперсті жүйелердің тұрақтылығы мен коагуляциясы туралы теориялық ақпаратты зерттеу

Жоспар:

1. Коллоидтық жүйелердің тұрақтылығы
2. Шульце-Гарди ережесі
3. Дерягин мен Ландау, Фервей және Овербек коагуляция теориясы (ДЛФО теориясы)

Дисперсті жүйелердің тұрақтылығы - дисперсті фазаның бөлшектердің дисперсиясының тұрақтылығын және дисперсиялық ортаның бүкіл көлемінде олардың біркелкі таралу күйін уақыт өте келе сақтау мүмкіндігі.

Дисперсті жүйелерде седиментация (кинетикалық) және агрегаттық тұрақтылық ерекшеленеді. Седиментация тұрақтылығы-ауырлық күшінің әсерінен дисперсті фазаның тұнуына төзімділік.

Бұл тұрақтылықтың факторлары:

- бөлшектер өлшемі,
- броундық қозғалысқа қатысу қабілеті;
- дисперсиялық ортаның тұтқырлығы, (энтропиялық тұрақтылық факторын анықтайды.)

Агрегативті тұрақтылық дегеніміз-дисперсті фазалық бөлшектердің агрегацияға тұрақтылығы-бөлшектердің үлкен агрегаттарға бірігуі, яғни олардың өлшемдерін өзгеріссіз сақтау мүмкіндігі.

Шульце-Гарди ережесі: Коагуляциялық әсерге гранула зарядына қарама-қарсы заряды бар электролит ионы ие; коагуляциялық әсер күшті, коагулятор ионының заряды соғұрлым жоғары болады. Шульце-Гарди ережесінде ерекше жағдайлар (исключения) бар:

- иондардың бетімен химиялық өзара әрекеттесуі;
- көп зарядты иондардың арнайы адсорбциясы.

Дерягин мен Ландау, Фервей және Овербек коагуляция теориясы (*ДЛФО теориясы*) (1937-1941)

ДЛФО теориясының ережелері:

- кез-келген бөлшектер арасында, олар жақындаған кезде, тарту және итеру күштерінің әрекеті нәтижесінде бөлетін сұйық қабаттың сынық қысымы пайда болады.

- жүйенің күйі тартылыс энергиясы мен итеру энергиясының тепе-теңдігіне байланысты.

- импульсивті энергияның басым болуы жүйелердің тұрақтылығына әкеледі, оң қысым байқалады.

- тартымды энергияның басым болуы агрегативті тұрақтылықтың бұзылуына, яғни теріс сыналатын қысым жасау арқылы коагуляцияға әкеледі.

Сыну қысымының компоненттері әртүрлі сипатқа ие:

- а) электростатикалық, ЖЭС-тің өзара қабаттасуына байланысты;

б) тұрақтандырғыш молекулаларының адсорбциясымен байланысты адсорбциялық;

в) еріткіштің шекаралық қабаттарының түзілуі кезінде пайда болатын және лиофильді жүйелерде адсорбциялық сольват тосқауылын құруға негіз болатын құрылымдық;

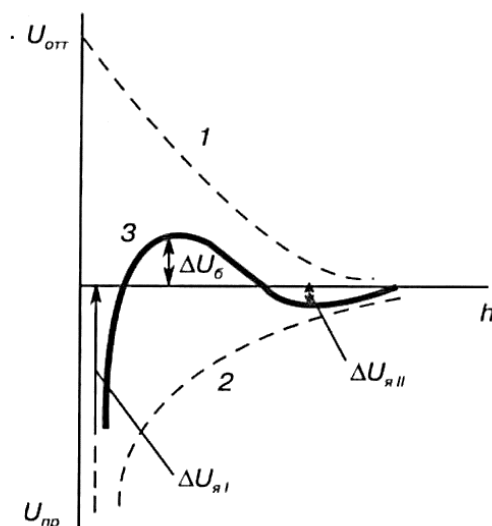
г) вандерваальс тартылыс күштеріне байланысты молекулалық.

Мұндағы а), б), в) құраушы қысымға оң үлес қосады, ал г) – теріс.

Сыну қысымы бөлшектер арасындағы өзара әрекеттесу энергиясында көрінеді. Бұл тәуелділікті графикалық түрде ұсынуға болады.

Абсцисса осіне бөлшектер (h) арасындағы қашықтық қойылады.

Импульсивті энергия ($U_{отт}$) оң деп қабылданады және ординат осіне жоғары қойылады. Бұл энергияның өзгеруі-1 қисық. Тартылыс энергиясы $U_{пр}$, теріс сияқты, абсцисса осінен төмен түседі. Қашықтықтан тартылыс энергиясының өзгеруі-2 қисық. Екі бөлшектен тұратын жүйенің жалпы энергиясы $U_{отт}$ және $U_{пр}$ қосу арқылы алынады:



Сурет 1 - Екі бөлшектің өзара әрекеттесуінің ықтимал қисықтары: 1-тебіну энергиясы; 2-тартылыс энергиясы; 3 - нәтиже қисығы.

Екі бөлшектер жүйесінің жиынтық энергиясы:

$$U = U_{отт} + U_{пр} = B \cdot e^{-\frac{h}{\delta}} - \frac{A}{h^2}$$

мұндағы B -қос электрлік қабат потенциалдарының мәндеріне, орта қасиеттеріне, температураға байланысты көбейткіш;

e -натурал логарифмнің негізі;

δ -диффузиялық қабаттың қалыңдығы;

h -бөлшектер арасындағы қашықтық бөлшектер;

A -молекулалық тартылыс күштерінің тұрақтысы.

2.3 Есеп шығару мысалдары

Мысал 2.1

289 К температурада $0,1 \text{ нм}^{-1}$ дисперсиясы бар су тамшыларынан қаныққан булардың қысымын есептеңіз, егер осы температурадағы тегіс беттің үстіндегі қысым 2115 Па құрап, беттік керілу $64,8 \cdot 10^{-9} \text{ мДж/м}^2$, мольдік көлемі $15 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ болса.

Шешілуі:

Барлығын СИ жүйесіне аударып аламыз:

$$D = 0,1 \text{ нм}^{-1} = 0,1 = 0,1^{-1} (10^{-9} \text{ м})^{-1} = 10^8 \text{ м}^{-1},$$

$$\rho = 1 \text{ г/см}^3 = 10^3 \text{ кг / м}^3,$$

$$\sigma = 64,8 \cdot 10^{-9} \text{ мДж/м}^2 = 64,8 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2.$$

Беттік қисықтықтың қаныққан бу қысымына әсері Кельвин (Томсон) теңдеуімен көрінеді:

$$\ln \frac{p}{p_s} = \pm \frac{2\sigma V_M}{rRT}$$

$$\text{Бөлшектің радиусы: } r = \frac{d}{2} = \frac{1}{2D} = \frac{1}{2 \cdot 10^8} = 0,5 \cdot 10^{-8}$$

$$\ln \frac{p}{p_s} = \pm \frac{2\sigma V_M}{rRT} = \frac{2 \cdot 64,8 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 10^{-6}}{0,5 \cdot 10^{-8} \cdot 8,31 \cdot 289} = \pm 0,12$$

$$(+)\frac{p}{p_s} = e^{0,12} = 2,718^{0,12} = 1,12 \quad \text{осыдан } p = 1,12 \cdot 2115 \text{ Па} = 2368,8 \text{ Па}$$

$$(-)\frac{p}{p_s} = e^{-0,12} = 2,718^{-0,12} = 0,88 \quad \text{осыдан } p = 0,88 \cdot 2115 \text{ Па} = 1861,2 \text{ Па}$$

Мысал 2.2

Қорғасын тамшыларынан тұратын тұманның конденсациясы кезінде $9,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ сұйық қорғасын түзілді. Конденсация температурасындағы беттік керілу 490 кДж/м^2 -ге тең. Барлық тамшылардың бос беттік энергиясы 64 Дж болды. Сұйық қорғасын тамшыларының дисперсиясы мен диаметрін есептеңіз.

Шешілуі:

Беттік Гиббс энергиясы теңдеу арқылы анықталады:

$$\Delta G = \sigma \cdot S$$

Меншікті бет арасындағы байланыс ($S_{\text{менші}}$), жалпы беті (S), көлемі (V) және дисперстігінің (D) қатынасы арқылы көрінетінін білеміз:

$$S_{\text{менш}} = \frac{S}{V} = 6D$$

сонда тұман тамшыларының беті: $S = 6D \cdot V$

$$\text{ал } \Delta G = \sigma \cdot S = \sigma \cdot 6D \cdot V$$

осыдан Дисперстікті шығарып аламыз (мДж-ды Дж-ға айналдыру қажет):

$$D = \frac{\Delta G}{6\sigma \cdot V} = \frac{64}{6 \cdot 490 \cdot 10^3 \cdot 9,5 \cdot 10^{-6}} = 2,29 \text{ м}^{-1}$$

$$\text{Тамшы диаметрлері: } d = \frac{1}{D} = \frac{1}{2,29} = 4,3 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

Мысал 2.3

Су буы бар ауада 210 К температурада тұман пайда болады. Қанықтыру дәрежесі 3,01 құрайды. Беттік керілу $68 \cdot 10^{-9}$ мДж/м², конденсацияланған күйдегі заттың мольдік көлемі $18 \cdot 10^{-6}$ м³/моль болса, конденсация ядроларының критикалық мөлшерін және олардың құрамындағы молекулалардың санын есептеңіз.

Шешілуі:

Барлығын СИ жүйесіне аударып аламыз:

$$\sigma = 68 \cdot 10^{-9} \text{ мДж/м}^2 = 68 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2.$$

$$\ln \lambda_{\text{кр}} = \frac{2\sigma V_M}{RT r_{\text{кр}}}$$

$$r_{\text{кр}} = \frac{2\sigma V_M}{RT \cdot \ln \lambda_{\text{кр}}} = \frac{2 \cdot 68 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{8,31 \cdot 210 \cdot \ln 3,01} = 6,37 \cdot 10^{-10} \text{ Нм}$$

$$N = \frac{V \cdot N_A}{V_m} = \frac{4\pi r^3 \cdot N_A}{3 \cdot V_m} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot (6,37 \cdot 10^{-10})^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{3 \cdot 18 \cdot 10^{-6}} = 2,78$$

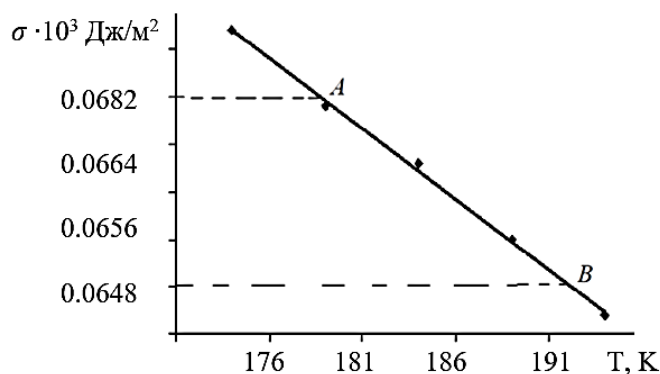
Мысал 2.4

Кестедегі эксперименттік мәліметтер бойынша беттік керілудің температураға тәуелділігі температура коэффициентін табыңыз.

Беттік керілудің температураға тәуелділігі				
T, К	176	181	186	191
$\sigma \cdot 10^3$ Дж/м ²	68,2	66,4	65,6	64,8

Шешілуі:

Эксперименттік мәліметтерге сәйкес, біз тәуелділіктің $\sigma=f(T)$ құрамыз, сурет бойынша көлбеу бұрыштың тангенсін табамыз. Бұл беттік керілудің температуралық коэффициенті болады.



Сурет 2 - Температуралық коэффициентті анықтау үшін беттік керілістің температураға тәуелділігі

Беттік керілудің температуралық коэффициенті А және В түзуіндегі екі нүкте бойынша анықталады (түзу бұрышының тангенсі):

$$\operatorname{tg} = \left[\frac{d\sigma}{dT} \right] = \frac{\sigma_A - \sigma_B}{T_A - T_B} = \frac{0.0680 - 0.0649}{180 - 192} = -0.00025 = -0.25 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

2.3.2 Өздігінен шығаруға арналған есептер

2.1. Ылғалды ауада тұман 263 К температурада және 4,18 қанықтыру коэффициентінде пайда болады. Конденсация ядроларының критикалық мөлшерін және олардың құрамындағы молекулалардың санын есептеңіз. Судың беттік керілуі 57 мДж/м², судың мольдік көлемі $15 \cdot 10^{-6}$ м³/мольге тең.

2.2. Диаметрі 0,2 мкм болатын су тамшыларынан жоғары бу қысымы 298 К температурадағы тегіс бетіндегі бу қысымынан қаншалықты үлкен екенін анықтаңыз. Егер судың беткі кернеуі 71,96 мДж / м², ал мольдік көлемі 18,05 см³/моль болса.

2.3 293 К температурада 0,1 нм⁻¹ дисперсиясы бар көміртегі тетрахлоридінің тамшыларынан қаныққан булардың қысымын есептеңіз. Егер осы температурада қаныққан көміртегі тетрахлоридінің тегіс беттің үстіндегі бу қысымы 13000 Па, тығыздығы 1,593 г/см³, ал беттік керілуі 25,68 мДж / м², ал мольдік көлемі 24,12 см³/моль болса.

2.4 Аяздың пайда болуы ылғалды ауада 273 К температурада және 4,37 қанықтыру коэффициентінде байқалады. Конденсация кезінде тамшылардың минималды мөлшерін және олардың құрамдас молекулаларының санын есептеңіз. Егер судың беттік керілуі 73,8 мДж/м², ал судың мольдік көлемі $18 \cdot 10^{-6}$ м³/моль болса.

2.5 Сынап аэрозоли көлемі $3,5 \text{ см}^3$ болатын үлкен тамшы түрінде конденсацияланды. Егер дисперстілігі 10 мкм^{-1} болса, аэрозольдің бос беттік энергиясын анықтаңыз. Сынаптың беттік керілуі $0,475 \text{ Дж/м}^2$ -ге тең

2.6 $1 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ майдың көлемін бөлшектерінің дисперстігі $1 \cdot 10^5 \text{ м}^{-1}$ болатын тұман түрінде тарату үшін қанша энергия жұмсау керек? Майдың беттік керілуі $40,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$.

2.7 Егер бетінің керілуі $73 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$, ал бөлшектердің дисперстігі $4 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ болса, 10 г тұманның бос беттік энергиясын G_S анықтаңыз. Судың тығыздығы $1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

2.8 Түтін 290 К температурада және $3,81$ қанықтыру коэффициентінде пайда болады десек, конденсация ядроларының критикалық мөлшерін және олардың құрамындағы молекулалардың санын анықтаңыз. Егер судың беттік керілуі 62 мДж/м^2 , судың мольдік көлемі $9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{моль}$ ге тең болса.

2.9 Төмендегі кестеде берілген деректер бойынша CCl_4 үшін беттік қабаттың ішкі энергиясын есептеңіз және оның температураға тәуелділігі туралы қорытынды жасаңыз:

	1	2	3	4	5
Температура коэффициенті, $\frac{\partial \sigma}{\partial T} \cdot 10^4, \text{ Н/м} \cdot \text{К}$	-0.08	-0.07	-0.05	-0.11	-0.09
Температура, К	270	320	410	475	510
$\sigma \cdot 10^3, \text{ Н/м}$	14.2	1.3	21.19	18.34	18.91

2.10 Егер сынап – ауа шекарасындағы беттік керілу $460,5 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/м}^2$ болса, диаметрі $1,5 \text{ мм}$ сынап тамшысының артық беттік энергиясы қандай?

2.11 Радусы $1.1 \cdot 10^{-8} \text{ м}$ болатын бөлшектер $2.1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ көлемді алып жатыр. Егер аталмыш бөлшектердің беттік керілуі $32,1 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ болса, беттік энергияның шамасын анықтаңыз.

2.12 Беттік энергиясы $0.21 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ болатын жүйенің беттік керілуі $24,2 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м}$, ал массасы 3 кг болса, жүйенің дисперстігін табыңыз. ($\rho = 1.25 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$)

2.13 Сынап аэрозоли көлемі $3,5 \text{ см}^3$ үлкен тамшы түрінде конденсацияланды. Егер дисперсия 10 мкм^{-1} болса, аэрозольдің бос беттік энергиясын анықтаңыз. Сынаптың беттік керілуі $0,475 \text{ Дж/м}^2$ -ге тең екенін ескеріңіз.

2.14 10 г тұманның бос беттік энергиясын (G_S) анықтаңыз, егер беттік керілу $73 \cdot 10^{-3} \text{ Дж/м}^2$, ал бөлшектердің дисперсиясы $4 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ болса ($\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).

2.15 Төмендегі кестеде берілген мәндерге сәйкес бос ұяшықтарды толтыру арқылы параметр шамаларын есептеңіз:

№	бос беттік энергиясы (G_s), Дж	көлемі (V), м ³	беттік керілу (σ), Дж/м ²	дисперстік (D), м ⁻¹
1	$0.19 \cdot 10^3$		$9.7 \cdot 10^3$	$0.55 \cdot 10^3$
2		$2.3 \cdot 10^{-3}$	$10.2 \cdot 10^3$	$0.85 \cdot 10^3$
3	$0.34 \cdot 10^3$	$1.9 \cdot 10^{-2}$		$0.91 \cdot 10^3$
4	$2.02 \cdot 10^3$	$3.1 \cdot 10^1$	$81 \cdot 10^3$	
5	$1.01 \cdot 10^1$		$32 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$
6	$2.02 \cdot 10^2$	$0.1 \cdot 10^{-2}$	$8.2 \cdot 10^3$	

Бақылау сұрақтары:

1. Адгезия мен когезия анықтамаларын беріңіз. Олардың басты ерекшеліктері мен айырмашылықтары неде?
2. Адгезияның келесі механизмдері қандай?
3. Қ-Қ, С-Қ, С-С бөлу шекарасында орын алуы мүмкін құбылыс
4. Бетондарды, резеңкелерді, композиттерді алу, бояу, дәнекерлеу, дәнекерлеу, басып шығару процестері жайлы не айта аласыз?

Тақырып 3 Еркін дисперсті жүйелердің кинетикалық қасиеттері

3.1 Коллоидтық жүйелердің молекулалық-кинетикалық қасиеттері

Мақсаты: Коллоидтық химиядағы молекулалық кинетикалық қасиеттердің ұғымдарын қарастыру.

Жоспар:

1. Бөлшектің орташа ығысуы
2. Броундық қозғалыс. Диффузия
3. Осмостық қысым
4. Седиментация. Диффузиялық-седиментациялық тепе-теңдік
5. Седиментациялық талдау негіздері

Молекулалық кинетикалық қасиеттеріне келесі ұғымдар кіреді: диффузия, броундық қозғалыс, осмос құбылысы және бөлшектердің көлемі бойынша гипсометриялық таралуы (бағанның биіктігі бойынша).

Жүйе екі шартқа жауап берсе (қанағаттандырса), молекулалық-кинетикалық теорияға бағынады:

1) статистикалық заңдарды қолдану үшін көлем бірлігінде бөлшектердің көп саны болуы керек;

2) бөлшектер броундық қозғалысқа қатысу үшін аз болуы керек. Бөлшектер 5 мкм-ден аз болуы керек екендігі эксперименталды түрде анықталған.

Егер екі газ молекуласы немесе коллоидты бөлшектер соқтығысса, онда орташа ығысу ұзындығы- l мәні (соқтығысудан соқтығысуға дейін). Әр бөлшектің қозғалыс бағыты секундына 10^{20} рет өзгереді, өйткені дисперсиялық ортада коллоидты бөлшек осы ортаның молекулаларының соққыларына ұшырайды. Бұл соққылардың саны әр түрлі жағынан өтелмеген және бөлшек бір бағытта импульс алады.

Бөлшектің *орташа ығысуы* (Δ) немесе "бос жүгіріс (пробег) ұзындығы" бөлшектің осы бағытқа параллель таңдалған оське ығысу проекциясының орташа квадраттық мәні ретінде анықталады:

$$\Delta = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_n^2}{n}}$$

мұндағы, $\Delta_1^2, \Delta_2^2 \dots$ - жеке проекциялар;

n - проекциялар саны.

Орташа ығысу шамасы ортаның қасиеттеріне және дисперсті фазаның қасиеттеріне байланысты. Бұл параметрлермен Эйнштейн-Смолуховскийдің броундық қозғалыс формуласымен сандық байланысты:

$$\Delta = \sqrt{\frac{RT}{N} + \frac{\tau}{3\pi\eta r}}$$

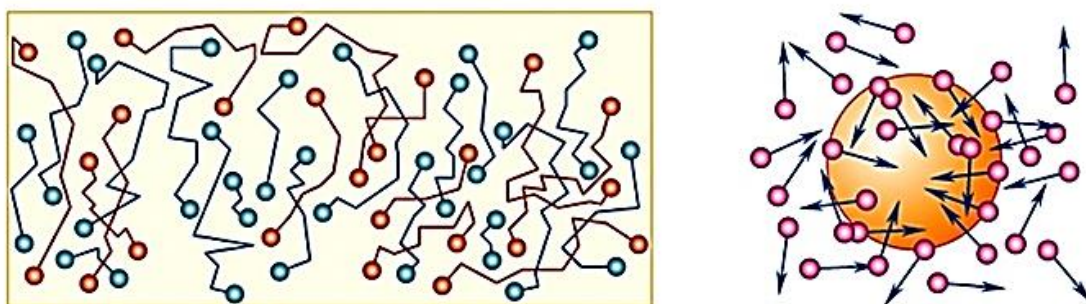
мұндағы R - газ тұрақтысы;
 T -температура;
 r -бөлшектердің радиусы;
 N -Авогадро саны;
 η -дисперсиялық ортаның тұтқырлығы;
 τ -бөлшектердің ығысу уақыты.

Перрен бойынша Авогадро санын анықтау
$$N = \frac{1}{\Delta^2} \cdot \frac{RT}{3\pi\eta r} \tau$$

3.2 Броундық қозғалыс. Диффузия

Молекулалық-кинетикалық қасиеттердің негізінде коллоидты бөлшектердің броундық (жылулық) қозғалысқа қабілеттілігі жатыр. 1808 жылы профессор Броун алма тозаңының (пыльца) бөлшектері қозғалатынын байқап, оларды тірі микроорганизмдер деп ойлады. Эксперимент жүргізіп бор бөлшектерін ұсақтап, оларды микроскоптың слайдына қойып, бор бөлшектері де қозғалатынын көрді. Ол өзінің бақылауларын жариялады және алма тозаңы мен бор бөлшектерінің қозғалысын эксперимент жүргізілген ғимараттың іргетасын шайқаумен байланыстырды.

Броундық қозғалыс - бұл микроскопиялық және коллоидтық бөлшектердің уақыт өте келе өшпейтін үздіксіз қозғалысы. Қозғалыс неғұрлым қарқынды болса, температура соғұрлым жоғары болады және бөлшектердің массасы мен дисперсиялық ортаның тұтқырлығы соғұрлым аз болады.



Сурет 3 - Бөлшектердің броундық (хаостық) қозғалысы

1905-1906 жылдары Эйнштейн мен Смолуховский келесі постулатқа негізделген статистикалық теорияны ұсынды: *броундық қозғалыс толығымен хаостық, яғни барлық бағыттардың толық теңдігі бар.*

Дисперсті фаза бөлшектерінің броундық қозғалысының сандық сипаттамасы уақыт өте келе бөлшектердің орташа ығысуы болып саналады, яғни ығысу-белгілі бір уақыт аралығында бөлшектің координатасының өзгеруі:

$$\Delta^2 = 2 D \cdot \tau \quad (3.1)$$

$$\text{немесе } \Delta = \sqrt{2 D \cdot \tau}$$

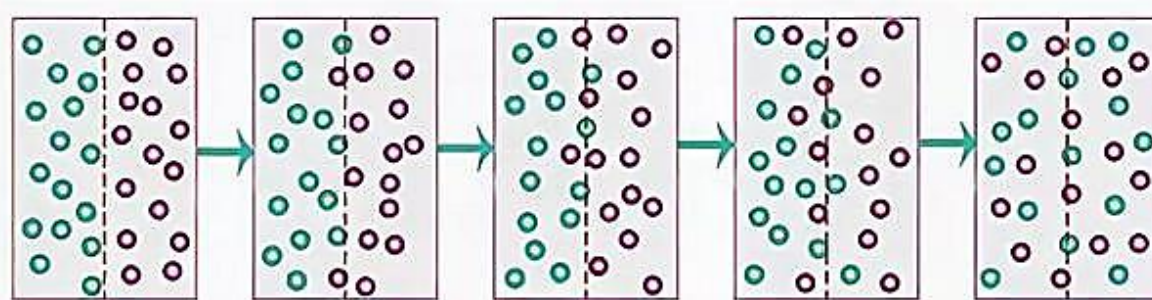
Мұндағы, Δ – орташа квадраттық ығысу

D - диффузия коэффициенті (яғни, жазықтықтың бірлігі арқылы уақыт бірлігіне берілетін заттың мөлшері [$\text{м}^2/\text{с}$]);

t – диффузия уақыты.

Диффузия - жылу қозғалысының әсерінен молекулалардың, иондардың немесе коллоидты бөлшектердің концентрациясын теңестірілуінің өздігінен жүретін процесі.

Бұл процес қайтымсыз, ол концентрацияны толығымен теңестіргенге дейін жүреді, өйткені бөлшектердің хаотикалық таралуы жүйенің максималды энтропиясына сәйкес келеді.



Сурет 4 - жартылай өткізгіш мембранада өтетін диффузиялық үрдістің сатылы үлгісі

Эйнштейн диффузия коэффициентінің бөлшектердің температурасы мен мөлшерімен байланысын анықтады:

$$D = \frac{k \cdot T}{B} = \frac{RT}{(N_A \cdot B)} \quad \left[\frac{\text{м}^2}{\text{с}} \right] \quad (3.2)$$

Мұндағы, B - үйкеліс коэффициенті

Стокс заңына сәйкес сфералық бөлшектер үшін үйкеліс коэффициенті:

$$B = 6\pi \cdot \eta \cdot r \quad (3.3)$$

Мұндағы, r - бөлшектердің радиусы;

η - динамикалық тұтқырлық

Энштейн теңдеуін Энштейн-Смолуховский теңдеуіне алмастырып, келесідей заң аламыз:

$$\Delta^2 = 2 D \cdot t = \frac{2RT\tau}{N_A \cdot B} = \frac{RT\tau}{3N_A \cdot \pi \cdot \eta \cdot r} = \frac{kRT}{3\pi \cdot \eta \cdot r} \quad (3.4)$$

Осылайша, бөлшектердің радиусы неғұрлым аз болса, соғұрлым D және керісінше. Коллоидтық жүйелер үшін диффузия жылдамдығы молекулалық жүйелерге қарағанда аз, өйткені $r_{\text{кол}} > r_{\text{мол}}$.

Мицеллалық масса (салмақ):

$$M = m \cdot N$$

мұндағы, m -бір мицелланың массасы;

N -Авогадро саны.

Егер мицелла *сфералық* болса, онда $m = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho$

мұндағы, ρ -дисперсті фазаның тығыздығы.

Осыдан: $M = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho N$

Егер r белгісіз болып, оның орнына өрнегін қойсақ:

$$M = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{kT\tau}{6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r} \right)^3 \rho N$$

D мәнін біле отырып, M және керісінше анықтауға болады.

Осылайша, бөлшектердің орташа ығысуы температураға, уақытқа, радиусқа, тұтқырлыққа байланысты болады:

$$\Delta = f(T \cdot \tau \cdot r \cdot \eta)$$

D - берілген дисперсті жүйенің диффузиялық қабілетін сипаттайтын *диффузия коэффициенті* (бұл концентрация градиенті 1-ге тең болған кезде 1 см² арқылы 1 секундта таралатын заттың мөлшері).

$$\frac{dm}{dt} \cdot \frac{1}{S} = i_D$$

Диффузия заңын жылу мен электр энергиясын тасымалдау заңдарының аналогиясы бойынша *Фик* ұсынды:

$$dQ = - D \frac{dc}{dx} \cdot S \cdot dt \quad (3.5)$$

мұндағы, dQ -диффузиялық заттың мөлшері (немесе диффузиялық ағын);

D -диффузия коэффициенті;

$\frac{dc}{dx}$ -концентрация градиенті;

S -диффузия өтетін аймақ;

dt -диффузияның ұзақтығы.

Теңдеудің оң жақ бөлігінің алдында минус таңбасы бар, өйткені $\frac{dc}{dx}$ туындысы теріс, өйткені x жоғарылаған сайын концентрация төмендейді.

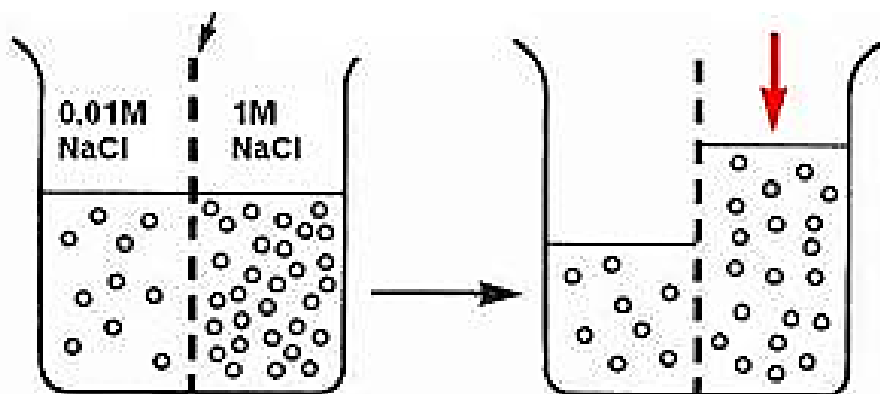
Бірлік ауданның көлденең қимасы арқылы уақыт бірлігіне таралатын зат мөлшері көбінесе диффузиялық *меншікті ағынды* сипаттау үшін қолданылады:

$$I_{\text{диф}} = \frac{1}{S} \cdot \frac{dQ}{dt} = - D \frac{dc}{dx} \quad (3.6)$$

Диффузиялық ағын ауданның бірлігіне тең қима арқылы уақыт бірлігіне диффузия нәтижесінде берілетін заттың мөлшерін сипаттайды.

3.2 Осмостық қысым

Әр түрлі концентрациядағы екі ерітінді жартылай өткізгіш мембранамен бөлінген кезде, еріткіш ағыны аз концентрациядан үлкен концентрацияға дейін жүреді, бұл концентрацияны теңестіреді. **Осмос құбылысы** - еріткіш молекулаларының жартылай өткізгіш мембрана арқылы ерітіндіге бір жақты енуі (бір жақты диффузия).



Сурет 5 - концентрациялары әр түрлі ерітінділердің жартылай өткізгіш мембранадан осмостық қысым қатысында өтуі

Мысалы, егер сіз мыжылған миізді стакандағы суға тастасаңыз, онда ол біраз уақыттан кейін ісінеді. Оның ішіне су кіреді (оның молекулалары кішкентай және мейіз қабығынан жақсы өтеді), ал жидектер ішінде қант пен басқа заттар қалады (себебі олардың молекулалары тым үлкен). Су ішкі және сыртқы тұздардың концентрациясын теңестіруге тырысады, бірақ белгілі бір уақыттан кейін сыйымдылық шегі пайда болғандықтан судың ішке кіруі тоқтайды.

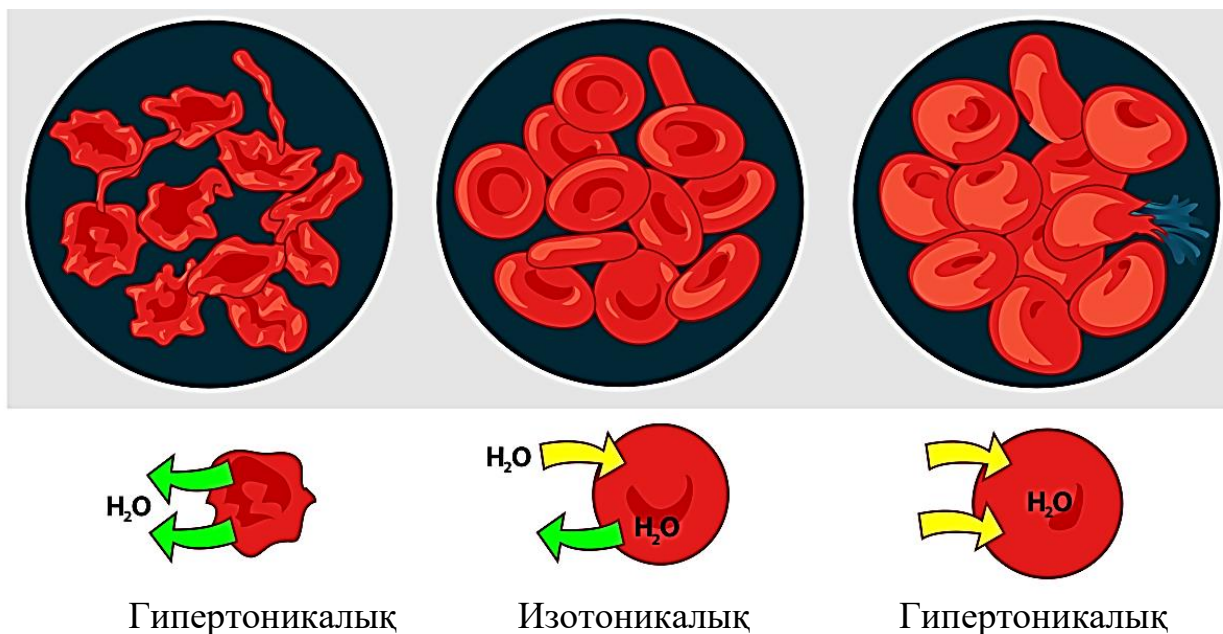
Осмос қысымы (π) - бұл еріткіш молекулаларының ерітіндіге енуіне жол бермеу үшін жүйеге қолданылатын қысым.

Егер бөлшектің (мысал бойынша миіздің) сыртындағы тұздардың (немесе ерітіндінің) концентрациясы ішіндегіден жоғары болса, онда су бөлшектің қоршаған ерітіндіге концентрацияны сұйылтуға бейім болады, бұл *гипертоникалық* ерітінді деп аталады.

Егер тұздардың (немесе ерітіндінің) концентрациясы бөлшек (мысал бойынша миіздің) ішіндегі мөлшерден аз болса, онда су тұздардың

концентрациясын теңестіру үшін ішке қарай жылжиды. Бөлшек сумен толтырылады және суды кетіру үшін белсенді шаралар қолданылмаса бұл бөлшек жарылып кетуі мүмкін. Мұндай ерітіндіні *гипотоникалық* деп атайды.

Егер ерітінді мен бөлшектің концентрациясы тең болса, онда салдарсыз өзара алмасу пайда болып, мұндай ерітіндіні *изотоникалық* деп аталады.



Сурет 6 – Осмотық қысымның ерітінді және бөлшектің концентрациялары бойынша ерекшеліктері

Молекулалық жүйелер үшін *Вант-Гофф теңдеуі* бойынша осмотық қысым:

$$\pi = C_M RT \quad (3.7)$$

мұндағы, C_M - молярлық концентрация.

π -осмотық қысым

Коллоидты ерітінділер үшін:

$$\pi = \frac{\nu}{N} RT = \nu kT \quad (3.8)$$

мұндағы, N - көлем бірлігіндегі бөлшектер саны

ν - коллоидты ерітінділердің концентрациясын білдіру тәсілі:

$$\nu = \frac{g}{m}$$

мұндағы, g - заттың ілмегі (навеска вещества);

m - бір бөлшектің массасы.

Көлемге жатқызылған заттың ілмегі ерітіндінің концентрациясы екенін ескере отырып, яғни:

$$\frac{g}{v} = C_M$$

Сонда v -ішінара концентрацияны қатынас ретінде білдіруге болады: $\frac{C_M}{m} = v$

Коллоидты ерітінділерде молекулалық ерітінділермен салыстырғанда осмостық қысымның екі ерекшелігі бар:

- 1) π шамасы аз;
- 2) π шамасы тұрақты емес.

Осылайша, осмостық қысым бөлшектер санының өсуімен артады. Шынайы ерітінділердің осмостық қысымы әрқашан коллоидтарға қарағанда үлкен, өйткені атомдар мен молекулалар көп. Бұл бөлшектердің табиғаты мен массасына тәуелді емес және бөлшектердің мөлшеріне байланысты.

Дисперсті жүйелердің молекулалық-кинетикалық қасиеттері, мысалы, коллоидты ерітінділер, электролит емес молекулалық ерітінділердің ұқсас қасиеттеріне ұқсас. Алайда, коллоидты ерітінділерде бұл қасиеттер әлдеқайда әлсіз көрінеді, өйткені бірдей массалық үлесі бар коллоидты ерітіндідегі бөлшектердің саны нақты ерітіндіге қарағанда әлдеқайда аз.

Коллоидты ерітінділердің концентрациясы:

1) ішінара (жартылай) немесе сандық концентрация - дисперсті жүйенің бірлік көлеміндегі жеке бөлшектердің саны:

$$v = \frac{N}{V} \quad \left[\frac{1}{\text{м}^3} \right]$$

мұндағы, V -дисперсті жүйенің жалпы көлемі;
 N -дисперсті фаза бөлшектерінің саны

2) мольдік-көлемдік концентрация: $C_{\text{чдф}} = \frac{n}{V} \quad \left[\frac{1}{\text{м}^3} \right]$

мұндағы, n – ДФ бөлшектерінің мольдерінің саны ($n = N/N_A$) [моль/м³], бұдан $N = \frac{m_{\text{ДФ}}}{m_i}$ ал $n = \frac{m_{\text{ДФ}}}{m_i \cdot N} = \frac{m_{\text{ДФ}}}{M_{\text{ДФ}}}$ сонымен қатар, дисперсті фаза бөлшектерінің молярлық массасы $M_{\text{ДФ}}$ заттың моль массасына тең емес.

$m_{\text{ДФ}}$ және m_i - дисперсті фазаның барлық бөлшектерінің және сәйкесінше бір бөлшектің массасы.

3) көлемдік-массалық концентрация: $m_V = \frac{m_{\text{ДФ}}}{V}$

$$v = \frac{N}{V} = \frac{N/N_A}{V/N_A} = \frac{nN_A}{V} = C \cdot N_A$$

$$v = \frac{N}{V} = \frac{m_{\text{ДФ}}}{m_i \cdot V} = \frac{m_V}{m_i}$$

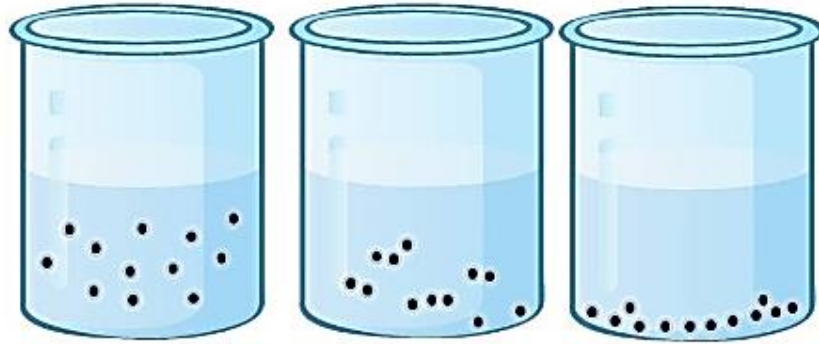
Бақылау сұрақтары:

1. Коллоидты бөлшектердің броундық қозғалысқа қабілеттілігінің негізі неде жатыр?
2. Эйнштейн мен Смолуховскийдің статистикалық теориясы қай постулатқа сүйенген?
3. Жылу қозғалысының әсерінен молекулалардың, иондардың немесе коллоидты бөлшектердің концентрациясын теңестірілуінің өздігінен жүретін процес қалай аталады?
4. Еркін дисперсті жүйелердің кинетикалық қасиеттерін сипаттайтын негізгі ұғымдарды атап шығыңыз.
5. Осмос құбылысын түсіндіріңіз. Осмостық қысым деген не және өрнектелу жолын көрсетіңіз.
6. Дисперсті жүйелердің пайда болуы жүйенің бос энергиясының артуымен бірге жүреді ма?
7. Коллоидты ерітінділердің концентрациясын өрнектеудің қандай жолдарын білесіз?

3.3 Седиментация. Диффузиялық-седиментациялық тепе-теңдік

Дисперсті жүйелердің пайда болуы жүйенің бос энергиясының артуымен бірге жүреді. Сондықтан дисперсті жүйе түбегейлі термодинамикалық тұрақсыз, яғни ерте ме, кеш пе өздігінен құлап кетуі керек. Сондықтан дисперсті жүйелердің салыстырмалы термодинамикалық тұрақтылығы туралы ғана айтуға болады. *Салыстырмалы тұрақтылық дегеніміз* - жүйенің белгілі бір уақыт ішінде дисперсті фазалық бөлшектердің мөлшерін және олардың жүйе көлемінде таралуын өзгеріссіз сақтау қабілеті. Осыған байланысты седиментациялық (кинетикалық) тұрақтылық, яғни ауырлық күшіне қарсы тұру қабілетін сипаттайтын дисперсті фазалық бөлшектердің тұнбаға түсуге төзімділігі және агрегативті тұрақтылық, яғни бөлшектердің бірігуіне төзімділік ерекшеленеді.

Седиментация (лат. *sedimentum* – тұндыру) - бөлшектердің су немесе ауа жағдайларында тұнбасы. Тұндыру гравитациялық өрістің немесе центрифугалық күштердің әсерінен жүреді. Тұндыру жылдамдығы бөлшектердің массасына, мөлшері мен формасына, ортаның тұтқырлығы мен тығыздығына, сондай-ақ ауырлық үдеуіне немесе бөлшектерге әсер ететін центрифугалық күштерге байланысты. Гравитациялық өрістегі дисперсті фазаның бөлшектері олардың тығыздығы дисперсиялық ортаның тығыздығынан үлкен немесе кіші болғанда пайда болады. Тұндыру процесінің салдары - төмен концентрацияға бағытталған диффузияға әкелетін ыдыстың биіктігі бойынша бөлшектердің концентрациясының градиентінің пайда болуы.



Сурет 7 - Қарапайым седиментация

Тұндыру ($I_{\text{сед}}$) және диффузиялық ($I_{\text{диф}}$) ағындарды салыстыру осы дисперсті жүйеде қандай процестердің басым болатындығын анықтауға мүмкіндік береді

Бөлшектердің биіктік бойынша таралу заңын табу үшін диффузия және тұндыру ағындарының теңдігінен ($I_{\text{сед}}=I_{\text{диф}}$), яғни диффузиялық-седиментациялық тепе-теңдік жағдайынан туындайды. Тұндыру ағыны келесі теңдеу бойынша есептеледі

$$I_{\text{сед}} = u_{\text{сед}} \cdot v \quad (3.9)$$

мұндағы $u_{\text{сед}}$ – тұндырудың сызықтық жылдамдығы;
 v -көлем бірлігіндегі бөлшектердің саны (ішінара (частичная) концентрация).

Бөлшектердің біркелкі қозғалысының шарты-ауырлық күші мен үйкеліс күшінің теңдігі; соңғысы радиусы r сфералық бөлшек үшін Стокс теңдеуімен анықталады:

$$F = 6\pi \cdot r \cdot u_{\text{сед}} \quad (3.10)$$

Архимед Заңы бойынша салмақ жоғалтуды ескере отырып, седиментация жылдамдығы осы теңдеумен көрінеді:

$$u_{\text{сед}} = \frac{mg}{6\pi \cdot \eta \cdot r} \cdot \frac{\rho - \rho_0}{\rho} \quad (3.11)$$

мұндағы m -бөлшектің массасы;
 g -Еркін түсу үдеуі ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);
 $\rho - \rho_0$ - шамалары мен мәні-дисперсті фаза мен дисперсиялық ортаның тығыздығы.

Диффузиялық ағын Фик теңдеуімен есептеледі:

$$I_{\text{деф}} = -D \frac{dc}{dh} = -\frac{kT}{6\pi\eta \cdot r} \cdot \frac{dc}{dh} \quad (3.12)$$

мұндағы $\frac{dc}{dh}$ - h биіктігі бойынша концентрация градиенті

k – Больцман тұрақтысы ($k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К)

(3.9) және (3.12) теңдеулердің оң жақ бөліктері теңестіріліп, бөлшектерінің гипсометриялық таралуының *Лаплас-Перрен теңдеуі* деп аталатын диффузиялық – седиментациялық тепе-теңдігінің өрнегі алынады:

$$\ln \frac{v_0}{v} = \frac{mgh}{kT} \cdot \frac{\rho - \rho_0}{\rho} = \frac{V \cdot g \cdot h \cdot (\rho - \rho_0)}{kT} = \frac{4\pi r^3 g \cdot h \cdot (\rho - \rho_0)}{3kT} \quad (3.13)$$

мұндағы, $\frac{v_0}{v}$ - h биіктігіндегі және бастапқы деңгейдегі бөлшектердің саны.

Бөлшектердің мөлшерін анықтауды екі әдіспен жүргізуге болады: седиментация жылдамдығын өлшеу және бөлшектердің биіктігі бойынша таралуын зерттеу негізінде. Бірінші әдіс бөлшектердің мөлшері 10^{-6} м-ден асатын ірі дисперсті жүйелер үшін кеңінен қолданылады.

Бөлшектердің мөлшерін анықтаудың екінші әдісі-диффузиялық-тұндыру тепе – теңдігі-ірі дисперсті жүйелер үшін жарамсыз (іс жүзінде аудармалы (передвижное) броундық қозғалыс жоқ). Коллоидтық жүйелер үшін (бөлшектердің өлшемдері 10^{-7} - 10^{-9} м) бұл әдіс гравитациялық өрісте іс жүзінде қолданылмайды, өйткені мұнда седиментацияның үстінде бөлшектердің жылу қозғалысы айтарлықтай басым болады. 10^{-7} - 10^{-9} м өлшемді бөлшектер тоқтатылған күйде жылу қозғалысымен ұсталады. Олардың барлық көлемдегі концентрациясы іс жүзінде тұрақты болып қалады – мұндай жүйелер тұндыруға төзімді.

Диффузиялық тұндыру тепе-теңдігі арқылы бөлшектердің мөлшерін анықтау әдісі центрифугалық өрісті қолдана отырып сәтті қолданылады, ал центрифуганың айналу жылдамдығын реттеу бұл әдісті жеткілікті үлкен мөлшерде қолдануға мүмкіндік береді. Ультрацентрифуганы қолдана отырып, полимерлердің молекулалық массасын да анықтауға болады.

Сведберг теңдеуі Центрифугалау кезінде бөлшектің радиусын анықтауға мүмкіндік береді:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta \ln\left(\frac{x}{x_0}\right)}{2(\rho - \rho_0)\omega^2 \tau}} \quad (3.14)$$

мұндағы $\omega = \frac{U}{r}$ - айнарудың бұрыштық жылдамдығы;

$\omega = 2\pi \cdot n$, мұндағы n -центрифуганың айналу саны;

U - сызықтық жылдамдық;

r -центрифуга траекториясының радиусы;

x_0 және x - бөлшектің айналу центрінен бастапқы және соңғы қашықтығы

осылайша Сведберг-Николс теңдеуін де қолдануға болады:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta \ln \frac{x+a}{a}}{2(\rho-\rho_0)\omega^2\tau}} = \frac{0.512}{n} = \sqrt{\frac{\eta \ln \frac{x+a}{a}}{(\rho-\rho_0)\omega^2\tau}} \quad (3.15)$$

мұндағы, а-айналу осінен золаның менискіне дейінгі қашықтық;
х-золаның менискінен алдыңғы жаққа дейінгі қашықтық.

Мүмкін болса, жүйеде золаның *концентрациясын* анықтау үшін *Сведберг – Ринде теңдеуі* қолданылады

$$r = \sqrt{\frac{9\eta \ln \sqrt{\frac{c_0}{c_1}}}{2(\rho-\rho_0)\omega^2\tau}} \quad (3.16)$$

мұндағы $\frac{c_0}{c_1}$ – t_1 және t_2 уақытқа пайызбен зольдің концентрациясы.

3.3.1 Седиментациялық талдау негіздері

Тұндыру (седиментация) анализі дисперсті жүйелерді (ұнтақтар, суспензиялар, эмульсиялар) зерттеудің кең таралған әдістерінің бірі болып табылады. Оның мақсаты дисперсті фазаның фракциялық құрамын анықтау, яғни бөлшектердің мөлшері бойынша фракцияларға және оның меншікті бетіне бөлу. Дисперсті фазаның бөлшектері неғұрлым үлкен болса, соғұрлым олар тезірек тұнады

Суспензиялар бөлшектерінің мөлшерін анықтау үшін (3.11) теңдеуді келесі ойлар негізінде түрлендіреді: бөлшектердің біркелкі қозғалысы кезінде седиментация жылдамдығы: $u_{\text{сед}} = \frac{h}{t}$; мұндағы, h - шөгу биіктігі, t -тұндыру уақыты); сфералық бөлшектің радиусының r массасы

$$m = V \cdot \rho = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3 \cdot \rho \quad (3.17)$$

мұндағы V -сфералық бөлшектің көлемі.

Жоғарыда келтірілген өрнектерді (3.11) теңдеуіне келтірсек:

$$u_{\text{сед}} = \frac{h}{\tau} = \frac{4\pi r^3 \rho \cdot g}{3 \cdot 6\pi \cdot \eta \cdot r} \cdot \frac{2r^2 g (\rho - \rho_0)}{9\eta} \quad (3.18)$$

осыдан:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta}{2g(\rho-\rho_0)} \cdot \frac{h}{\tau}} \quad (3.19)$$

бұдан ығысу уақытын t тапсақ:

$$\tau = \frac{9\eta h}{2g(\rho-\rho_0)r^2} = \frac{9\eta h(2D)^2}{2g(\rho-\rho_0)}$$

(3.19) теңдеуінен келесі өрнек шығуы мүмкін:

$$\sqrt{\frac{9\eta}{2g(\rho-\rho_0)}} = k \quad (3.20)$$

Олай болса:

$$r = k \sqrt{\frac{h}{\tau}} \quad (3.21)$$

Әр түрлі қашықтықтар (бастапқы және соңғы) h берілген жағдайда бөлшектер үшін келесідей қатынасты қолданған дұрыс:

$$\ln \frac{h_2}{h_1} = \frac{2r^2 \omega^2 (\rho - \rho_0) \tau}{9\eta}$$

мұндағы, $h_2 = h_1 + h_0$, ал центрифуганың бұрыштық айналу жылдамдығы: $\omega = 2\pi \cdot n$

n - центрифуганың айналу жылдамдығы

осыдан уақытты есептесек:
$$t = \frac{9\eta \ln\left(\frac{h_1+h_0}{h_1}\right) 4D^2}{2(\rho-\rho_0) 4\pi^2 n^2}$$

Лаплас заңы бойынша жүйеде әр түрлі концентрациялар C (бастапқы C_1 және соңғы C_2) берілген жағдайда биіктік бойынша бөлінуді анықтау үшін келесідей қатынасты қолданған дұрыс:

$$h = \frac{RT \ln \frac{C_1}{C_2}}{M \cdot g}$$

мұндағы, M -заттың мольдік массасы

Дәл солай жүйеде әр түрлі қысымдар p (бастапқы p_1 және соңғы p_2) болған жағдайда:

$$h = \frac{RT \ln \frac{p_1}{p_2}}{M \cdot g}$$

Бақылау сұрақтары:

1. Седиментация ұғымын қалай түсінесіз?
2. Не сесбепті дисперсті жүйе түбегейлі термодинамикалық тұрақсыз болып келеді?
3. Тұндыру процесінің салдары қандай?
4. Центрифугалау кезінде бөлшектің радиусын анықтауға мүмкіндік беретін теңдеуді кім ұсынды?

3.4 Өздігінен шығаруға арналған есептер

3.1 Егер $h = 5,3$ см биіктікте 293 К диффузиялық седиментация тепе-теңдігін орнатқаннан кейін бөлшектердің концентрациясы е рет өзгерсе, алтын гидрозолі бөлшектерінің радиусын анықтаңыз. Алтынның тығыздығы $\rho = 15,5$ г/см³, судың тығыздығы $\rho_0 = 1,5$ г/см³

3.2 Дисперсиясы $D = 7 \cdot 10^5$ м⁻¹ болатын бөлшектер ауырлық күшінің әсерінен сулы ортада орналасады. Егер бөлшек тығыздығы $\rho = 2,3 \cdot 10^3$ кг/м³, ортаның тығыздығы $\rho_0 = 1,3 \cdot 10^3$ кг/м³, ортаның тұтқырлығы $\eta = 2 \cdot 10^{-3}$ Па·с болса, $h = 0,1$ м қашықтықтағы тұндыру уақытын анықтаңыз.

3.3 Егер бөлшектің айналу осінен бастапқы қашықтығы $h = 2,5$ м, ал центрифуганың айналу жылдамдығы $n = 430$ айн/с, дисперсиясы $D = 8 \cdot 10^5$ м⁻¹, тығыздығы $\rho = 2,7 \cdot 10^3$ кг/м³, ортаның тығыздығы $\rho_0 = 1,4 \cdot 10^3$ кг/м³, тұтқырлығы $\eta = 1,8 \cdot 10^{-3}$ Па·с болса, $h_0 = 0,13$ м қашықтықтағы тұндыру уақытын анықтаңыз.

3.4 Келесі кестеде берілген тамшылардың радиус, ығысу уақыты және дисперсиялық орталардың тұтқырлығының мәндері бойынша орташа квадраттық ығысуын анықтаңыз:

№	орташа квадраттық ығысу (Δ), м	ДО тұтқырлығы (η), Па·с	Ығысу уақыты (τ), с	Радиус (r), нм
1		$0.650 \cdot 10^{-3}$	2	5
2		$0.480 \cdot 10^{-3}$	5	10
3		$0.910 \cdot 10^{-3}$	7	15
4		$1.175 \cdot 10^{-3}$	6	20
5		$0.872 \cdot 10^{-3}$	0,9	25
6		$0.654 \cdot 10^{-3}$	0,1	30
7		$1.214 \cdot 10^{-3}$	3	35
8		$0.942 \cdot 10^{-3}$	1	40

3.5 Бір секундта 315 К температурада тұтқырлығы $1 \cdot 10^{-3}$ Па болатын ортада радиусы 10^{-5} м саз бөлшегінің ығысуын анықтаңыз.

3.6 Этилацетаттағы нитробензол молекулаларының 292,8 К температурада диффузия коэффициенті, тұтқырлығы (Пуазда) белгілі болса, осы молекуласының радиусын есептеңіз.

№	ДО тұтқырлығы (η), Пуаз	Диффузия коэффициенті (D), $\text{м}^2/\text{с}$	Радиус (r), нм
1	0,00533	$1,92 \cdot 10^{-9}$	
2	0,00354	$2,23 \cdot 10^{-9}$	
3	0,00462	$2,16 \cdot 10^{-9}$	
4	0,00569	$3,01 \cdot 10^{-9}$	

3.7 $D = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ дисперстігі бар бөлшектердің тығыздығы $\rho = 1,8 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ ($\rho_0 = 1,3 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$), егер сулы ортаның тұтқырлығы $\eta = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ болса, $h = 0,19 \text{ м}$ қашықтықтағы тұндыру уақытын анықтаңыз.

3.8 Егер бөлшек тығыздығы $\rho = 1,6 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$, ал ортаның тығыздығы $\rho_0 = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$ болғанда, ортаның тұтқырлығы $\eta = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ Па} \cdot \text{с}$ болса, $h = 0,09 \text{ м}$ қашықтықтағы седиментация $1,54 \cdot 10^4 \text{ с}$ уақыт аралығында өтетін бөлшектің радиусын анықтаңыз.

Тақырып 4 Адгезия мен когезия. БАЗ

4.1 Беттік-активті заттардың сипаттамасы

Мақсаты: фазалық өзара әрекеттесі нәтижесінде пайда болатын процесстерді қарастырып, зерттеу.

Жоспар:

1. Беттік активті заттар
2. Мицелланың түзілуінің критикалық концентрациясы
3. Адгезия
4. Когезия

Лиофильді жүйелерде дисперсті фаза мен дисперсті орта бір-біріне өте жақын және олар төмен G_s мәндерімен сипатталады. Лиофильді жүйелер тепе-тең, қайтымды және олардың берілген дисперсиялық күйі энергетикалық тұрғыдан тиімдірек және олар өздігінен пайда болады. Лиофильді дисперсті жүйелердің қасиеттері коллоидты беттік активті заттардың (БАЗ), полимер ерітінділерінің, эмульсиялардың және кейбір зольдердің ерітінділерін көрсетуі мүмкін.

БАЗ ол құрамында гидрофильді және гидрофобты компоненттері мен -ОН, -COOH, -О функционалды топтары бар органикалық заттар. БАЗ—фаза бөлімінің бетінде оның бос энергиясын (беттік керілуді) төмендетіп, жинақталуға қабілетті заттар.

БАЗ әрдайым адсорбция процесіне байланысты басқа сұйық, қатты немесе газ тәрізді фазамен сұйықтықтың интерфазалық бетіне шоғырланады. Мұның себебі олардың дифильді құрылымында, яғни олардың құрамында функционалды топтарға негізделген *гидрофильді* компонент түрінде полярлы бөлік— ОН, -COON, -SOOH және т. б. немесе (көбінесе) тұздың катионды компоненті -ONa, -COONa, -SOONa және *гидрофобты* компонент болып табылатын полярлы емес (көмірсутекті) бөлік болуында. Нәтижесінде БАЗ молекулалары фазалық шекарада адсорбциялық мономолекулалық қабат түзеді.

БАЗ-дың негізгі функционалды сипаттамасы - бұл беттік белсенділік (заттың фазалық шекарадағы беттік керілуді төмендету қабілеті), бұл концентрация нөлге ұмтылған кезде БАЗ-дың беттік керілуінің туындысы.

БАЗ өнеркәсіпте (мысалы, флотация кезінде) қолданылады, жуғыш заттардың, пестицидтердің, лактар мен бояқтардың, тамақ өнімдерінің құрамына кіреді, сонымен қатар суспензияларда, эмульсияларда, зольдерде диспергатор және тұрақтандырғыш ретінде қолданылады, фазалық бетті гидрофилизациялауда және гидрофобизациялауда қолданылады.

БАЗ-дың молекулаларының химиялық табиғаты мен қоршаған ортада көрсететін қасиеттеріне негізделген классификацияға сәйкес олар ионогенді және ионогенді емес болып бөлінеді

Ионогенді БАЗ сулы ерітінділерде ыдырайды, ұзын радикалы бар иондар (беттік активті иондар) және су ерітіндісі-ауа шекарасында беттік белсенді

болып табылмайтын мөлшері шағын антииондар түзеді. Ионогенді БАЗ өз кезегінде келесідей бөлінеді:

а. анионды - суда ыдырап, беттік белсенді анион түзеді (карбон қышқылдарының тұздары (сабын), алкил сульфаттары, алкил фосфаттары, алкил тиосульфаттары).

б. катионды - белсенді катионның пайда болуымен суда ыдырайды (алифатты және хош иісті аминдердің тұздары, алкилді алмастыратын алюминий негіздерінің тұздары жатады).

с. амфотерлі - олар екі функционалды топтан тұрады және анионоактивті және катионоактивті қасиеттерге ие. Олар қышқыл ретінде әдетте карбоксил тобын, ал негізгі ретінде амин тобын қамтиды. Ерітіндінің рН-на байланысты олар катиондық (рН<4), ионогенді емес (рН 4-9) немесе аниондық (рН>9) БАЗ-дың қасиеттерін көрсетеді.

Барлық БАЗ коллоидты күйге өте алмайды. Салыстырмалы түрде аз көмірсутекті радикалы бар суда еритін беттік-белсенді заттар, мысалы, төмен спирттер, қышқылдар және олардың тұздары, аминдер олардың ерігіштік шегіне сәйкес келетін концентрацияға дейін кез-келген концентрацияда коллоидты ерітінділер түзбейді. Олар шынымен еритін деп аталады. Олар негізінен суландырғыштар, көбіктендіргіштер немесе диспергаторлар рөлін атқарады.

Коллоидты БАЗ келесі қасиеттерге ие:

1) жоғары беттік белсенділік;

2) **мицелланың түзілуінің критикалық концентрациясына (МКК)** жеткен кезде өздігінен коллоидтық күйге өту қабілеті;

3) тұздану қабілеті (солюбилизация) – коллоидты БАЗ ерітінділеріндегі заттардың ерігіштігін мицелланың ішіне енгізу салдарынан күрт арттыру.

Коллоидты БАЗ беттік белсенділігін (g) МКК ескере отырып, келесі формулалар бойынша шамамен бағалауға болады:

$$\text{ионогенді емес БАЗ үшін: } g = - \frac{\sigma_0 - \sigma_{\text{МКК}}}{\text{МКК}} \quad (4.1)$$

$$\text{ионогенді БАЗ үшін: } g = - \frac{\sigma_0 - \sigma_{\text{МКК}}}{\text{МКК}^V} \quad (4.2)$$

мұндағы, σ_0 -судың беттік керілуі;

$\sigma_{\text{МКК}}$ – мицелланың түзілуінің критикалық концентрациясы кезінде БАЗ ерітіндісінің беттік керілуі;

МКК^V - бір БАЗ молекуласының диссоциациясы кезінде пайда болатын иондар саны.

Беттік-белсенді заттар көмірсутектер тізбегінің ұзындығына байланысты. Дюкло – Траубе ережесіне сәйкес, майлы қышқылдардың гомологтық қатарында көмірсутектер тізбегін бір CH_2 тобына ұзартқан кезде беттік белсенділік 3-3,5 есе (орта есеппен 3,2 есе) артады.

Көмірсутекті радикалдың ұзындығы неғұрлым көп болса, судағы ББЗ ерігіштігі соғұрлым төмен болады.

МКК және суда еритін БАЗ молекулаларындағы CH_2 бірлік саны арасындағы тәуелділік келесітеңдеу арқылы өрнектеледі:

$$\lg \text{МКК} = A - Bn \quad (4.3)$$

мұндағы А және В - БАЗ-дың осы түрі үшін тұрақтылар (А гидрофильді топтардың табиғаты мен санына және температураға байланысты; В бір CH_2 -тобына келетін еру энергиясын сипаттайды);

n-алкилді тізбектегі көміртек атомдарының саны.

Суда еритін БАЗ-дың МКК мәні көмірсутекті тізбектердің құрылысына байланысты (олардың тармақталуы, Қос байланыстардың, циклдердің болуы және т.б.).

$$\lg \text{МКК} = A' - B'n - k' \lg C \quad (4.4)$$

мұндағы А және В-тұрақты физикалық шама;

k-константа;

C – индифферентті электролитке қарсы заттардың жалпы концентрациясы.

Гиббс энергиясы қатынасы бойынша есептеледі:

$$\Delta G_M^\circ = RT \ln \text{МКК} \quad (4.5)$$

Біз мицелланың пайда болу энтропиясын термодинамикалық теңдеуді

$\Delta G_M^\circ = \Delta H_M^\circ - T \cdot \Delta S_M^\circ$ қолдана отырып табамыз:

$$\Delta S_M^\circ = \frac{\Delta H_M^\circ - \Delta G_M^\circ}{T}$$

Беттік белсенді заттарды (БАЗ) енгізу кезінде ерітіндінің беттік керілуінің өзгеруі Шишковский теңдеуінің көмегімен анықталады:

$$\sigma_0 - \sigma = a \cdot \ln(1 + bc)$$

мұндағы σ_0 -еріткіштің беттік керілуі □

σ - ерітіндінің беттік керілуі,

a және b-эмпирикалық тұрақтылар, ал А мәні гомологиялық қатардағы заттан затқа аз өзгереді,

a b заттың беттік белсенділігіне, ерітіндінің концентрациясына байланысты (кмоль/м³).

Бақылау сұрақтары:

1. Беттік активті заттардың сипаттамасын беріңіз.
2. Коллоидты БАЗ қандай қасиеттерге ие?
3. Лиофильді жүйелерде дисперсті фаза мен дисперсті ортаның өзара қатынасын сипаттаңыз.
4. МКК деген не және оны қалай өрнектейді?

4.2 Адгезия және когезия

Гетерогенді жүйелерде фазалар мен фазааралық әрекеттесуі бойынша ерекшеленеді.

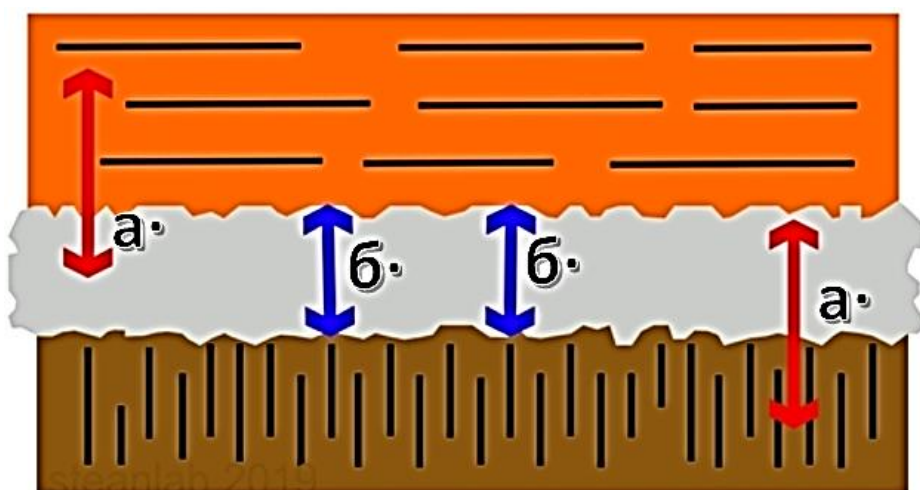
Адгезия (жабысу, прилипание) - беттік энергиясының төмендеуіне әкелетін ($\Delta G < 0$) беттік құбылыс.

Адгезия-молекулалық байланыс кезінде эртүрлі конденсацияланған денелер арасындағы өзара әрекеттесу нәтижесінде пайда болатын ілінісу, тартылу немесе жабысу. Қ-Қ, С-Қ, С-С бөлу шекарасында орын алуы мүмкін.

Бұл құбылыс табиғатта және техникада өте жиі кездеседі. Ол фазалық өзара әрекеттесудің күшін анықтайды. Көптеген материалдар мен өнімдердің сапасы, сондай-ақ бетондарды, резеңкелерді, композиттерді алу, бояу, дәнекерлеу, дәнекерлеу, басып шығару процестерінің тиімділігі оның күшіне байланысты.

Адгезия процесі фазалардың бірі сұйық болатын жүйелер үшін ең көп зерттелген. Адгезив – қолданылатын зат, ал субстрат – адгезивті жағатын материал.

Когезия – атомдық немесе молекулалық байланыс кезінде бір фазада конденсацияланған денелер арасындағы өзара әрекеттесу нәтижесінде пайда болатын ілінісу, тартылу немесе жабысу.



Сурет 8 - адгезия және когезия күштері:
a - адгезия, *б* - когезия

Сонымен Сурет 8 – де крсетілгендей, адгезия - бұл екі байланысқан фазалардың беттері арасындағы молекулалық байланыс энергиясы. Сандық жағынан, ол дененің бірлігіне шаққандағы бөлінуге жұмсалған жұмыспен анықталады.

Дене көлеміндегі молекулалар (атомдар, иондар) арасындағы байланыс *когезия* деп аталады. Тиісінше, әртүрлі фазаларда орналасқан молекулалар арасында әрекет ететін күштер адгезия күштері деп аталады, ал бір фазада когезия күштері деп аталады.

Когезия мысалы-10 мкм ұнтақ қант бөлшектерінің диаметрі 1 мм болатын бөлшектердің пайда болуы олардың бетінің 500-ден 5 м²/кг-ға дейін төмендеуіне әкеледі.

Бұрын айтылғандай, беттік керілу-бұл беттің бірлігін қалыптастыру жұмысы. Осылайша, ол W_K коагезиялық өзара әрекеттесу күшін сипаттайды. Денені бөлу кезінде бетінің екі бірлігі пайда болғандықтан,

$$W_K = 2\sigma \quad (3.1)$$

Когезия энергиясы сандық түрде кристалл торының энергиясын, булану жылуын, қайнау температурасын және т. б. сипаттайды.

Адгезия - жүйенің беттік энергияны азайтуға деген ұмтылысының нәтижесі. Бұл өздігінен жүретін процесс.

Адгезия W_A жұмысы - бұл бет бірлігінің жабысқақ байланыстарын бұзуға жұмсалған жұмысы. Адгезия мен беттік керілу арасындағы байланысты анықтаймыз. Мұны істеу үшін Гиббс энергиясының өзгеруін екі фазамен (қатты және сұйық) байланыста бағалаймыз.

Жүйенің бастапқы күйін келесідей ұсынуға болады:

$$G_H = \sigma_{21} + \sigma_{31} \quad (3.2)$$

мұндағы, 21-ші, 31-ші-ауа шекарасындағы сұйық және қатты фазалардың беттік керілуі.

Жүйенің соңғы күйі келесідей анықталады:

$$G_K = \sigma_{23} \quad (3.3)$$

мұндағы, σ_{23} - сұйық – қатты шекарасындағы беттік керілу.

Сұйық –қатты екі фаза байланысқан кезде Гиббс энергиясының өзгеруі соңғы және бастапқы күйдегі Гиббс энергиясының айырмашылығын білдіреді

$$\Delta G = G_K - G_H = \sigma_{23} - \sigma_{21} - \sigma_{31} \quad (3.4)$$

Екінші жағынан, $\Delta G = -W_A$ қосындысы, өйткені екі бетті біріктірген кезде Гиббс энергиясы W_A адгезиясының жұмысына тең мөлшерде азаяды:

$$W_A = \sigma_{21} + \sigma_{31} - \sigma_{23} \quad (3.5)$$

Өрнек (3.5) Дюпре теңдеуі деп аталды. Ол адгезия кезіндегі энергияның сақталу заңын көрсетеді.

Ауа шекарасындағы сұйық және қатты фазалардың беттік керілуі неғұрлым көп болса, 21-ші, 31-ші және одан аз сұйық-қатты 23-ші шекарадағы беттік керілу, W_A адгезиясы соғұрлым көп болады және керісінше.

Зат еріген кезде фазааралық шекарасы жоғалады және сұйық – қатты шекарадағы беттік керілу нөлге тең болады, шамамен $23 = 0$. Осыдан:

$$W_A = \sigma_{21} + \sigma_{31} = \frac{2\sigma_{21} + 2\sigma_{31}}{2} = \frac{Wk_2 + Wk_3}{2} \quad (3.6)$$

Мұндағы, W_{k2} , W_{k3} – сұйық және қатты фазалардың когезиясының жұмысы.

Осылайша, зат еріген кезде, W_A адгезиясының жұмысы екі фаза үшін үйлесімділік жұмыстарының жартысына тең немесе одан да көп болуы мүмкін.

Адгезия жұмысынан адгезиялық беріктікті W_B , яғни адгезиялық қосылыстың бұзылуына жұмсалған жұмысты ажырату керек. Ол адгезия жұмысының және $W_{\text{деф}}$ жабысқақ қабатының деформация жұмысының қосындысына тең:

$$W_B = W_A + W_{\text{деф}} \quad (3.7)$$

Деформация жұмысы кейбір жағдайларда адгезия жұмысынан едәуір асып кетуі мүмкін.

Адгезияның келесі механизмдері бар:

- механикалық (саңылауларға адгезивтің ағуы, субстраттың жарықтары);
- адсорбциялық (Ван-дер-ваальс күштері);
- электрлік (Қос электр қабатының пайда болуы);
- диффузиялық (адгезив және субстрат бөлшектерінің өзара диффузиясы);
- фазалардың химиялық өзара әрекеттесуі.

Әдетте, адгезиялық өзара әрекеттесудің аралас механизмі жұмыс істейді. Адгезияны теориялық бағалау қиын. Осыған байланысты W_A және W_B фазалардың байланыс орнын бұзу арқылы эксперименталды түрде анықталады.

4.3 Өздігінен орындауға арналған тапсырмалар

1. Жүйедегі МКК мәні 1.29 болса, абсолюттік температурадағы мүмкін болар жүйе энергиясын анықтаңыз.

2. Мицелланың түзілуінің критикалық концентрациясы кезінде БАЗ ерітіндісінің беттік керілуі 41 Дж/м², ал беттік керілуі 44 Дж/м² екені белгілі. Егер $g=0.212$ болса, бір БАЗ молекуласының диссоциациясы кезінде пайда болатын иондар санын анықтаңыз.

№	T, C°	$\lg_{\text{МКК}}$	$\sigma_{\text{МКК}}$	σ_0
1	25	-1,67	31	71,18
2	35	-1,63	38	60,75
3	45	-1,61	40	67,91
4	55	-1,68	33	74,21

3. Натрий лауратының сулы ерітінділері үшін МКК логарифмдері температураның бірнеше мәндерінде (моль/л концентрациясы) анықталған. Беттік белсенділіктің температуралық тәуелділігін құрыңыз. Гиббс энергиясын және мицелланың энтропиясын есептеңіз.

4. Молекулалық байланыс кезінде әртүрлі конденсацияланған денелер арасындағы өзара әрекеттесу нәтижесінде пайда болатын ілінісу, тартылу немесе жабысуды қалай атайды?

5. Сұйық –қатты екі фаза байланысқан кезде Гиббс энергиясының өзгеруін сипаттаңыз.

6. Адгезив деген не?

7. Когезия ұғымын толықтай ашыңыз.

Қосымшалар

Кесте 7 - Коллоидтық химияда кездесетін кейбір өлшемдердің өлшем бірліктері

Белгіленуі	Аталуы	Өлшем бірлігі
D	дисперстілік	м^{-1}
S _{меншікті}	меншікті бет	$\frac{\text{м}^2}{\text{м}^3} = \frac{1}{\text{м}} = \frac{\text{м}^2}{\text{кг}}$
V _М	мольдік көлем	м^3
ρ	тығыздық	$\text{кг}/\text{м}^3$
σ	беттік керілу	$\text{Дж}/\text{м}^2$ $\text{Дж}/\text{м}^3$ $\text{Дж}/\text{м}$ $\text{Н}/\text{м}$ $\text{Н}/\text{м}^2$ $\text{Дж}/\text{моль}$
G _s	бос беттік энергия	$\text{Дж} = \text{Н}$
$\frac{\partial \sigma}{\partial T}$	өлшенетін беттік керілістің температуралық коэффициенті	$\frac{\text{Дж}}{\text{м}^2 \text{К}}$
v	коллоидты ерітінділердің концентрациясы	$\frac{1}{\text{м}^i}$
V	дисперсті жүйенің жалпы көлемі;	л
N	дисперсті фаза бөлшектерінің саны	моль^{-1}
D	диффузия коэффициенті	$\text{м}^2/\text{с}$
dQ	диффузиялық заттың мөлшері	
η	дисперсиялық ортаның тұтқырлығы;	Па·с
h	қашықтық	м
Δ	орташа квадраттық ығысу	м

Кесте 8 - Колоидтық химияда кездесетін кейбір тұрақты шамалар

Белгіленуі	Аталуы	Шамасы, өлшем бірлігі
e	Эйлер (Непер) саны	2,718
k	Больцман тұрақтысы	$1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
g	Еркін түсу үдеуі	9,81 м/с ²
π	Пи саны	3.14
π	Осмостық қысым	7,7 атм
R	Универсал газ тұрақтысы	8,31 Дж/К моль

Кесте 9 - Колоидтық химия бөлшектері үшін дисперстілік бірлігінің мөлшерлері

Метр (СИ бойынша бірлігі)	Өлшем атауы
10^{-2} м	сантиметр (см)
10^{-3} м	миллиметр (мм)
10^{-6} м	микрон (мк)
10^{-9} м	нанометр (нм)
10^{-10} м	ангстрем (А)

Кесте 10 - Беттік ауданның (куб мысалында) дисперсті фаза бөлшектерінің өлшеміне тәуелділігі

Кубиктер саны	Қабырға ұзындығы		Жалпы ауданы
1	1 см		6 см ²
1 000 (10 ³)	1 мм (10 ⁻¹ см)	-метр милли	60 см ²
1 000 000 (10 ⁶)	0,1 мм (10 ⁻² см)		600 см ²
1 000 000 000 (10 ⁹)	0,01 мм (10 ⁻¹ см)		6 000 см ²
1 000 000 000 000 (10 ¹²)	1 мм (10 ⁻¹ см)	-метр микро	6 м ²
1 000 000 000 000 000 (10 ¹⁵)	0,1 мм (10 ⁻¹ см)		60 м ²
- (10 ¹⁸)	0,01 мм (10 ⁻¹ см)		600 м ²
- (10 ²¹)	1 нм (10 ⁻⁷ см)	-метр нан	6 000 м ²
Бөлінетін бет болмайды	0,1 нм=1А (10 ⁻⁸ см)		0

Кесте 11 - Колоидтық химия бөлшектерінің пішініне байланысты сипаттамалары

Бөлшектің пішіні	Тұтқырлық коэффициенті $\eta = \eta_0(1 + \alpha\phi)$	k коэффициенті $S_{\text{менш.}} = S_0/V = k/a$	Өлшемдердің қатынасы	Толтырғыштардың мысалдары
Куб	4	6	$a=1$ $b=1$ $c=1$	Кальцит, дала шпаты
Сфера	2.5	6	$a=1$ $b=1$ $c=1$	Бор нитриді, силикагель
Призма	3-6	4	$a=1$ $b=1$ $c=1,5-4,0$	Кремний оксиді, барий оксиді
Талшық	3-6	4	$a=1$ $b=1$ $c > 10$	Асбест, базальт, бор, көміртек талшықтары
Пластина	5	2	$a=1$ $b=10-25$ $c=10-25$	Каолин, тальк, графит

Кесте 12 - Әр түрлі температурадағы судың беттік керілуі

Беттік керілу, Н/м	Температура, °С
0.07549	0
0.07474	5
0.07401	10
0.07326	15
0.07253	20
0.07178	25
0.07103	30
0.07029	35
0.06954	40
0.06986	45
0.0678	50
0.660	60
0.0642	70
0.0623	80

Кесте 13 - Әр түрлі температурадағы кейбір сұйықтықтардың тығыздығы, г/см³

Т, °С	Су	Метил спирті (абс.)	Этил спирті (абс.)	Бензол	Хлоро- форм	Толуол
10	0.9997	0.801	0.798	0.887	1.496	0.875
15	0.9992	0.799	0.794	0.883	1.486	0.870
16	0.9990	0.799	0.793	0.882	1.484	0.869
17	0.9988	0.798	0.792	0.882	1.480	0.867
18	0.9986	0.797	0.791	0.881	1.478	0.866
19	0.9984	0.796	0.790	0.880	1.476	0.865
20	0.9983	0.795	0.789	0.879	1.474	0.864
21	0.9980	0.795	0.788	0.879	1.472	0.863
22	0.9978	0.794	0.787	0.878	1.471	0.862
23	0.9976	0.793	0.786	0.877	1.469	0.861
24	0.9973	0.792	0.786	0.876	1.467	0.860
25	0.9971	0.791	0.785	0.875	1.467	0.859
30	0.9958	0.787	0.781	0.871	1.457	0.854

Глоссарий

Агрегаттық тұрақтылық – дисперсті жүйенің дисперсия дәрежесін уақыт өте келе өзгеріссіз сақтау қабілеті, яғни бөлшектердің мөлшері және олардың ерекшелігі. Коллоидтық жүйелер үшін агрегативті тұрақсыздық ерекше, өйткені лиофобты жүйелер фазалық шекарада бос энергияның үлкен қорына ие, нәтижесінде бөлшектердің агрегациялану (жабысу) процесі (адгезиясы) және нақты бетінің төмендеуі әрдайым мүмкін болады. Агрегаттық тұрақтылықты беру үшін тұрақтандырғыш жүйеге енгізу қажет.

Агрегация – дисперсті жүйе агрегаттық тұрақтылықты жоғалтқан кезде дисперсті фазаның бөлшектері арасындағы байланыстардың пайда болуы.

Адагуляция – дисперсті фазаның бөлшектері мен макроперстер арасындағы байланыстардың пайда болуы.

Адгезия – әртүрлі табиғаттың жанасуға әкелетін конденсацияланған фазалары арасындағы фазааралық өзара әрекеттесу. Яғни екі түрлі заттардың беттерінің жанасуымен механикалық беріктіктің пайда болуынан тұратын құбылыс.

Адсорбат – көлемдік фаза мен беткі қабат (адсорбция кезінде) арасында қайта бөлінетін зат.

Адсорбент – бетінде адсорбция жүретін зат. Агрегаттық күйі бойынша адсорбент қатты немесе сұйық болуы мүмкін. Адсорбциялық жүйеде беткі қабатты қалыптастыратын конденсацияланған фаза (қ-с және қ-г жүйелеріндегі қатты фаза; қ-с және с-г жүйелеріндегі сұйық фаза).

Адсорбтив – молекулалары адсорбцияланатын, бірақ әлі де көлемді фазада болатын зат.

Адсорбция-фазалық шекарада беттік керілуді төмендететін заттың шоғырлануы.

Аэрозоль – газды ортада (ауада) қалықтаған сұйық немесе қатты бөлшектерден тұратын дисперсті жүйе.

Беттік белсенді (активті) заттар (БАЗ) – молекулалары дифильді құрылымы бар органикалық заттар; адсорбция нәтижесінде беттік (фазалық) кернеуді төмендетеді.

Гель – (лат.қатаю,суыну) қатты денелердің қайсы бір қасиеттері (пішін, беріктік, серпімділігін сақтау) бар коллоидты дисперсті жүйе.

Гетерогенді жүйелер – бөлім бетімен бөлінген бірнеше фазадан тұратын термодинамикалық жүйелер.

Гидрокол – бұл су дисперсиялық ортадан және бөлшектердің мөлшері 1-100 нм болатын қатты дисперсті фазадан тұратын ультрамикроретерогенді жүйе.

Гидрофильді топтар – су ерітіндісінде қатты еритін функционалды топтар, су молекулаларымен әрекеттесу энергиясы үлкен.

Гидрофобты топтар – су молекулаларымен әлсіз әрекеттесетін, сулы ерітіндіде ылғалданбайтын және ісінбейтін функционалды топтар.

Десорбция – кері адсорбция құбылысы (адсорбаттың беткі қабаттан көлемдік фазаға ауысуы).

Деформация – жүйенің нүктелерінің салыстырмалы ығысуы, онда оның тұтастығы бұзылмайды.

Диализ – коллоидты бөлшектер өтпейтін жартылай өткізгіш септумның (мембрананың) көмегімен төмен молекулалы заттарды күлден таза еріткішпен алу. Ерітінді компоненттерін мембрана арқылы диффузияның әртүрлі жылдамдығына негізделген бөлу әдісі.

Дисперсияциялану – (лат. тарату) эмульгирлеу, эмульгация – қатты денелерді немесе сұйықтарды жіңішке жолмен майдалап, ұнтақтарды, суспензиялар мен эмульсияларды алу.

Золь – (лат. ажырату, ерітінді) ұсатылған қатты дене бөлшектері, сұйық тамшылары немесе газ көпіршіктері қандай ортада болмасын біркелкі таралған коллоидты жүйе. Зольдер - коллоидтық сипаттағы жоғары дисперсті (екі немесе одан да көп компоненттерді қамтитын) жүйелер, олар бір бірімен іс жүзінде араласпайды және химиялық реакцияға түспейді. Олардың өлшемі 1–100 нм (10^{-9} - 10^{-7} м) аралығын қамтиды.

Коагуляция (үю) – ДФ, әсіресе коллоидтық жүйелердегі бөлшектердің бірігу, ірілену, агрегаттарды түзу процесі

Конденсациялану – (лат. тығыздандыру) заттың газ күйінен сұйық немесе қатты күйге айналуы

Көбік – газ немесе бу көпіршіктерінің шоғырлануынан түзілген ұяшық құрылымды дисперсті жүйе. Көбіктер сұйық, гақ және қатты болуы мүмкін.

Мицеллалар – қатты агрегаттан және қос электр қабатынан тұратын күлдің дисперсті фазасының ерітілген бөлшектері.

Опалесценция – коллоидты ерітінділерде жарықтың шашырау құбылысы

Пептизация-агрегаттарды жеке бөлшектерге (зольге) бір мезгілде ұсақтай отырып, жаңадан түскен тұнбаның (гельдің) қалқыма күйге ауысу процесі.

Седиментация – ауырлық күшінің әсерінен өрескел (грубо) дисперсті жүйелерде дисперсті фазалық бөлшектердің орналасуы, бөлшектердің пайда болуы-кері седиментация (тұндыру). Бөлшектердің тұндыру жылдамдығы арқылы олардың радиусы есептеледі.

Сулану-сұйықтық қатты заттардың бетімен немесе біріншісінде ерімейтін басқа сұйықтықпен байланысқан кезде пайда болатын құбылыс. Бет пайда болған кезде фазадағы молекулалар арасындағы адгезия күштерін бұзуға энергия жұмсау керек.

Суспензиялар (жүзгіндер) – ДФ қатты, ДО сұйықтық болатын, седиментацияға (тұндыру) тұрақсыз, микрогетерогендік дисперсті жүйелер. Оларға цемент ерітінділері, эмальбояғыштар, пульпалар және т.б. жатқызуға болады.

Сірнелер – сұйық ДО тұратын, кеңістікке құрылым түзілетін жоғарғы дисперсті жүйелер.

Тұтқырлық – үйенің кейбір бөліктерінің басқаларына қатысты қозғалысына қарсылық.

Ультрафилтрация – қысыммен электродиализ. жоғары дисперсті көпкомпонентті сұйықтықтарды өткізу арқылы оларды шоғырландыру, тазарту және фракциялау әдісі.

Фаза – бірдей физикалық және химиялық қасиеттері бар және бөлу бетімен шектелген гетерогенді жүйенің гомогенді бөліктерінің жиынтығы. Бір фазадан тұратын жүйе гомогенді, ал екі немесе одан да көп фазадан тұратын жүйе гетерогенді деп аталады.

Флокуляция (лат. floculi-қабыршақ) – коагуляцияның бірінші кезеңі, онда бөлшектердің өзара әрекеттесуі дисперсиялық ортаның қабаттары арқылы жүреді. Бұл коагуляция қайтымды. Гельдің коллоидты ерітіндіге ауысуы пептизация деп аталады.

Хемосорбция – адсорбент пен адсорбат молекулалары арасында химиялық байланыс түзілуіне байланысты адсорбция, беттік химиялық қосылыстар түзіледі. Адсорбат молекулалары өздерінің даралығын жоғалтады, олар электрондар бере алады немесе алады, ыдырайды. Хемосорбция қайтымсыз процесс.

Электродиализ – сыртқы электр өрісін қолдану арқылы жылдамдатылған диализ.

Электрофорез – қолданылатын потенциалдар айырмашылығының әсерінен дисперсиялық ортаға қатысты дисперсті фаза бөлшектерінің бағытты қозғалысы. Медицинада ақуыздар мен минералды дисперсияларды фракциялау кезінде қолданылады.

Эмульсиялар – ДФ мен ДО өзара ерімейтін немесе нашар еритін екі сұйықтан тұратын жүйелер.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Мокрушин С. Г. Задачи по физико-химии коллоидно-дисперсных систем и поверхностных явлений / С. Г. Мокрушин. Выпуски 1–8. Свердловск: Изд-во УПИ им. С. М. Кирова, 1954–1978.
2. Нурушева А.Б. Коллоидтық химиядан зертханалық жұмыстар / А.Б. Нурушева. – Қостанай: ҚМПИ, 2013. – 98 б.
3. Шубенкова Е.Г. Коллоидная химия. Поверхностные явления : практикум / Е. Г. Шубенкова ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2015. – 64 с.
4. Марков В. Ф., Алексеева Т. А., Брусницына Л. А., Маскаева Л. Н. Коллоидная химия : примеры и задачи : [учеб. пособие] / К607 [науч. ред. В. Ф. Марков]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 188 с.
5. Қоқанбаев Ә. Қ. ҚК1 Коллоидтық химия курсы: Беттік құбылыстар, Дисперстік жү- йелер: Оқулық. — Алматы: ЖШС «Полиграфкомбинат», 2013. – 656 бет.
6. Ельцов С.В., Водолазкая Н.А. Физическая и коллоидная химия. Часть II. Коллоидная химия. Учебник по физической и коллоидной химии Харьковского национального университета имени В. Н. Каразина - 240 с. Часть II. Коллоидная химия. Харьков, 2005. - с. 145-240
7. Артамонова И.В., Мартынова Т.В., Плахотная Т.В., Горичев И.Г. Коллоидная химия. Учебное пособие. М.: МГТУ «МАМИ», 2010. 73 с.
8. Белопухова С.Л. Физическая и коллоидная химия : учебное пособие / под ред. С. Л. Белопухова ; Российский Государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева. – Москва : Проспект, 2016. – 208 с.