

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ХИМИЯ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ФАКУЛЬТЕТІ
ФИЗИКАЛЫҚ ХИМИЯ, КАТАЛИЗ ЖӘНЕ МҰНАЙ ХИМИЯСЫ
КАФЕДРАСЫ

«ФИЗИКАЛЫҚ ХИМИЯ» курсына
**«ҮШКОМПОНЕНТТІ ЖҮЙЕДЕГІ СҰЙЫҚТАРДЫҢ ӨЗАРА
ЕРІГІШТІГІН ЗЕРТТЕУ»**

зертханалық жұмысына әдістемелік нұсқау

Физикалық химия, катализ және мұнай химиясы кафедрасының отырысында
«25» тамызда 2015 ж., №1 хаттамада

Кафедра меңгерушісі _____ Аубакиров Е.А.

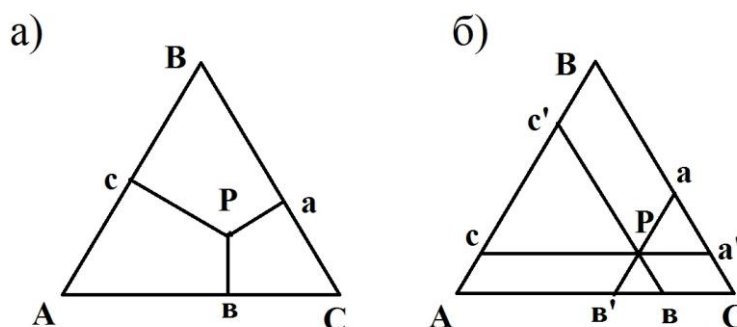
Химия және химиялық технологиялар факультетінің әдістемелік кеңесімен
«26» тамызда 2015 ж., №1 хаттамада мақұлданған

Төраға _____ Рахметуллаева Р.К.

1. Үшкомпонентті система құрамдарын кескіндеу тәсілдері.

Үшкомпонентті системаның құрамы жазық үшбұрышты диаграммада кескінделеді. Тең қабырғалы үшбұрыштың төбелері А, В, С таза заттарға сәйкес келеді. Төбелерді қосатын қабырғаларда үшбұрыштың жанас жатқан төбелеріндегі заттардан түзілген екікомпонентті системалардың құрамдары салынады. Үшбұрыштың ішінде орналасқан барлық нүктелер үшкомпонентті системаның құрамын білдіреді. Берілген нүктеге тиісті төбеге неғұрлым жақын орналасса, системадағы әрбір компоненттің проценттік мөлшері соғұрлым жоғары.

Үшкомпонентті система құрамын анықтаудың екі әдісі бар. Гиббс ұсынған әдіс бойынша дұрыс үшбұрыштың биіктігі 100% /немесе 1/ деп алынады. Бұл әдіс теңқабырғалы үшбұрыштың ішіндегі кез келген нүктеден /мысалы, 1-суреттегі Р нүктесі/ оның қабырғаларына түсірілген перпендикуляр ұзындықтарының қосындысы осы үшбұрыштың биіктігіне тең болатын қасиетіне негізделген.



1-сурет. Үштік системаның құрамын кескіндеуге арналған үшбұрыш.

Әрбір компоненттің Р нүктесіндегі проценттік мөлшері таза компонентке сәйкес келетін төбеге қарсы жатқан үшбұрыш қабырғасына осы нүктеден түсірілген перпендикулярдың ұзындығымен анықталады. 1-суретте P_a кесіндісі А компонентінің проценттік мөлшеріне, P_c – С компонентінің проценттік мөлшеріне сәйкес келеді.

Розебом әдісі бойынша дұрыс үшбұрыш қабырғасының ұзындығы 100% /немесе 1/ деп алынады. Р нүктесінен үшбұрыш қабырғаларына параллель жүргізілген кесінділерінің қосындысы $P_a - P_b - P_c$ немесе $P_a - P_b - P_c$ үшбұрыштың қабырғасына тең /тең қабырғалы үшбұрыштың басқа қасиеті/. 1б-суретте А компонентінің мөлшері – P_a немесе P_a кесінділерінің ұзындығына,

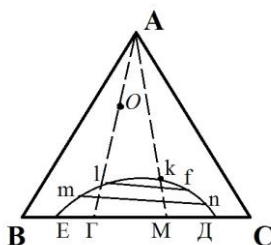
В компонентінің мөлшері – P_B немесе P_B кесінділерінің ұзындығына, С компонентінің мөлшері P_C немесе P_C кесінділерінің ұзындығына тең. Екі әдісте бірдей нәтиже береді, өйткені теңқабырғалы үшбұрыштың қабырғалары мен биіктіктері бір-біріне пропорционалды.

Үш сұйықтың өзара ерігіштігі

Егер үш компонентте сұйық болса, онда бірге қосылып құйылған бұл үш сұйықтық өзара ерігіштіктің үш негізгі типін береді: 1. А,В, және С заттары бір-бірінде ішінара араласатын сұйықтардың үш жұбын береді /яғни, бірде-бірі басқасында толық ерімейді/; 2. Үш заттан – А, В және С тек екеуінің ғана ішінара еритін жұптары бар /мысалы, А заты В-да және А заты С-да/, сонымен бірге бір-бірінде толық еритін /В заты С затында/ бір жұп болады; 3. Үш зат – А, В және С бір-бірінде ішінара еритін сұйықтардың небары бір жұбын береді /мысалы, В заты С-да/, қалған екі жұбы /А заты В-да және В заты С-да/ кез келген арақатынасына толық ериді.

Егер бензол /В/ мен суды /С/ бірге қосып араластырсақ, онда екі қабат пайда болады: жоғары қабат – судың бензолдағы қаныққан ерітіндісі, төмен қабат – бензолдың судағы қаныққан ерітіндісі. Үшінші компонент – ацетон /А/ кез келген проценттік құрамда жеке сумен немесе бензолмен араластырғанда екеуінде де толығынан ериді.

А, В және С үш сұйықтықтың өзара ерігіштігі диаграммасы ерігіштіктің соңғы типі үшін 2-суретте көрсетілген /өзара ерігіштіктің басқа типтері диаграммаларын әжебиеттен қараңыз /1-3//.



2-сурет. Сұйықтардың бір жұбының ерігіштігі шектеулі жағдайдағы үш сұйықтықтың ерігіштік диаграммасы.

Ерігіштік қисығы /изотерма/ ЕКД диаграмманы екі бөлікке бөледі. Оның үстінде орналасқан аймақ шектеусіз /толық/

ерігіштікке сәйкес келеді. В және С компоненттері іс жүзінде бір-бірінде ерімейтін жағдайда, Е және Д нүктелері тиісінше В және С нүктелерімен түйіседі. Бұл диаграмма сырттай қарағанда екі сұйықтықтың ерігіштігі диаграммасына ұқсайды, бірақ шын мәнінде одан айырмашылығы бар. Біріншіден, ол ВС-ға қарсы жаққа қарай изотермалық болып табылады, онда температура емес /екі сұйықтықтың өзара ерігіштігі кезінде/ үшінші компоненттің концентрациясы салынған. Басқаша айтқанда, екі сұйықтықтың ерігіштігі жағдайында өзара ерігіштіктің артуына – температураның көтерілуі, ал бұл жерде үшінші компонент – гомогенизатордың қосылуы әсерен тигізеді. Екіншіден, 2-суретте ЕК және ДК қисықтарындағы тепе-теңдік фазаларының құрамын беретін нүктелерді қосатын коннодалар горизонталь орналаспаған. Соның өзінде олардың көлбеуі тепе-теңдік ерітінділердің құрамдары бірдей /барабар/ болатын К кризистік нүктесіне жақындаған сайын өзгереді. Бұл ерекшелік құрамдары Е және Д ерітінділерінде В-ның ерігіштігі әртүрлі /2-суретте көрсетілген система үшін В-ға бай ерітінділерінде С-ға бай ерітінділерге қарағанда А-ның ерігіштігі жоғарылау/. Сондықтан К нүктесі асимметриялы орналасқан.

ГД/ЕГ пропорциясында Е/С заты В-да/ және Д/В заты қаныққан ерітінділерінен тұратын Г гетерогенді қоспасына А затын қосу процесін қарастырайық. В сұйықтығы шамамен қоспада 75% В, 10/А және 15/С болатындай мөлшерде қосылды делік. Сонда қоспаның құрамы И нүктесіне сәйкес келетін болады, яғни және п қаныққан ерітінділер тепе-теңдікте болады: бірінші ерітінді екіншіге қарағанда 7 есе көп, өйткені рычаг ережесі бойынша:

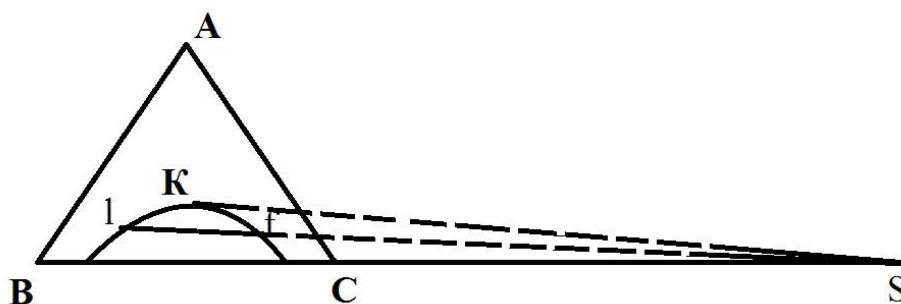
$$\frac{\text{М ерітіндісінің мөлшері}}{\text{П ерітіндісінің мөлшері}} = \frac{\text{ИП кесіндісінің ұзындығы}}{\text{МИ кесіндісінің ұзындығы}}$$

А компонентін одан әрі қосқанда құрамы үшбұрыштың А төбесіне қарай өзгереді, ал В компонентіне бай ерітінді үлесі кемиді нүктесінде система бір фазалығы айналып, ал С компонентіне бай жоғалып бара жатқан еріткіштің соңғы тамшысының құрамы болады.

Егер О нүктесіне жеткен сәтте А компонентін қосу тоқтатылса, онда бұл гомогенді системада /құрамы О/ шамамен 35% В, 10% С және 55% А болады. Бұл айтылғаннан бастапқы қоспаның құрамы Е мен М арасында болатын барлық жағдайларда С-ға бай қаныққан ерітіндінің жоғалуы есебінен система гомогенденеді деген

қорытынды туады. Егер система нүктесі М және Д арасында жататын болса, онда В-ға бай ерітіндінің жоғалуы нәтижесінде система екі фазалыдан бір фазалыға айналады. Ақырында, құрамы М қоспа оған А компонентін қосқанда фазалардың біреуінің жоғалуы есебінен емес, олардың құрамының тепе-теңденуінен біртектіге айналады /К кризистік нүктесінде/.

Тарасенков ережесі бойынша, екі тепе-тең қабаттардың /коннодалардың/ құрамдарын қосатын сызықтар диаграмманың бір мезгілде екі шектеулі еритін В және С сұйықтарының қос араласқан ерітінділерінің коннодасы болып табылатын бір нүктеде /S/ қиылысады /3-сурет/ нүктесінен ерігіштік қисығына жүргізілген жанама кризистік К нүктесінің орнын көрсетеді.



Жұмыстың мақсаты: Үш сұйықтың өзара ерігіштігін анықтап, ерігіштік диаграммасын құру. Қосарласқан ерітінділердің құрамдары мен кризистік нүктесінің орнын анықтау.

Приборлар мен ыдыстар: Тығындары бар пробиркалар – 8 дана, бюреткалар – 3 дана, 50 мл-лік бөлгіш воронка, тығындары бар 30-50 мл-лік конус тәрізді колбалар – 2 дана.

Реактивтер: А – ацетон, сірке қышқылы, диоксан; В – толуол, ксилол, хлороформ; С – су.

Жұмыстың орындалу реті: Ерігіштік құрамы әр түрлі екі сұйықтың біркелкі /гомогенді/ қоспаларын үшінші компонентпен титрлеу арқылы анықтайды. Ерітінді лайланғанға дейін титрлейді /бұл кезде ерітінді асып кеткенше титрленбеуін қадағалау керек/; лайдың пайда болуы екінші фазаның түзілгенін көрсетеді /системаның гомогендіден гетерогендіге ауысуы/.

Тәжірибенің екі сериясын жасау керек: А мен В қоспаларын С затымен титрлеу және А мен С қоспаларын В затымен титрлеу /оқытушының нұсқауы бойынша/. Содан кейін А-В және А-С екі компонентті қоспаларының жиынын /наборын/ 30:70, 45:55, 60:40, 70:30, 80:20, 85:15, 90:10 және 95:5 көлемдік қатынастарында

әзірлеуге кірісу керек. Әрбір қоспадағы В мен А /А мен С/ мл мөлшерін олар қоспада әр уақытта 5 мл /А-В=5 мл/ болатындай есептеу керек. Ол үшін әр бір сұйықтықты қоспалардың жеке бюреткаға құяды. Алдымен қоспалардың бірінші сериясын /А мен В/ құрастырады, олардың әрқайсысын тиісті бюреткалардан тығыз тығыны бар пробиркаларға құйып алады. Бұл қоспалары үшінші компонентпен /С/ титрлейді.

Содан кейін А мен С сұйықтарының қоспаларын құрастырып, оларды В затымен титрлейді. Тәжірибелердің нәтижелерін мына таблицаға түсіреді.

Тәжірибелердің бірінші сериясы

Пробирка нөмірі	Компоненттердің мөлшері	Компоненттердің салмақ мөлшері		
№	А, мл В, мл С, мл А, г В, г С, г	А	В	С

Тәжірибелердің екінші сериясы

Пробирка нөмірі	Компоненттердің мөлшері	Компоненттердің салмақ мөлшері		
№	А, мл В, мл С, мл А, г В, г С, г	А	В	С

Содан кейін миллилитрлерді компоненттердің грамм мөлшеріне айналдырып қайта есептеп /сұйықтардың тығыздықтары арқылы/ қоспалардағы әрбір компоненттің салмақ проценттерін анықтайды. Компоненттердің алынған проценттік мөлшерлері бойынша алдын ала масштабтық тор түсірілген тең қабырғалы үшбұрышты лекалдың көмегімен ерігіштік қисығын ЕКД сызып салады.

Қосарласқан ерітінділерінің құрамы мен кризистік нүкте орнын анықтау

Тығыз тығыны бар 25 мл-лік конус колбада құрамы шектеулі ерігіштік аймағында /ерігіштік қисығы астында/ жатуы тиісті А, В және С қоспасының /25 г/ әзірлейді. Ол үшін ерігіштік диаграммасының гетерогенді аймағында жататын /мысалы, 3-суреттегі Р нүктесі, нүктені оқытушының айтуымен/ таңдап алып

және осы нүктедегі А, В және С мөлшерін біле отырып, 25 г қоспа әзірлеу үшін әр компоненттің қажет мөлшерін /граммен/ есептейді. Содан кейін массаны миллиметрге айналдырып қайта есептеп, әрбір сұйықтықты бюреткадан алады. Содан кейін қоспаны 15 мин. бойы мұқият араластырып, бөлгіш воронка арқылы екі қабатқа бөліп, тефникалық өлшеу арқылы төменгі және жоғарғы қабаттардың массаларын анықтайды.

Екі қабаттың массалары мен олардың ара қатынастарын біле отырып, рычаг ережесінің көмегімен қосарласқан фазалардың құрамдарын /дәлірек айтқанда, құрамдарға сәйкес келетін нүктелерді/ анықтайды. Ол үшін бөлектері бар сызғышты диаграммаға бастапқы нүкте арқылы өтетіндей етіп орналастырады. Содан кейін сызғышты әрбір қабаттың салмақ арақатынасына сәйкес келетіндей кесінділер / l_p және rf / арақатынасы алынғанға дейін нүктенің айналасында айналдырады: қабатының /мысалы, жоғарғы қабаттың/ массасының қабатының /мысалы, төменгі қабаттың/ массасына қатынасы rf кесіндісі ұзындығының l_p кесіндісінің ұзындығына қатынасына тең болу керек /ауырлау В және С сұйықтығынан құралған ерітінді төменгі қабатты, жеңілдеу сұйықтыққа бай ерітінді төменгі қабатты түзеді/. Осылайша табылған нүктелер / l және f / арқылы коннода жүргізіп, ВС қабырғасының жалғасымен қиылысқанша созады. Қиылысу нүктесінен ерігіштік қисығына жанама жүргізіп, осылайша К кризистік нүктесінің құрамын анықтайды.

Бақылау сұрақтары

1. Гиббс әдісі және Розебом әдісі бойынша үшкомпонентті системаның құрамы қалай кескінделеді?
2. Бір жұп шектеулі және екі жұп шектеусіз еритін сұйықтар жағдайында үш сұйықтықтың ерігіштік диаграммасы қандай түрде болады?
3. Коннода дегеніміз не?
4. Үш сұйықтық ерігіштігі диаграммасының екі сұйықтық ерігіштігі диаграммасынан қандай айырмашылығы бар?
5. Кризистік нүкте дегеніміз не?
6. Егер берілген құрам нүктесі қисықтан тыс және кризистік нүктеде жатса, системаның қанша еркіндік дәрежелері болады?

7. Қосарласқан қабаттардың құрамдары мен кризистік нүктенің орнын эксперименттік жолмен анықтау үшін рычаг ережесі қалай қолданылады?

Сұйық күйдегі өзара ерігіштігі шектеулі екі компонентті жүйелер

Сұйықтардың бір-бірінде өзара ерігіштігі әр түрлі болуы мүмкін. Кейбір сұйықтар бір-бірімен кез келген ара қатынаста араласады /Су-ацетон, су-спирт және т.б./, басқа сұйықтар іс жүзінде бір-бірінде ерімейді /су-бензол/. Үшінші типті сұйықтардың өзара ерігіштігі шектеулі. Мұндай жүйелер температуралар мен концентрациялардың белгілі бір аймағында екі сұйық қабатқа бөлінуімен сипатталады. Сұйық екі фазала тепе-теңдік аймағын шектейтін қисық бинодальді қисық деп аталады. Жүйенің қасиеттеріне қарай бинодальді максимум арқылы /бұл жағдайда жоғары кризистік температурасы бар жүйемен, мысалы, фенол-су, жұмыс істейміз немесе минимум арқылы жүйенің төменгі кризистік температурасы болады, мысалы, үш этиламин-су/ етуі мүмкін.

Тұйық қабаттасу аймағы бар жүйелер сирек кездеседі, олар ерігіштіктің жоғары және төменгі кризистік температурасы болумен сипатталады. Оған су-никотин жүйесі мысал бола алады.

Тұрақты температура кезінде бинодальді қисықтың екі нүктесін қосатын түзу нода деп аталады. Бұл нүктелер берілген температурадағы екі тепе-тең фазаның құрамдарына сәйкес келеді. Сөйтіп, бинарлы жүйеде екі тепе-тең фазаның құрамдарын анықтау үшін температураның қажетті мәнінде абцисса осіне параллель түзу жүргізіп, оның бинодальді қисықпен қиылысу нүктелерінен құрамның осіне перпендикуляр түсіру жеткілікті. Тепе-тең фазалардың құрамдары тек температура мәнімен ғана анықталатындықтан, қоспаның бастапқы жалпы құрамының маңызы болмайды /1-суретті қара/. Егер $a\%$ А компоненті бар қоспа $c\%$ С компоненті бар қоспаны алатын болсақ, бірдей температурада екі қоспа үшін де қабаттардың құрамы бірдей / X_1 және X_2 / болады, олардың тек массалары ғана өзгереді. Температура көтерілгенде шектеулі еритін сұйықтардың өзара ерігіштігі түрліше өзгереді.

Егер жүйенің жоғары кризистік температурасы болса, онда температураның жоғарылауы компоненттердің өзара ерігіштігінің артуына әсерін тигізеді. 2-суреттен температураның артуымен тепе-тең қабаттардың құрамдары бірте-бірте жақындасып, $t=T_{кр.}$ кезінде барабарланатыны, яғни сұйықтардың толық өзара ерігіштігі пайда болатындығы көрінеді. Егер жүйенің төменгі кризистік температурасы болса, онда сұйықтардың өзара ерігіштігі

температураның төмендеуіне қарай артады. Ерігіштіктің төменгі кризистік температурасы және одан төмен температураларда сұйықтар бір-бірінде шексіз ериді /3-сурет/.

Жүйенің кризистік температурасы мен кризистік құрамын табу үшін Алексеевтің жарты диаметр ережесін пайдаланады: бірнеше нода жүргізіледі /температуралардың бірдей интервалдары арқылы жүргізілетіні дұрыс/, әрбір нода қақ бөлініп, нодалардың ортасы арқылы бинодальмен қиылысқанша бірқалыпты қисық жүргізіледі. Қиылысу нүктесінің координаттары жүйенің кризистік температурасы мен кризистік құрамын береді /4-сурет/.

Жұмыстың мақсаты: екі шектеулі араласытын сұйықтардан құрастырылған жүйелердегі өзара ерігіштікті зерттеу.

Приборлар мен ыдыстар: термометр, сулы жылытқыш, қабаттасатын сұйықтары бар дәнекерленіп бітелген ампулалар жиыны.

Реактивтер: су, фенол, анилин, гептан, гексан.

Өлшеулер әдістемесі: шектеулі еритін сұйықтардың өзара ерігіштігін зерттеу В.Д.Алексеев ұсынған визуальды-политермиялық әдіспен жүргізіледі. Бұл әдістің мәні мынада: А және В компоненттерінің ара қатысы әртүрлі бірқатар қоспа әзірленеді. Қоспаларға ампулаларға дәнекерленеді. Ампулуларды термометрі бар сулы жылытқышқа қойып, температураны көтереді. Термометрмен жылытқыштағы судың температурасын анықтайтындықтан, ампула ішіндегі мен сулы жылытқыш арасындағы термиялық тепе-теңдікті бұзбау үшін температураны жайлап көтеріп, жайлап төмендету керек. Гомогендену /біртектену, біртегістену/ температурасына жеткенде ампула ішіндегі қоспа мөлдірлену. Гетерогендену температурасын алу үшін ампуланы лай пайда болғанша жайлап суытады. Осылайша барлық ампулалардың гомогендену және гетерогендену температураларын анықтайды. Гомогендену мен гетерогендену температуралары бір-біріне тең болу керек. Іс жүзінде табылған температура мәндерінің бір-бірінен айырмасы болады, оның /айырманың/ шамасы эксперимент жүргізілген жағдайға байланысты. Тез қыздырғанда гомогендену температурасы нақты гомогендену температурасымен салыстырғанда - көтеріңкі, ал тез суытқанда гетерогендену температурасының мәндері нақты гетерогендену температурасы мәндерінен төмен болады.

Жұмыстың орындалу реті.

1. Барлық қоспалардың гомогендену және гетерогендену температураларын өлшеу /мәндеріндегі айырма 1-1,5°C аспауы тиіс/.
2. Температуралардың орташа мәндерін есептеу.
3. Қажет болған жағдайда көлемдік проценттерді салмақ проценттеріне айналдырып қайта есептеу.
4. Алынған деректерді таблицаға түсіру.

А-ның проценттік құрамы		Гомогендену температурасы	Гетерогендену температурасы	Орташа ерігіштік температурасы
А-ның %-тік көлемі	А-ның %-тік салмағы			

5. Жүйенің ерігіштік температурасының құрамына тәуелділігі графигін салу.
6. Алексеевтің жарты диаметр әдісі бойынша жүйенің кризистік температурасы мен кризистік құрамын табу. Алынған эксперименттік деректерді әдеби деректермен салыстыру.