

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

**әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың
Академиялық комитетінің
2020 ж. « 22 » 06 мәжілісінің
№ 6 хаттамасымен
бекітілген
Оқу ісі жөніндегі проректор
_____Хикметов А.Қ.**

**«8D07103 – ЖАРЫЛҒЫШ ЖӘНЕ ПИРОТЕХНИКАЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ
ХИМИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫ» МАМАНДЫҒЫ БОЙЫНША
ДОКТОРАНТУРАҒА ТҮСУШІЛЕРГЕ АРНАЛҒАН МАМАНДЫҚ БОЙЫНША
ТҮСУ ЕМТИХАНЫНЫҢ
БАҒДАРЛАМАСЫ**

АЛМАТЫ 2020

Бағдарлама «6D073400 – Жарылғыш және пиротехникалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша Мемлекеттік жалпы білім беру стандартына сәйкес жасалған.

Бағдарламаны х.ғ.к., доцент Төлепов М.І., х.ғ.д., профессор Мансұров З.А., х.ғ.к., доцент м.а. Кудиярова Ж.Б. құрастырған.

Бағдарлама химиялық физика және материалтану кафедрасы мәжілісінде қарастырылған

_____ № ____ Хаттама
Кафедра меңгерушісі _____ Төлепов М.І.

Химия және химиялық технология факультеттің әдістемелік бюросында мақұлданған

20__ ж. ____ № ____ Хаттама
Әдістемелік бюро төрағасы _____ Мангазбаева Р.А.

Ғылыми кеңес мәжілісінде бекітілген

20__ ж. ____ № ____ Хаттама
Ғылыми кеңес төрағасы,
Факультет деканы _____ Тасибеков Х.С.
Ғалым хатшы _____ Түсіпбекова А.С.

МАЗМҰНЫ

1. Мамандық бойынша түсу емтиханының мақсаттары мен міндеттері

Оқуға түсушілердің химия, физика – жаратылыстану ғылымдары бағыты бойынша магистр дипломы болу керек.

Ең жоғарғы, бірақ білім алуға жағдай жасайтын, Қазақстан мен басқа да елдердің пиротехникалық құралдар мен жарылғыш заттар облысында химияның ең жақсы оқушыларына қызықты академиялық стандартқа сай мамандарды дайындау.

2. PhD докторантура түсетін тұлғалардың дайындық деңгейіне қойылатын талаптар

Жүйелі түрде химия, физика, наноматериалдар және нанотехнология негіздері туралы, бейорганикалық, органикалық, жоғарғы және төменгі молекулярлы нанокұрылымды қосылыстар туралы, көміртекқұрамды наноматериалдар және сол зат негізіндегі композициялар туралы білімнің болуы, ғылыми зерттеулер және іздеулер үшін қолданылатын әдістердің толық түсінетіндігін көрсете білу.

Оқуға түсу емтиханының формасы – жазбаша емтихан. Емтихан тапсырушылар емтихан билеттеріндегі сұрақтарға жауаптарын жауап парақтарына жазады және оларды емтихан комиссиясы шифрланған түрде тексереді.

3. Білім беру бағдарламасының пререквизиттері

«Жану, детонация және жарылыс процестерінің замануи мәселелері «Пиротехникалық заттар және құралдар-жіктелуі, есептелуі, өндірістік негізі». «Физикалық химияның қазіргі кездегі мәселелері».

4. Емтихан тақырыптарының тізімі

«Жану, детонация және жарылыс процестерінің замануи мәселелері» пәні

1. Жану процестерінің негіздері.

Жалындардың феноменологиясы. Жалынның қозғалыс бойынша: турбулентті және ламинарлы, құрамы бойынша: стехиометриялық, бай және кедей түрлері. Детонация туралы түсінік. Соқпа және детонациялық толқындар. Соқпа толқынның пайда болуы. Детонация жылдамдығы. Гюгонио адиабатасы. Жарылғыш заттардың детонация ерекшеліктері.

2. Беттегі реакциялар.

Платина бетінде сутегінің тотығу реакцияларының механизмі. Химиялық кинетика мен реакция механизмдері (қысқаша сипаттама). Квазистационарлы күй. Реакция механизмдерінің анализі. Сезімталдықты анализдеу. Метан-этан-ауа жалынының жылдамдығына мысал.

3. Жалындардың негізгі түрлерінің сипаттамасы.

1. Алдын-ала араластырылған қоспаның ламинарлы жалындарының құрылымы мен таралу жылдамдығы. Тұтану процестері. Тұтанудың кешігу шектері мен уақыты. Тұтандырудың минималды энергиясы. Ұшқындық тұтандыру. Тұтанудың P-T диаграммасы. Тұтану шегін зерттеу үшін құрылғының сызбасы $C_3H_8 + O_2$, тұтану диаграммасы.

4. Турбулентті әрекеттесуші ағындар.

Турбуленттіктің модельдері мен масштабтары. Алдын-ала араласпаған қоспада өтетін химиялық процестер. Алдын-ала араласқан қоспаның жалындарының түрлері. Микроламинарлы жалынның модельдері. Турбулентті жалынның таралу жылдамдығы.

5. Әртүрлі отындардың жануы және зиянды өнімдердің түзілуі.

Тамшылар мен аэрозольдердің жануы. Көмірдің жануы. Көмірсутектердің жоғары температурада тотығуы. Төмен температуралық тотығу.

6. Күйе түзілу механизмдері.

Электр өрісінде көмірсутектердің жануы кезінде күйе бөлшектерінің түзілуі. Күйе түзілу механизмдері: ацетиленді, ароматты, карбенді.

7. Көмірсутектер жалындарында фуллерендер түзілуі.

Жану нәтижесінде азот оксидтерінің түзілуі. Іштен жану қозғалтқыштарындағы жану. Детонация. Көмірсутектер жануы кезінде күйе түзілу. Реактордың сызбанұсқасы. Күйені таңдау әдістемесі, полициклді ароматты көмірсутектердің экстракциясы (ПЦАК). Температуралық профиль, кері температуралық коэффициент.

8. Макрокинетика

Тербелмелі химиялық реакциялар. Суық жалындар. Көмірсутектер жанғанда күйенің түзілуі. Фуллерендердің жану режимінде түзілуі. Қоршаған ортаның азот оксидтерімен ластануы. Азот оксидтерінің түзілу механизмдері.

9. Өздігінен таралатын жоғары температуралық синтез (ӨЖС).

ӨЖС процестерінің физика-химиялық негіздері. ӨЖС процестерінің жалпы сипаттамалары, композиттік материалдар алудың дәстүрлі әдістерімен салыстырғанда артықшылықтары. ӨЖС жүйелерінің жану заңдылықтары.

10. Күйе түзілу.

Көмірсутектер жанғанда күйенің түзілуі. Метанның төмен температуралы жану кезінде күйенің түзілуі. Күйе түзілу механизмі. Фуллерендердің жану режимінде түзілуі.

«Пиротехникалық заттар және құралдар - классификациясы, есептеу, өндірістің ерекшелігі» пәні

1. Пиротехника туралы жалпы түсінік және пиротехникалық заттарды белгілеу.

Пиротехника туралы жалпы түсініктер. Пиротехника тарихынан кейбір деректер. Пиротехникалық заттардың ұрысқа қолданылуы бойынша классификациясы. Әрекет ету сипаты бойынша пиротехникалық құрамдардың классификациясы. Пиротехникалық құрамдарға жалпы талаптар.

2. Пиротехникалық құрамдардың негізгі сипаттамалары.

Тотықтырғыштар. Тотықтырғыштардың жіктелуі, тотықтырғыштарға қойлатын техникалық талаптар. Тотықтырғыштардың гигроскоптылығы. Ылғалдылық, ылғалдылықты өлшеу тәсілдері. Жанғыштар. Жанғыштарды таңдау және жіктеу. Жоғары калориялы жанғыштар. Орташа калориялы бейорганикалық жанғыштар. Органикалық жанғыштар. Металдар ұнтақтарына қойылатын техникалық талаптар. Метал ұнтақтарының өндірісі.

3. Пирокұрамдардың компоненттері.

Цементаторлар және флегматизаторлар. Пиробұйымдардың беріктілігіне әсер ететін факторлар. Байланыстырғыштардың ролі, олардың жіктелуі және қасиеттері. Нығыздалған бұйымдардың беріктілігін зерттеу әдістері.

4. Пиротехникалық құрамдарды есептеу.

Қос қоспа. Қос қоспаны стехиометриялық теңдеу бойынша есептеу. Үштік және көп компонентті қоспалар. Үштік және көп компонентті қоспаларды тәжірибелік есептеу.

5. Пирокұрамдар жануының негізгі сипаттамалары.

Пирокұрамдардың жану жылуы. Гесс заңы. Пирокұрамдардың жану температурасы. Құрамдардың тағайындалуы мен жану температурасы арасындағы байланыс. Пирокұрамдардың жану жылуы мен температурасын тәжірибелік анықтау және теориялық есептеу. Пиротехникалық құрамдардың жарқ ету температурасы. Пиротехникалық құрамдардың детонация жылдамдығы, бризанттылығы және фугасты әрекеті.

6. Пирокұрамдардың физикалық және химиялық тұрақтылығы.

Пирокұрамдардың физикалық және химиялық тұрақтылығына әсер етуші факторлар. Құрамдар тұрақтылығын жоғарылату тәсілдері. Пиротехникалық құрамдардың физикалық және химиялық тұрақтылығын бағалау. Гигроскоптылықты және химиялық тұрақтылықты анықтау әдістері. Рұқсат етілетін сақтау мерзімдері. Сулау үлгісі арқылы пиротехникалық құрамдардың тұрақтылығын анықтау.

7. Пирокұрамдардың жануы.

Пирокұрамдардың жану механизмі. Жану жылдамдығына әсер етуші факторлар. Пирокұрамдардың жарылғыштық қасиеттері. Пиротехникалық құрамдарды жарылғыштық қасиетін анықтау үшін сынау. Жанудың жарылысқа өту жағдайлары.

8. Пирокұрамдардың сыртқы әсерге сезімталдығы.

Пирокұрамдардың бастапқы импульске сезімталдығына әсер етуші факторлар. Пиротехникалық құрамдардың механикалық және жылулық әсерге сезімталдығын анықтау. Жану жылдамдығына әсер етуші факторлар. Пиротехникалық құрамдарды жарылғыштық қасиетіне сынау. Жанудың жарылысқа өту жағдайлары.

9. Жану реакциялары және пиротехникалық құрамдардың рецептураларын құру әдістемесі.

Жану процесі және жалынның пайда болуы. Қос қоспалардың жануы. Қос қоспаларды есептеу. Үштік және көпкомпонентті қоспалар. Пиротехникалық құрамдардың рецептураларын құру. Жану реакциясы теңдеуін құру. Пиротехникалық құрамдардың оттекті балансы. Оттекті балансы теріс құрамдар. Металхлоридті құрамдар. Фтор балансты құрамдар.

10. Пиротехникалық құралдар өндірісінің ерекшеліктері.

Пиротехникалық өндірістің технологиясы мен жабдықтары. Пиротехникалық өндіріске қойылатын жалпы талаптар. Компоненттерді даярлау, құрамдарды дайындау, жабдықтау, бұйымдарды жинау.

11. Пиротехникалық өндірістер.

Нитроцеллюлозалы оқ дәрілер, жіктелуі, нитроцеллюлозалы оқ дәрілердің компоненттері. Пироксилинді оқ дәрілер өндірісі. Нитроцеллюлозалы оқ дәрілердің қасиеттері. Оқ дәрілердің қолданылуы. Түтінді оқ дәрінің құрамы мен компоненттері. Түтінді оқ дәрінің өндірісі мен қолданылуы.

12. Пиротехникалық құрамдардың қолданылуы.

Химиялық заттар алуға арналған құрамдар. Пиротехникалық құрамдардың энергиясын пайдалану. Сіріңкелі құрамдар. Фейерверкті құрамдар.

13. Тұтанғыш заттар және құрамдар.

Тұтанғыш заттар, олардың тағайындалуы және қолданылуы. Тұтанғыш және өтпелі құрамдар. Майлау және опалау құрамдары.

«Физикалық химияның қазіргі кездегі мәселелері» пәні

Әдістердің жалпы сипаттамасы мен жіктелуі. Химиялық реакциялардың жаңа типтерінің механизмі. Химиялық реакциялардың реттеу тәсілін өзгерту арқылы. Перспективалық жаңа материалдарды зерттеу заттарды синтездеу мен ерекше қасиеттеріне және функционалдық олардың негізінде: Жоғары температуралы жедел өткізгіштер, керамика, әйнек, композиттер термоэлектрики наноматериалы клатратылар супрамолекулярные қорытпалары, қоспалары; Кластерлер фуллерены көміртегі және неуглеродные нанотүтікшелер, асакергелер.

1. Атомды спектроскопия.

Атомды-эмиссиялық спектроскопия. Энергия деңгейлерінің жалпы сипаттамалары. Ауысулардың ықтималдықтары және спектрлердегі интенсивтіктер. Таңдап алу ережелері. Эмиссиялық анализде қолданылатын аспаптардың блок-сызбасы. Аспаптардың негізгі элементтерінің сипаттамалары. Химиялық элементтерді анықтау. Атомды-абсорбциялық спектроскопия. Атомизаторлар.

2. Тербелмелі спектроскопия әдістері. ИҚ-спектрлер және жарықты комбинациялық шашырату

ИҚ және КШ-спектроскопия әдістерінің мүмкіндіктері, оларды химияда қолдану. Молекулалардың қалыпты тербелуінің жиілігі және түрі. Молекулалардың симметриясын есепке алу. Молекуланың нормальды тербелістерін тәжірибелік мәліметтер бойынша анализдеу. ИҚ және КШ-спектрлерді салыстыру және молекуланың симметриясы жөнінде қорытынды жасау. ИҚ және КШ-спектроскопияның техникасы мен әдістемесі.

3. ИҚ-спектроскопияның аппаратурасы, мөлдір материалдар.

Қосымша құралдар, үлгілерді дайындау. НПВО әдісі. Алыс ИҚ-облысы техникасының ерекшеліктері. КШ-спектроскопияның аппаратурасы, лазерлік қоздырғыштардың артықшылықтары. ИҚ және КШ-спектроскопия әдістерін салыстыру, олардың құндылықтары мен кемшіліктері.

5. Электронды спектроскопия әдістері. УК-спектроскопия.

Эмиссиялық УК-спектроскопия әдісін екі атомдық молекулаларды зерттеуде қолдану. Көрінетін облыстағы абсорбциялық спектроскопия. Көрінетін және УК-облыстарда қолданылатын абсорбциялық спектроскопияның техникасы мен әдістемесі. Зерттелетін үлгілер. Әдістің сезімталдығы, оның құндылықтары мен кемшіліктері.

6. Комбинациялық шашыратудың айналмалы спектрлері.

Тәжірибенің сызбасы. Лазерді пайдалану. Спектрді алу шарттары. Таңдап алу ережелері. Комбинациялық шашыратудың айналмалы спектрінің жиіліктері үшін теңдеулер. Сызықтық молекулалар жағдайы. Полюссіз молекулалардың геометриялық параметрлерін анықтау. Әдістің шектері.

7. Эмиссиялық спектроскопия мен жалынды фотометрия.

Жартылай сандық және сандық анализ, олардың анализ кезіндегі айырмашылығы. Заттар спектрлері мен олардың қасиеттері. Энергия деңгейлерінің негізгі сипаттамалары. Спектрлердегі ауысулар мен қарқындылық ықтималдығы. Эмиссиялық анализ блок-схемасы. Қондырғының негізгі элементтерінің негізгі сипаттамалары. Химиялық элементтерді анықтау.

8. Электронды парамагнитті резонанс әдісі.

Электрондық парамагниттік (спиндік) резонанс және ядролық магниттік резонанс құбылыстарының физикалық негіздері. Ядролар мен электрондардың спиндері мен магниттік моменттері. g-фактор және оның мәні. g-фактордың анизотропиясы. Спин-орбиталь байланысы. Спиндік күйлерді тұрақты магниттік өрісте азғындықтан босату. ЭПР шарты. Энергия деңгейлерінің электрондармен толықтырылуы, қанығуы, релаксациялық процестер және сигналдың ені. Сызықтың түрі. ЭПР сигналының электрон бір немесе бірнеше ядромен әрекеттескендегі аса нәзік бөлінуі (АЖҚ). Мультиплет компоненттерінің саны, интенсивтіктерінің таралуы. АЖҚ тұрақтылары. ЭПР-спектрометрінің блок-сызбасы, тәжірибенің ерекшеліктері, әдістің құндылықтары мен шектері.

9. ЯМР әдісі

ЯМР шарты. Релаксация процестері. ЯМР спектрлердегі химиялық ығысу және спин-спиндық бөліну. Ядроны экрандау тұрақтысы. Салыстырмалы химиялық ығысу, оны анықтау және химияда пайдалану. Ядролардың спин-спиндық әрекеттесуі, оның табиғаты, мультиплет компоненттерінің саны, интенсивтіктерінің таралуы, қосындылар ережесі. ЯМР-дің бірінші және бірінші емес ретті спектрлерін талдау. Протондық магниттік резонанс, ^{13}C және басқа ядролардағы ЯМР. Қос резонанс әдісі. Тәжірибенің техникасы мен әдістемесі. Ямр-спектрометрдің блок-сызбасы, спектрометрлердің түрлері. Үлгілер түрі. Құрылымдық анализ. Комплекс түзілу процестерін зерттеу. Тез өтетін процестерді зерттеу. ЯМР спектрлерді химияда қолдану. Ядролардың химиялық поляризациясы. ЯМР әдісін басқа әдістермен салыстыру, оның құндылықтары мен кемшіліктері. Лазерлік магниттік резонанс (ЛМР) спектроскопияның принциптері.

10. Газдық хроматография әдісі

Хроматографиялық процестердің физика-химиялық негіздері. Хроматография әдістерінің жіктелуі. Хроматографиялық шыңның параметрлері. Газдық хроматографияның нұсқалары. Хроматографтың блок-сызбасы.

Тепе-теңдік хроматографияның теориясы. Эквиваленттік теориялық тарелкалар теориясы. Диффузия және масса алмасу теориясы. Элюциялық сипаттамалар. Таңдамалық және бөлу критерийлері.

Температураның хроматография процесіне ықпалы. Температураны жоспар бойынша өзгерту әдістерін пайдалану. Детекторлар түрлері. Хроматографиялық анализдің сандық және сапалық әдістері.

11. Масс-спектрометрия әдісі

Масс-спектрометрияны басқа физикалық зерттеу әдістермен салыстыру. Аспаптардың жіктелуі. Масс-спектрометрдің жұмыс істеу принципі, негізгі сипаттамалары. Масс-анализаторлардың түрлері: ұшу-уақыттық, радиожиіліктік, квадрупольдік, ион-циклотрон резонанстық және т.б. Масс-анализаторлы масс-спектрометрдің блок-сызбасы. Масс-спектрометрге үлгі енгізу әдістері. Газдық хроматографпен қосу. Молекулалық шоғырлар. Эффузиялық ұяшықтар. Қатты үлгілерді тікелей енгізу.

12. Электронды микроскопия.

Оптикалық микроскопия – негізгі принциптері, зерттеудің бағыты мен объектісі. Рұқсат ету қабілеті. Оптика-электронды приборлардың элементтері. Электрондық микроскоптың жұмысының негізгі принциптері. Жарықтандырғыш электрондық микроскопия. Растрлық электрондық микроскопия. Нанотехнологияда электрондық микроскопияны қолдану.

13. Рентгенфазалық спектроскопия. Рентгендік талдау әдісінің физикалық негіздері.

Рентгенді дифрактометрия. Рентгенді сәулелендірудің детекторлары мен түтікшелерінің түрлері мен сипаттамалары. Дифрактометрия (дифрактограмма есептері мен түсірілімдері). Жазықтық қашықтықтары мен ұяшықтық параметрлерінің өлшемі бойынша заттарды ұқсастыру (зат фазасы). Рентгенөлшегіш картотекалар. Оптикалық жүйе, кристалдық тордағы дифракция. Вульфа-Брегг теңдеуі. Сезімталдығы, табу шегі, әдістің дұрыстығы. Үлгілерді талдауға дайындау және сақтау. Талдау жағдайын таңдау және тәжірибе әдістемесі. Аспапты техника. Жартылай кристалдық материалдардың, жұқа қабықшаны қоса алғанда, жабындылар мен наноөлшемді ұнтақтардың фазалық құрамы мен құрылым параметрлерін зерттеуге арналған заманауи аппаратураның ерекшеліктері.

14. Иондау әдістері.

Иондау әдістері: электрондық соққы, фотоиондау, беттік иондау, бір текті емес электростатикалық өріс, химиялық иондау және т.б. Ионды токтарды тіркеу әдістері. Масс-спектрлерді жазу және бастапқы есептеу әдістері, оларды салыстыру үшін ыңғайлы түрге келтіру. Масс-спектрлердегі иондар типтері: молекулалақ, жарықшақтық, қайта топтасушы, метатұрақты, көп зарядты, теріс зарядты иондар.

15. Масс-спектрометрияны заттарды идентификациялау үшін қолдану.

Молекулалық иондарды тану. Молекулалық формуланы иондардың массасын дәл өлшеу әдісі арқылы анықтау. Молекулалық құрылым мен масс-спектрлер арасындағы корреляция. Қосылыстарды масс-спектрлері бойынша идентификациялау мысалдары. Қоспаларды сапалық талдау. Масс-спектрометрде сандық талдау әдістері. Изотоптық анализ. Масс-спектрометрияны химияда қолдану: химиялық реакциялардың механизмдері мен кинетикасын зерттеу, термодинамикалық зерттеу және т.б.

5. Ұсынылатын әдебиеттер тізімі

Негізгі әдебиет:

1. А.А. Шидловский. Основы пиротехники. - Машиностроение, М. 1973.
2. Правила безопасности при обращении с пиротехнической продукцией. Взрывное дело. № 1, 2001, с 6-19.
3. Л.В. Дубнов, Н.С.Бахареvич, А.И.Романович. Промышленные взрывчатые вещества. Москва “Недра”, 1999, 305 с.
4. Орлова Е. Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ. — 3-е изд. — Л., 1981.
5. Лукьянов В. Название: Взрывные работы Издательство: Изд-во Томского политехнического университета Год: 2008
6. Взрывчатые вещества // [Большая российская энциклопедия](#). — 2005. — Т. 5. — С. 246—247. — [ISBN 5-85270-334-6](#)
7. Беляков А.А., Матюшенков А.Н. 2: Боеприпасы // Оружиеведение. — Челябинск: Челябинский юридический институт МВД России, 2004. — 200 с.

8. Энергетические конденсированные системы: Краткий энциклопедический словарь / под ред. Б. П. Жукова. — М.: Янус-К, 1999. — 596 с. — [ISBN 5-8037-0031-3](#)
9. Масаев Ю.А. Название: Технология и безопасность взрывных работ в практических задачах Издательство: Кемерово Год: 2007 Формат: pdf Размер: 2.72 Mib Учебное пособие.
10. Зверев И. Н., Смирнов Н. Н. Название: Газодинамика горения Издательство: МГУ Год: 1987,- 307с.
11. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы в химии. Структурные методы и оптическая спектроскопия- изд."Высшая школа", М., 1987.
12. Колесников Б.Я., Мансуров З.А. Физические методы исследования в химии. - Алматы, 2000.
13. Денисов Е.Т. Химическая кинетика. - М.: Высшая школа, 2000.
14. Мансуров З.А.Жану теориясы. - Алматы, «Қазақ университеті», 2011. – 130б.
15. Зельдович, Я.Б. Баренблатт Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. –М.: Наука.-1980.- 478 с.

Қосымша:

1. Фистуль В.Т. Новые материалы. Состояние, проблемы, перспективы.- М.: МИСиС, 1995.
2. Мальцев А.А. Молекулярная спектроскопия.- МГУ, М., 1980.
3. Экспериментальные методы химической кинетики /Под ред. Н.М. Эмануэля - М., «Высшая школа», 1980.
4. Айвазов Б.В. Основы газовой хроматографии - М., « Высшая школа», 1977.
5. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы в химии. Резонансные и оптические методы - М., «Высшая школа», 1989
6. Практикум по химической физике и плазмохимии. Под ред. Мансурова З.А., Акназарова С.Х. - Алматы: Қазақ университеті, 2006 г.
7. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химических кинетики. М.: Высшая школа, 1984.
8. Романовский Б.В. Основы химической кинетики. – М.: Экзамен, 2006. - 415 с.