

**«Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ»  
КЕАҚ  
Ғылыми кеңес отырысында  
23.05.2022 ж. № 10 хаттамамен  
БЕКІТІЛДІ**

**D108 – «Наноматериалдар және нанотехнологиялар»  
білім беру бағдарламалары тобына  
докторантураға түсушілерге арналған  
емтихан бағдарламасы**

**1. Жалпы ережелер.**

1. Бағдарлама «Жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білімнің білім беру бағдарламаларын іске асыратын білім беру ұйымдарына оқуға қабылдаудың үлгілік қағидаларын бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2018 жылғы 31 қазандағы № 600 бұйрығына (бұдан әрі – үлгілік қағидалар) сәйкес жасалды.

2. Докторантураға түсу емтиханы эссе жазудан, докторантурада оқуға дайындығына тест тапсырудан (бұдан әрі – ОДТ), білім беру бағдарламалары тобының бейіні бойынша емтиханнан және сұхбаттасудан тұрады.

<b>Блогы</b>	<b>Балы</b>
1. Эссе	10
2. Докторантурада оқуға дайындық тесті	30
3. Білім беру бағдарламасы тобының бейіні бойынша емтихан	40
4. Сұхбаттасу	20
Барлығы/ өту ұпайы	100/75

3. Түсу емтиханының ұзақтығы – 4 сағат, осы уақыт ішінде оқуға түсуші эссе жазады, докторантурада оқуға дайындық тестінен өтеді, электрондық емтихан билетіне жауап береді. Сұхбаттасу ЖОО базасында жеке өткізіледі.

**2. Түсу емтиханын өткізу тәртібі.**

1. D108 - «Наноматериалдар және нанотехнологиялар» білім беру бағдарламалары тобына докторантураға түсушілер проблемалық / тақырыптық эссе жазады. Эссе көлемі – 250-300 сөзден кем болмауы керек.

2. Электрондық емтихан билеті 3 сұрақтан тұрады.

## **Білім беру бағдарламасы тобының бейіні бойынша емтиханға дайындалуға арналған тақырыптар.**

### **«Нанотехнологияның іргелі негіздері» пәні**

#### **Наножүйелер және нанотехнология ғылымының негізгі түсініктері мен анықтамалары.**

Нанотехнологиялар мен наноматериалдардың даму тарихы. Негізгі терминдер мен ұғымдар. Нанотехнологияның объектілері мен әдістері. Наноматериалдарды жіктеу негіздері. Нанобъектілер мен наножүйелер мысалдары, олардың ерекшеліктері, қасиеттері және қолданылуы. Фуллерендер, фуллериттер, графендер, нанотүтікшелер, наноталшықтар, аэрогельдер - құрылымы, физикалық қасиеттері, қолданылуы. Нанотехнологияның даму принциптері мен болашағы. Көміртекті нанотүтікшелер. Бір қабатты және көп қабатты нанотүтікшелер. Көміртекті нанотүтікшелердің хиральдікке байланысты қасиеттері.

#### **Наноматериалдар, нанобөлшектер және олардың жіктелуі.**

Бейорганикалық және органикалық функционалды материалдар. Гибридті (органо - бейорганикалық және бейорганно - органикалық) материалдар. Биоминерализация және биокерамика. Нанокұрылымды 1D, 2D және 3D материалдар. Мезокеуекті материалдар. Молекулалық елеуіштер. Нанокомпозиттер және олардың синергетикалық қасиеттері. Құрылымдық наноматериалдар. Нанобөлшектердің түрлері. Кванттық нүктелер, кванттық сымдар. Нанобөлшектерді алу және тұрақтандыру әдістері.

#### **Наножүйелер түзілуінің негізгі принциптері.**

Физикалық және химиялық әдістер. Нанообъектілерді «жоғарыдан - төмен» алу процестері. Нанообъектілерді «төменнен - жоғары» алу процестері. Нанообъектілерді механобелсендіру және механосинтез. Нанообъектілерді синтездеу технологиялары (будан химиялық тұндыру (CVD), будан физикалық тұндыру (PVD)). Газ және конденсірленген ортадағы туынтектердің түзілу процестері. Гетерогенді дән түзілу, эпитаксия және гетероэпитаксия. Химиялық гомогенизация әдістері (қайта тұндыру, золь-гель әдістері, криохимиялық технология, аэрозоль пиролизі, сольвотермалды өңдеу, өте жоғары шекті кептіру).

#### **Сфералық және түтікшелі нанобөлшектердің түзілу механизмдері.**

Дислокациялық модель, бу-сұйық-кристалл (БСК) өсу механизмі, карбидтік механизм, Нанобөлшектердің түзілу және өсу моделі. Сирстің дислокациялық моделі. Вагнер-Элистің бу-сұйық-кристалл (БСК) механизмі. Карбидті механизм, шектеуші сатылар. Бөлшектердің түзілуінің кватарондық моделі. Нанотүтікшелердің түзілуінің магниттік механизмі.

#### **Нанообъектілердің коллоидтық химиясы. Капиллярлылық және жұғу.**

Беттік энергия және беттік керіліс. Қатты және сұйық беттегі тамшылар. Толық және толық емес жұғу. Беттік (электростатикалық және молекулалық) және капиллярлық күштер. Жұғу бұрышының гистерезисі: химиялық әртектіліктің және кедір-бұдырлықтың рөлі. Асагидрофобты беттер. Жұғу және жайылудың динамикасы.

#### **Наноматериалдардың қолдануы.**

Наноматериалдарды қолдану саласындағы тарихи аспект. Гидрофобты қасиеті бар күйенің қолданылуы. Құрылымдық наноматериалдар. Наносорбенттер және оларды қолдану. Наноөлшемді катализаторлардың қолданылуы. Графен, көміртекті нанотүтікшелер және фуллерендердің қолданылу аясы.

### **«Наноматериалдар мен нанокұрылымдарды алудың физика-химиялық негіздері» пәні**

#### **Наноматериалдарды алудың негізгі технологиялары.**

Наноматериалдарды алу әдістерінің жіктелуі. Химиялық процестер негізіндегі технологиялар. Физикалық процестер негізіндегі процестер. Ұнтақты металлургия әдістері. Беттік технологиялар. Қарқынды пластикалық деформация әдістері. Кешенді әдістер. Нанодисперсті материалдардың синтезі. Наноқұрылымды композиттердің синтезі.

#### **Наноқабатты синтез әдісі.**

Атомды-молекулалық эпитаксия, молекулалық және химиялық құрастыру, Ленгмюр-Блоджеттің молекулалық қабаттау әдісі, Наноқұрылымды материалдарды синтездеу әдісі: фуллерентектес материалдардың, көміртекті материалдардың, көпқабатты нанокөпозиттердің вакуумды-плазмалық және химиялық синтез әдістері. Золь-гель технологиялар. Полимерлер мен полимерлі композициялардың синтезі.

#### **Көміртекті нанотүтікшелерді синтездеу әдістері.**

Көміртекті нанотүтікшелерді алудың доғалық әдісі. Лазерлі абляция әдісі. CVD әдісімен КНТ синтездеу. КНТ синтездеудің пиролиз әдісі. Көміртекті нанотүтікшелерді жалында синтездеу. Нанотүтікшелердің электрохимиялық синтезі. Көміртекті нанотүтікшелерді жалындарда түзілуі. Көміртекті нанотүтікшелерді жалында синтездеу механизміне электр өрісінің әсері.

#### **Фуллерендерді синтездеу әдістері.**

Газ-фазалық синтез. Доғалық разряд синтезі. Көмірсутектердің термиялық каталикалық ыдырауы. Пиролитикалық әдіс. Гетерофуллерендер синтезі. Эндо- және экзо-фуллерендерді алу әдістері. Фуллерендердің жалында синтездеу. Фуллерендерді синтездеу механизміне электр өрісінің әсері. Фуллерен құрамды күйе синтезі.

#### **Гидрофобты материалдар мен жабындылардың синтезі.**

Гидрофобты материалдар мен жабындылардың түрлері және олардың жіктелінуі. Аса гидрофобты қасиеті бар күйені жалында синтездеу. Күйетүзілу механизмі. Электр өрісі мен катализаторлардың аса гидрофобты күйе қасиетіне әсері.

#### **Наноұнтақтар, наноталшықтарды алу әдістері.**

Наноматериалдарды алудың механохимиялық синтезі. Өздігінен таралатын жоғары температуралы синтез (ӨЖС). Газфазалық синтез. Плазмохимиялық синтез. Көмірсутектердің каталикалық крекингі процесінде көміртекті фазалардың түзілуі. Үлгілерді карбонизациялау және көміртектендіру әдістемелері. Көміртекті емес нанотүтікшелер.

#### **Нанобөлшектерді алу.**

Синтездеудің физикалық әдістері. Молекулалық шоғыр көмегімен алу. Плазма-химиялық әдіс. Булану-конденсация әдісі. Импульсті радиолитиз әдісі. Химиялық әдістер: ерітіндіден тотықсыздану, золь-гель ауысуы, криотехнология. Кеуекті ортада, микроэмульсияда, мицелладағы синтез. Молекула кластерінің пайда болуы. Фрактальді және берікқапталған кластерлер. Кластерлер қатысуымен өтетін химиялық реакциялар түрлері. Кластерлердің теориялық моделі.

#### **Сұйық ортада наноматериалдарды алудың негіздері.**

Сұйық ортада наноматериалдар алудың ерекшеліктері. Туынтектердің түзілуі және нанобөлшектердің өсуі. Гомогенді және гетерогенді туынтек түзілу. Туынтек түзілудің жылдамдығы мен нанокристалдардың өсу кинетикасына әр түрлі параметрлердің әсер етуі. Туынтектің критикалық өлшемі, жүйе параметрлеріне тәуелділігі. Нанобөлшектердің өсу кинетикасы. Өсу жылдамдығы, пересыщениы, иондық тепе-теңдік әсері. Нанобөлшектердің тұрақтандыру.

#### **Тұндыру әдісімен нанобөлшектерді синтездеу.**

Сұйық ортада наобөлшектерді синтездеуге және олардың ерітінділерден бақылаумен бөлініп алынуына алып келетін негізгі химиялық реакциялар. Алтын нанобөлшектерін алу. Күміс, платина, палладий нанобөлшектерін синтездеу және басқа да бағалы металдардың. Нанобөлшектерді ерітіндіде тұрақтандыру әдістері – электростатикалық, адсорбциялық, хемосорбциялық. Нанобөлшектердің өсуінің кинетикалық бақылау. Металл құймаларынан тұратын, ядро-қабықша құрылымды, көпқабатты құрылымды нанобөлшектерді синтездеу

үшін тұндыру әдістерін қолдану. Металл оксидтерінің және нанокөмірдің нанобөлшектерін синтездеу.

#### **Қатты дене беттерін модификациялау.**

Әртүрлі химиялық жаратылысы бар қатты денелердің беткі қабатының қасиетінің ерекшеліктері. Беттің химиялық күйінің қатты денелердің физикалық және химиялық қасиеттеріне әсері. Беті модификациялау әдістері: физикалық) легирлеу, иондық имплантация, жұқа қабықша мен жабындылармен қаптау) және химиялық (функционалдық жабындыларды өзгерту) модификациялау.

#### **Сфералық және түтікшелі нанобөлшектердің түзілу механизмдері.**

Сирстің дислокациялық моделі. Вагнер-Элистің газ-сұйық-кристалл моделі. Карбидті механизм, шектеуші сатылар. Бөлшек түзілудің кватеронды моделі. Нанотүтікшелердің түзілуінің магнитті механизмі.

### **«Наноматериалдар мен нанокұрылымдарды эксперименталды зерттеу әдістері» пәні**

#### **Әдістердің жалпы сипаттамасы мен жіктелуі.**

Сәуленің затпен әрекеттесу. Жұту, шығару, шашырату. Спектроскопиялық және дифракциялық әдістер. Әртүрлі әдістердің энергетикалық сипаттамалары. Сезімталдық және ажырату қабілеті. Әдістің сипаттаушы уақыты.

#### **Наноөлшемді жүйелерді зерттеу әдістері.**

Наноөлшемді жүйелердің физикалық, химиялық, биологиялық қасиеттерін зерттеу әдістері туралы жалпы түсініктер. Микроскопиялық зерттеу әдістері. Зерттеудің негізгі принциптері, бағыттары мен объектілері. Ажыратымдылық. Оптоэлектрондық құрылғылардың элементтері. Электрондық микроскоптар жұмысының негізгі қағидалары Жоғары ажыратымдылықты электронды микроскопия. Зондты сканерлейтін микроскопия (сканерлеу, туннельдеу, атом күші, өріске жақын оптикалық). Зондтық микроскоптардың жұмыс істеу принципі. Электронды микроскопия. Электрондық микроскопияны нанотехнологияда қолдану. Зондтық микроскопияның қосымша мүмкіндіктері: атомдық манипуляция және литография.

#### **Тербелмелі спектроскопия әдістері. ИҚ-спектрлер және жарықты комбинациялық шашырату.**

ИҚ және КШ-спектроскопия әдістерінің мүмкіндіктері, оларды химияда қолдану. Таңдап алу ережелері және ИҚ-жұту мен КШ-спектрлерінің интенсивтіктері. Молекулалардың қалыпты тербелістерінің жиіліктері мен формалары. Молекулалардың симметриясын есепке алу. Молекуланың нормальды тербелістерін тәжірибелік мәліметтер бойынша талдау. ИҚ және КШ-спектрлерді салыстыру және молекуланың симметриясы жөнінде қорытынды жасау. ИҚ және КШ-спектроскопияның техникасы мен әдістемесі. ИК-спектроскопия аппаратурасы. КШ-спектроскопияның аппаратурасы, лазерлік қоздырғыштардың артықшылықтары. НПВО әдісі. Алыс ИҚ-облысы техникасының ерекшеліктері. ИҚ және КШ-спектроскопия әдістерін салыстыру, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері.

#### **Электронды спектроскопия әдістері. УК-спектроскопия.**

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

#### **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-орбитальді байланыс. 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 (АЖК). Мультиплет компоненттерінің саны, интенсивтіктерінің таралуы. АЖК тұрақтылары. ЭПР-спектрометрдің блок-сызбасы, тәжірибенің ерекшеліктері, әдістің артықшылықтары мен кемшіліктері.

#### **ЯМР әдісі.**

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

#### **Газдық хроматография әдісі.**

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

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

#### **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. Магниттік масс-анализаторы бар масс-спектрометрдің блок-схемасы Масс-спектрометрге үлгі енгізу әдістері. Газдық хроматографпен үйлестіру. Молекулалық шоғырлар. Эффузиялық ұяшықтар. Қатты үлгілерді тікелей енгізу.

**Рентгенфазалы спектроскопия. Рентгендік талдау әдістерінің 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 анықтау (зат фазасы). Оптикалық жүйелер. Кристалдық тордағы дифракция. Вульфа-Брегг тендеуі. Жартылай кристалды материалдардың фазалық құрамын және құрылымдық параметрлерін зерттеуге арналған заманауи жабдықтың ерекшеліктері, оның ішінде жұқа қабықшалар, жабындар және наноздалған ұнтақтар.

### **3. Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.**

#### **Негізгі:**

1. Мансуров З.А., Шабанова Т.А. Синтез и технологии наноструктурированных материалов. - Алматы, «Қазақ университеті», 2008. – 208 с.
2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. Уч. пособие. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 117 с.
3. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2004.
4. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века. - М.: Техносфера, 2005.
5. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. - М.: БИНОМ, 2007. – 134 с.

6. Нажипкызы М., Бейсенов Р.Е., Мансуров З.А. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов – Алматы: Қазақ университеті, 2014. – 214 с.7
7. Нажипкызы М., Бейсенов Р., Мансуров З. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов: Учебное пособие. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 196 с.
8. Балоян Б.М., Колмаков А.Г., Алымов М.И., Кротов А.М. НАНОМАТЕРИАЛЫ. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения. - М.: 2014 – 125с.
9. Мансуров З.А., Шабанова Т.А., Мофа Н.Н. Синтез и технологии наноструктурированных материалов. - Алматы: «Қазақ университеті», 2012. – 318 с.
10. Мансуров З.А., Захидов А.А., Нажипкызы М., Смагулова Г.Т., Султанов Ф.Р. Углеродные наноматериалы / Монография. – Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 306 с.
11. Колесников Б.Я., Мансуров З.А. Физические методы исследования в химии. - Алматы, 2000.
12. Нажипкызы М. Образование фуллеренов и гидрофобной сажи в углеводородных пламенах – Алматы: Қазақ университеті, 2012. – 114 с.
13. Мансуров З.А., Колесников Б.Я. Химиядағы физикалық зерттеу әдістері. Алматы, «Қазақ университеті» баспасы, 2012 ж.
14. Базыль О.К. Введение в курс «Физические методы исследования в химии»: учеб. пособие. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2016. – 132 с.
15. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 г.
16. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. М: Мир, 2006.
17. Гриненко Е.В., Федупина Т.Г., Васильев А.В. - СПб.: СПбГЛТУ, 2018. - 102 с. Физико-химические методы анализа органических соединений (ультрафиолетовая спектроскопия, инфракрасная спектроскопия, масс-спектрометрия, спектроскопия ядерного магнитного резонанса) «Санкт-Петербургский Государственный Технический Университет имени С.М. Кирова», Санкт-Петербург. 2018.

#### **Қосымша:**

1. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. – М.: Изд-во «Машиностроение – 1», 2003. – 112 с.
2. Алымов М.И., Зеленский В.А. Методы получения и физико-механические свойства объемных нанокристаллических материалов. - М.: МИФИ, 2005. – 52 с.
3. Сидоров Л.Н., Юровская М.А., Борщевский А.Я., Трушков И.В., Иоффе И.Н. Фуллерены: Учебное пособие / «Экзамен», 2005, 688 с.
4. Келсалл Р., Хэмли А., Геогеган М. Научные основы нанотехнологий и новые приборы. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. - 528с.
5. Фистуль В.Т. Новые материалы. Состояние, проблемы, перспективы. - М.: МИСиС, 1995.
6. Мальцев А.А. Молекулярная спектроскопия. - МГУ, М., 1980.
7. Мансуров З. А. Химическая физика: учеб. пособие - Алматы: Қазақ ун-ті, 2015. – 417с
8. Вилков Л.В., Пентин Ю.А. Физические методы в химии. Резонансные и оптические методы. - М., «Высшая школа», 1989.
9. Абдулкаримова Р.Г. Физико-химические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: учеб. пособие / Р.Г. Абдулкаримова. – Алматы: Қазақ университеті, 2018. -180.
10. Мансуров З.А. (чл. редкол.), Алиев Е.Т., Дмитриев Т.П. и др. Аддитивные технологии (3D-принтинг) монография. - Алматы: Қазақ ун-ті, 2017. - 191 с.