

# TEM 030032 Nanohissəciklərin fizikası. (Magistr proqramı)

## FƏNLƏR

1. Nanoquruluşlu materialların kimyəvi fizikası.
2. Çoxzərrəcikli sistemlərin kvant mexanikası
3. Nanotexnologiyanın alınması üsulları və materialları
4. Kondensə olunmuş hal fizikası.
5. Mikro- və nanosistemlərin diaqnostik və analiz üsulları.
6. Kiçik ölçülü sistemlərin fizikası.
7. Nanoelektronikanın elementləri və cihazları.
8. Nanosistemlərin riyazi modelləşdirilməsi və kompüter hesablanması.  
Nanoelektronikanın obyektlərinin fiziki-riyazi modelləri.
9. Tibbi-bioloji nanotexnologiya.
10. Nanoquruluşların atom-qüvvət mikroskopu vasitəsi ilə tədqiqi  
(laboratoriya)

### 1. Nanoquruluşlu materialların kimyəvi fizikası

Nanoobyektlərin növləri. Bərk maddələrdə, mayelərdə və qazlarda nanoobyektlər, fazalararası sərhəd, nanomaterialların xassələrinin formalaşmasında fazalararası sərhəddin rolu. Xassələrin ölçülərdən asılı olaraq dəyişməsi. Nanosistemlərdə olan kvazitarazılıq, nanosistemlərdəki kinetik proseslər; nanohissəciklərin elektron xassələri. Nanohissəciklər, füllerenlər, nanoborular və nanonaqillər, amorf qeyri-üzvi nanoquruluşlar, üzvi və qeyri-üzvi kompozisiya materialları, nanoməsəmali cisimlər. Səthin termodinamikası, səthdə və səthə yaxın təbəqələrdəki proseslər; adsorbsiya və desorbsiya; səth enerjisi və onun anizotropiyası; səthin rekonstruksiyası və relaksasiyası; səthin işlənməsi və onun xassələrinin saxlanması; nanosistemlərin kimyəvi fizikasının əsasları, nanosistemlərdə fazalararası sərhəddin termodinamik stabilliyinin əsas xüsusiyyətləri; mikro- və nanoquruluşların səthindəki proseslərin əsas xüsusiyyətləri, ölçü effektləri və faza keçidləri; nanoquruluşların formalaşmasında ilkin özəyin və klasterin yaradılması, nizamlı nanoölçülü quruluşların öz-özüə yaranması.; nanotexnologiyada fiziki-kimyəvi effektlər;

### Ədəbiyyat

1. A.M.Məhərrəmov, M.Ə.Ramazanov, L.İ.Vəliyeva "Nanotexnologiya". Bakı, Çapaşoğlu, 2007, 232 s.
2. Пул Ч., Оуенс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера 2004, 327с.
3. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005, 410с.

4. *Андреевский Р.Г., Рагуля А.В.* Наноструктурные материалы М.: Академия, 2005, 179с.

5. *Суздалев И.П.* Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: 2006, 592с.

### **Əlavə ədəbiyyat**

6. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника /под ред. *Мальцева П.П.* М.: Техносфера, 2006, 152с.

7. *Сергеев Г.Б.* Нанохимия. М.: Изд. МГУ, 2003, 285с.

**Tərtib edən: dos. M.Ə Ramazanov.**

## **2. Çoxzərrəcikli sistemlərin kvant mexanikası.**

Çoxelektronlu atomlar üçün mərkəzi sahə yaxınlaşması. Sərbəst elektronlar modeli. Mərkəzi sahə yaxınlaşmasında atomlarda elektronların halları və spektral seriyalar.

Determinant dalğa funksiyaları vasitəsilə matris elementlərinin hesablanması haqqında teorem və həyəcənlanma nəzəriyyəsinin birinci yaxınlaşmasında çoxelektronlu atomun tam elektron enerjisinin hesablanması. Qapalı təbəqəli atomlar. Unzold teoremi. Qapalı təbəqələrdən kənarında bir elektronu olan atomlar.

Atomun tam enerjisi üçün ümumi düsturun qapalı təbəqələrdən kənarında iki və daha çox elektronu olan atomlara tətbiqi. LS-rabitə yaxınlaşmasında səviyyələrin elektrostatik və spin-orbital parçalanmasının ümumi mənzərəsi. jj-rabitə yaxınlaşması və bu yaxınlaşmada elektronların hallarının sistemləşdirilməsi.

Statistik metod. Tomas-Fermi modeli və onun təkmilləşdirilməsi. Sıxlıq funksiyası nəzəriyyəsi. Holsberq-Kon formalizmi. Kon-Şem tənlikləri.

Molekullar üçün Şredinger tənliyi və adiabatik yaxınlaşma. Yan-Teller teoremi.

Molekulyar orbitallar metodu. Xartri və Xartri-Fok və Xartri-Fok-Rutan tənlikləri. Kupmans teoremi. Atom və molekulun ionlaşma potensialının nəzəri hesablanması. Qaytler-London və valent rabitələr metodu.

Atom orbitallarının hibridləşməsi. Kompleks birləşmələr yaranarkən atom orbitallarının hibridləşməsi. Doymamış karbohidrogenlər üçün  $\pi$ -elektronlu yaxınlaşma. Gövdə potensialı. Hükkel metodu. Molekulların kvantmexaniki hesablanması üçün kimyəvi fizikada istifadə olunan yarımempirik metodlar.

### **Ədəbiyyat**

1. Эйринг Г., Уолтер Дж., Кимбалл Дж., Квантовая химия, М, ИЛ, 1948, 527 с.

2. Маррел Дж., Кеттл С., Геддер Дж., Теория валентности, М., Мир, 1968, 520 с.

3. Давыдов А.С., Квантовая механика, М., Мир. 1973, 703 с.
4. Цюлик Л., Квантовая химия, т.1, М., Мир, 1976, 512 с.
5. Заградник Р., Полак Р., Основы квантовой химии, М., Мир, 1979, 504 с.
6. Степанов Н.Ф. Квантовая химия М. 2001. с. 520
7. Nəbiyev N.S. Kvant kimyəvi yarımempirik metodlar. Bakı. Müəllim nəşriyyatı 2002. 68 s.
8. Майер И. Избранные главы квантовой химии. Издательство БИНОМ. 2006. 384 с.
9. Грибов Л.А., Муштакова С.П. Квантовая химия. Учебник-М. М.М. Гардарики. 1999.-390 с

#### **Əlavə ədəbiyyat**

1. Минкин В.И., Симкин Б.Я., Миняев Р.М., Теория строения молекул, М., ВШ, 1979, 407 с.
2. Щембелов Г.А., Устынюк Ю.А., Мамаев В.М. и др. Квантовохимические методы расчета молекул, М., Химия, 1980, 255 с.
3. Современные проблемы квантовой химии, Л., Наука 1986, 319 с.
4. Мəсимов Е.Ə., Hүсəјнов И.И., Mүрсəлов Т.М., Маддəнин гурулушу, Бакы, Тəфəkkүр.к.м. 1997, 325 с.

**Tərtib edənlər: dos. N.S.Nəbiyev  
b/m. F.H. Paşayev**

### **3. Nanotexnologiyanın alınması üsulları və materialları**

Nanoquruluşların və nanomaterialların formalaşmasındakı heterogen proseslər: molekulyar-şua epitaksiya, qaz fazadan metal-üzvi birləşmələrin epitaksiyası, kolloid məhlullar, zol-gel texnologiya, laylı quruluşlu molekulyar üsullar, elektrokimyəvi üsullar, ifratsürətli soyuma, metal və dielektriklərin ifrat nazik təbəqələri; nizamlı nanoquruluşların alınması üsulları, nanokristalların nanoquruluşlu matrisalara çökmə üsulu sintezi üsulları; nanolitoqrafiyanın şüa üsulları: elektron, ion, rentgen, radiyasiya üsulları ilə nanoquruluşların formalaşması: amorf təbəqələrin kristallaşmasından alınan nanoquruluşlar, ion sintezi üsulu ilə kvant nöqtələrinin və naqillərinin alınması; zond nanotexnologiyanın üsulları, kontakt və kontaktsiz üsullarla altlıq üzərində nanorelyefin alınması, elektrokimyəvi kütlə daşınması üsulu, qaz fazada kütlə daşınması üsulu, lokal anod oksidləşməsi, altlıq üzərindəki nanoboruların atom quruluşu və mikromexanikası. Nanokompozisiya materiallarının ümumi alınması üsulları. Üzvi və qeyri təbiətli funksional və konstruksiya nanomaterialları, molekulyar təbəqəli üsullar, elektrokimyəvi üsullar, ifratsürətli soyuma, ifrat nazik metal və dielektriklər; nizamlı nanoquruluşların alınması üsulları, nanotexnologiyanın zond üsulları.

#### **Ədəbiyyat**

1. **A.M.Məhərrəmov, M.Ə.Ramazanov, L.İ.Vəliyeva "Nanotexnologiya".**

Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 232s.

2. *Пул Ч., Оуенс Ф.* Нанотехнологии. М.: Техносфера 2004, 327с.
3. *Гусев А.И.* Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005, 410с.
4. *Андреевский Р.Г., Рагуля А.В.* Наноструктурные материалы М.: Академия, 2005, 179с.

#### **Əlavə ədəbiyyat**

5. *Суздалев И.П.* Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: 2006, 592с.
6. *Стадник А.Д., Кирик Г.В.* Полимерные композиты и нанокомпозиты в магнитных полях. Сумы, 2005, 231с.
7. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника / *под ред. Мальцева П.П.* М.: Техносфера, 2006, 152с.
8. *Сергеев Г.Б.* Нанохимия. М.: Изд. МГУ, 2003, 285с.

**Tərtib edən: dos. M.Ə Ramazanov.**

#### **4. Kondensə olunmuş hal fizikası**

Maddənin aqreqat halları. Kristallik qəfəs. Tərs qəfəs. Periodik potensiallı sahədə hərəkət edən elektronun Şredinğər tənliyi. Blox dalğa funksiyaları. Enerji zonaları. Zona nəzəriyyəsi və kristalların metal, yarımkəçirici, dielektrlərə sinifləndirilməsi. Metallarda və yarımkəçiricilərdə sərbəst yük daşıyıcıları. Sərbəst elektronlar modeli. Elektron qazında kinetik proseslər. Plazma rəqsləri və plazmonlar. Skin effekt. Elektron qazı. Fermi səthi. Yükdaşıyıcıların effektiv kütləsi. Yarımkəçiricilərin valent zonasında sərbəst yükdaşıyıcılar- dəşiklər. Kristallik qəfəsin rəqsi. Qəfəsin istilik tutumu. Dielektrik nüfuzluğu. Polyarlaşma. Polyariotonlar. Seqnotoelektriklər və piroelektriklər. Paramaqnit və diamaqnitlər. Mübadilə qarşılıqlı təsiri. Ferromaqnitlər və antiferromaqnitlər. Spin dalğaları. Kvazizərrəcik yavaşması. Faza keçidləri. Klassik və kvant mayelər. İfrataxıcılıq, ifrafkeçiricilik və Meyssner effekti. I və II növ ifratkeçiricilər. Qinzburq-Landau nəzəriyyəsi. İfratkeçiricilərdə selin kvantlanması. Cozefson effekti. İfratkeçiriliyin makroskopik Bardin-Kuper-Şriffər nəzəriyyəsi. Kristallarda nöqtəvi istilik və radiasiya defektləri. Diffuziya mexanizmləri. Dislokasiya. Elastiklik nəzəriyyəsinin elementləri, deformasiya və gərginlik tenzoru. Maye kristallar, polimerlər, fraktallar, axma nəzəriyyəsi.

#### **Ədəbiyyat**

1. B.M.Əsgərov Termodinamika və statistik fizika. Ali məktəblər üçün dərslik. Bakı Universiteti nəşriyyatı, Bakı. 2005, 625 s.,

2. В.М.Əsgərov "Bərk cisimlər nəzəriyyəsi", Bakı, Bakı Universiteti nəşriyyatı, 2001,153s.
3. Дьячков Углеродные нанотрубки Бином. Москва 2006, 293стр.
4. Р.Пайерлс Квантовая теория твердых тел.,Пер.с англ.,ИЛ,М.,1956,259

#### **Əlavə ədəbiyyat**

1. Л.Бриллюэн , М.Пароди Распространение волн в периодических структурах,Пер.с франц., ИЛ, М., 1959, 457 с.

**Tərtib edən: dos. N.S.Nəbiyev, b.m.M.R. Vahabova**

### **5. Mikro-və nanosistemlərin diaqnostik və analiz üsulları**

Skanedici tunel mikroskopiyasının fiziki əsasları; səthin spektroskopiyası; atom səviyyəsində ayırd etmə üsulları;atom-qüvvət mikroskopunun(AQM) fiziki əsasları; AQM-də səthin xüsusiyyətləri; kontakt və yarımkontakt üsulları ilə səthin öyrənilməsinin üsulları; kontrast faza üsulu; maqnit və elektrik sahəsinin paylanması ölçülməsi; potensialın və tutumun paylanması ölçülməsi; yaxın sahələrdə nanooptika və mikroskopiya; xüsusi müqavimət, yürüklük, iki mühit sərhəddində hal sıxlığı, materialın həcmində lokal halların sıxlığı; ellipsometr və interferometr üsulları ilə nazik təbəqələrin qalınlığının təyini; elektron mikroskopiyası; işıqlan elektron mikroskopu; rentgen quruluş analizi üsulları; ultrabənövşəyi fotoelektron spektroskopiyası Oje-spektroskopiyası və ikinci ion kütlə-spektroskopiyası vasitəsi ilə element tərkibinin təyini, nizamlı nanoquruluşların müqayisəli kompüter analizi, Furye analiz, fraktal ölçülər, işığın raman səpilməsi, lüminensiya, uzundalğalı fotokeçiricilik.

#### **Ədəbiyyat**

1. **Кобаяси Н.** Введение в нанотехнологии. М., Бином. 2005, 134с.
2. **А.М.Мəһərrəmov.,М.Ə.Ramazanov.,L.İ.Vəliyeva** "Nanotexnologiya". Bakı, Çaşıoğlu,2007, 232 s.
3. **Мионов В.** Основы сканирующей зондовой микроскопии. М.: Техносфера, 2004, 144с.
4. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника / *под ред. Мальцева П.П.* М.: Техносфера, 2006, 152с.
5. **Неволин В.** Зондовые нанотехнологии в электронике М.: Техносфера, 2005, 152 с.

#### **Əlavə ədəbiyyat**

6. **Пул Ч., Оуенс Ф.** Нанотехнологии. М.: Техносфера 2004, 327с.

7. *Сергеев Г.Б.* Нанохимия. М.: Изд. МГУ, 2003, 285с.

**Tərtib edən: dos. M.Ə.Ramazanov, dos S.Ə.Axundov**

## **6. Kiçik ölçülü sistemlərin fizikası**

Kompozit heteroquruluşların tipləri: Tək heteroquruluşlar, kvant çuxurları, çəpər, kvant çuxurları və çəpərləri, üstqəfəslər, kvant naqilləri və kvant çuxurları; I,II və III növ heteroquruluşlar; heterolazerlər; zonalararası keçidlərdə unipolyar lazerlər, oheteroquruluşların optiki xüsusiyyətləri, foton kristallar; nanoklasterlər, füllerenlərin və nanoboruların elektron quruluşları və fiziki xüsusiyyətləri, maqnit nanoquruluşlar, nəhəng maqnitmüqaviməti.

### **Ədəbiyyat**

1. *A.M.Məhərrəmov, M.Ə.Ramazanov, L.İ.Vəliyeva* "Nanotexnologiya". Bakı, Çarşıoğlu,2007, 232 s.
2. *Пул Ч., Оуенс Ф.* Нанотехнологии. М.: Техносфера 2004, 327с.
3. *Суздалев И.П.* Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: 2006, 592с.

### **Əlavə ədəbiyyat**

4. *Гусев А.И.* Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М.: Физматлит, 2005, 410с.
5. *Андреевский Р.Г., Рагуля А.В.* Наноструктурные материалы М.: Академия, 2005, 179с.

**Tərtib edən: dos. M.Ə.Ramazanov,dos. N.S.Nəbiyev**

## **7. Nanoelektronikanın elementləri və cihazları.**

Sahə nanotranzistorları, ölçülərin nəzəri və texnoloji kiçilmə hədləri, kompozit heteroquruluşların əsasında kompozisiya materialları, tunelləşmə, kulon blokadası və tək elektronika, rezonans-tunel diodları və sxemləri, molekulyar keçiricilər əsasında cihazlar, informasiyanı qeyd edən maqnit həssas elementlər, spin qapaqları, kvant keçiriciləri, elektron kvant interferometrləri, nanokompüterlərin təşkili prinsipləri, kvant qəfəs avtomatları, məlumatların paralel işlənməsinin fiziki üsulları, DNT əsasında hesablayıcılar, süni neyron şəbəkələr, kvant kompüterlərin element bazasının perspektivləri.

## Ədəbiyyat

1. **A.M.Məhərrəmov, M.Ə.Ramazanov, L.İ.Vəliyeva** "Nanotexnologiya". Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 232s.
2. **Пул Ч., Оуенс Ф.** Нанотехнологии. М.: Техносфера 2004, 327с.
3. **Андриевский Р.Г., Рагуля А.В.** Наноструктурные материалы М.: Академия, 2005, 179с.
4. **Суздалев И.П.** Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М.: 2006, 592с.
5. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника / *под ред. Мальцева П.П.* М.: Техносфера, 2006, 152с.
6. **Неволин В.** Зондовые нанотехнологии в электронике М.: Техносфера, 2005, 152 с.

**Tərtib edən: dos. M.Ə.Ramazanov**

### **8. Nanosistemlərin riyazi modelləşdirilməsi və kompüter hesablanması. Nanoelektronikanın obyektlərinin fiziki-riyazi modelləri**

Kiçik ölçülü sistemlərin elektrik və maqnit sahələrində enerji spektrləri, kvant naqillərində və heterostrukturlarda köçürmə hadisələri, kinetik tənliklər, molekulyar dinamikanın üsulları, kvant kimyasının hesablama üsulları, nanoquruluşların böyüməsinin riyazi modelləri, nanotexnologiyanın və nanoelektronikanın ədədi analizinin üsulları, maqnit nanoquruluşların və spin asılı tunelləşmənin modelləşməsi, bir elektronlu tranzistorların xassələrinin modelləşdirilməsi, mikro- və nanoelektronikanın proqram paketinin istifadə edilməsi, qrafik kitabxana, Методы математического моделирования, riyazi modelləşdirilməsi və hesablama təcürbəsi; fizikada, kimyada, biologiyada riyazi modellər, molekulyar və klasterlər sisteminin modelləşdirilməsi

## Ədəbiyyat

1. Хеерман Д.В. Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. М.Наука, 1990,176с
2. **Суздалев И.П.** Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М. КомКнига 2006, 592с.
3. **Стадник А.Д., Кирик Г.В.** Полимерные композиты и нанокompозиты в магнитных полях. Сумы, 2005, 231с.

4. *Сергеев Г.Б.* Нанохимия. М.: Изд. МГУ, 2003, 285с.

**Tərtib edən: dos. M.Ə.Ramazanov, dos.N.S.Nəbiyev, f.r.e.n. A.Q.Həsənov**

## 9. Tibbi-bioloji nanotexnologiya

Canlı sistemlərin atom-molekulyar obyektlərinin fiziki xüsusiyyətlərinin kvant-mexaniki yazılışı, atom-molekulyar səviyyədə öz-özünü təşkil etmə, canlı sistemlərin atom-molekulyar quruluşlarında kinetik hadisələr və elektrik yüklərinin köçürülmə mexanizmləri, canlı sistemlərin kənar süni obyektlərlə qarşılıqlı təsirlərinin fiziki mexanizmləri, süni öbyektlər, genoçiplər: genoçiplərə qoyulan tələblər, genoçiplərin texnologiyaları, bioinformatikanın əsasları; gen sensorları və biosensorlar: çiplərdə biotibbi laboratoriyalar: gendiaqnostikası üçün biotibbi nanotexnologiya, genmüalicəsi, biomateriallar.

### Ədəbiyyat

1. *Кобаяси Н.* Введение в нанотехнологии. М., Бином. 2005, 134с.
2. *A.M.Məhərrəmov., M.Ə.Ramazanov., L.İ.Vəliyeva* "Nanotexnologiya". Bakı, Çaşıoğlu, 2007, 232 s.
3. Нанотехнология в ближайшем десятилетии / *под ред. Рокко М.К. и др.* М.: 2002, 291с.
4. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника / *под ред. Мальцева П.П.* М.: Техносфера, 2006, 152с.

**Tərtib edən: dos. M.Ə.Ramazanov, b.m.L.İ.Vəliyeva**

## 10. Nanoquruluşların atom-qüvvət mikroskopu vasitəsi ilə tədqiqi (laboratoriya)

Skanedici zond mikroskopu (ZSM) ilə relyefin şəklinin alınması.

Skanedici tunel mikroskopu vasitəsi ilə bərk cismin səthinin öyrənilməsi.

Bərk cismin səthinin kontaktsiz rejimdə atom-qüvvət mikroskopu üsulu ilə tədqiqi.

Skanedici zond mikroskopda atrefaktlar.

Skanedici zond litoqrafiyası.

SZM şəkillərinin işlənməsi və kəmiyyətə analizi.

Skanedici zond mikroskopunun bioloji obyektlərin tədqiqinə tətbiqi.

Skanedici zond mikroskopunun köməyi ilə suyun mikroflorasının analizi.

### Ədəbiyyat

1. **NanoEducator.** Laboratoriya tədris vəsaiti. Bakı. 2007.
2. Миронов В. Основы сканирующей зондовой микроскопии. М. Техносфера, 2005, 152 с.
3. Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника / *под ред. Мальцева П.П.* М. Техносфера. 2006, 152с

**Tərtib edən: dos. M.Ə.Ramazanov, f.r.e.n. A. Q.Həsənov**