

Ümumi məlumat	Fənnin adı, kodu və kreditlərin sayı	PHSC421, Nanotexnologiyanın əsasları, 6 AKTS	
	Departament	Fizika və Elektronika	
	Proqram (bakalavr, magistr)	Bakalavr	
	Tədris semestri	2025/26–cı tədris ilinin yaz semestri	
	Fənni tədris edən müəllim	Fizika üzrə fəlsəfə doktoru (PhD), Şirxan Hübətov	
	E-mail:	shirxanhumbatov@gmail.com	
	Telefon:		
	Mühazirə otağı/Cədvəl	AZ1096 Bakı, Məhsəti küçəsi 11, Azərbaycan	
Prerekvizitlər	Fizika		
Tədris dili	Azərbaycan		
Fənnin növü (məcburi, seçmə)	Seçmə		
Dərsliklər və əlavə ədəbiyyat	<i>Ədəbiyyat</i> 1. Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”, Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 232 səh. 2. Nanomaterials: Basics to Applications – Yarub Al-Douri (2022) 3. Elektron mühazirələr <i>Əlavə ədəbiyyat</i> 4. L.İ.Vəliyeva, “Nanobio- və bionanotexnologiyalar”, Bakı, Ləman nəş., 2011, 182 səh. 5. Наноструктуры в биомедицине. Под ред. Кеннет Е.Гонсалвес, Крейг Р.Хальберштадт, Като Т.Лоренсин, Лакшми С.Наир, перевод с английского канд.хим.наук С.А.Бусева, канд.хим.наук Т.П.Мосоловой, канд.физ-мат.наук А.В.Хачояня, Москва, Бином, Лаборатория знаний, 2013, 519 с. 6. Handbook of Green and Sustainable Nanotechnology: Fundamentals, Developments and Applications (1st ed., 2023) – Uma Shanker, Chaudhery Mustansar Hussain, Manviri Rani (ed.)		
Tədris metodları	Məşğələ		x
	Qrup müzakirəsi		x
	Praktiki tapşırıqlar		x
	Praktiki məsələnin təhlili		x
Qiymətləndirmə	Komponentləri	Tarix/son müddət	Faiz (%)
	Aktivlik	Hər dərs	5
	Yoxlama (Quiz)	Semestr ərzində 4 dəfə və hər bir tapşırıq 5 balla qiymətləndirilir	20
	Praktik Tapşırıqlar	Semestr ərzində 1 dəfə	5

	Davamiyyət	Semestrin sonu	5
	Aralıq imtahanı		30
	Final imtahanı		35
	Yekun		100
Kursun təsviri	Bu fənn nanotexnologiyanın elmi və texnoloji əsaslarını, nanosəviyyədə maddənin strukturunu və xassələrini öyrənməyə həsr olunmuşdur. Kursda nanosistemlərdə ölçüyə bağlı effektlər, kvant mexanikasının əsas prinsipləri və səth hadisələri izah edilir. Nanomaterialların sintez və istehsal üsulları, o cümlədən “yuxarıdan-aşağı” və “aşağıdan-yuxarı” yanaşmaları təqdim olunur. Metal, yarımkeçirici və karbon əsaslı nanostrukturların fiziki və funksional xassələri araşdırılır. Nanohissəciklərin, nazik təbəqələrin və nanokompozitlərin elektrik, optik və mexaniki xüsusiyyətləri müzakirə edilir. Kurs nanosistemlərin xarakterizasiyası üçün istifadə olunan müasir ölçmə və analiz metodlarını əhatə edir. Nanoelektronika və optoelektronika sahəsində nanotexnologiyanın tətbiqlərinə giriş verilir. Enerji çevrilməsi, sensorlar və məlumat texnologiyalarında nanostrukturların rolu izah olunur. Nanotexnologiyanın biotibb və ətraf mühit sahələrində tətbiqləri ümumi şəkildə təqdim edilir. Fənn tələbələri müasir nanotexnoloji prosesləri anlamağa və gələcək tədqiqat və mühəndislik fəaliyyətinə hazırlamağı məqsəd qoyur.		
Kursun məqsədləri	Bu fənnin əsas məqsədləri aşağıdakılardır: 1. Tələbələrə nanosəviyyədə maddənin strukturunu, ölçüyə bağlı fiziki və kimyəvi effektləri fundamental səviyyədə izah etmək. 2. Nanotexnologiyanın elmi əsaslarını klassik və kvant mexanikası prinsipləri kontekstində formalaşdırmaq. 3. Müxtəlif növ nanomaterialların və nanostrukturların sintez üsullarını və texnoloji yanaşmalarını öyrətmək. 4. Nanohissəciklərin, nazik təbəqələrin və nanokompozitlərin elektrik, optik, mexaniki və maqnit xassələrini təhlil etmək bacarığı qazandırmaq. 5. Nanosistemlərin xarakterizasiyası üçün istifadə olunan müasir ölçmə və analiz metodlarının fiziki əsaslarını mənimsətmək. 6. Nanoelektronika, optoelektronika və enerji texnologiyalarında nanotexnologiyanın tətbiqlərini elmi baxımdan dərk etdirmək. 7. Nanotexnologiyanın biotibb, sensorlar və ətraf mühit sahələrində istifadəsini tənqidi və analitik yanaşma ilə qiymətləndirmək. 8. Tələbələrdə eksperimental nəticələrin təhlili, modelləşdirilməsi və elmi əsaslandırılması bacarıqlarını inkişaf etdirmək. 9. Nanotexnologiya sahəsində təhlükəsizlik, etika və davamlı inkişaf prinsipləri haqqında anlayış formalaşdırmaq. 10. Tələbələri nanoscience və nanotexnologiya sahəsində gələcək akademik tədqiqatlara və mühəndislik fəaliyyətinə hazırlamaq		
Təlim nəticələri	Bu fənni uğurla başa vuran tələbələr: 1. Nanosəviyyədə maddənin strukturunu və ölçüyə bağlı fiziki hadisələri elmi terminologiya ilə izah edə biləcəklər.		

	2. Nanotexnologiyanın fundamental prinsiplərini klassik və kvant mexanikası kontekstində şərh edəcəklər. 3. Müxtəlif növ nanomaterialların və nanostrukturaların sintez üsullarını və texnoloji yanaşmalarını fərqləndirə biləcəklər. 4. Nanohissəciklərin, nazik təbəqələrin və nanokompozitlərin elektrik, optik, mexaniki və maqnit xassələrini təhlil edəcəklər. 5. Nanosistemlərin xarakterizasiyası üçün istifadə olunan müasir ölçmə və analiz metodlarının fiziki əsaslarını tətbiq edəcəklər. 6. Nanoelektronika, optoelektronika və enerji sistemlərində nanotexnologiyanın tətbiqlərini elmi əsaslarla qiymətləndirəcəklər. 7. Nanotexnologiyanın biotibb, sensor və ətraf mühit sahələrində istifadəsini analitik və tənqidi yanaşma ilə dəyərləndirəcəklər. 8. Eksperimental və ya simulyasiya nəticələrini təhlil edərək əsaslandırılmış elmi nəticələr çıxara biləcəklər. 9. Nanotexnologiya sahəsində təhlükəsizlik, etik məsələlər və davamlı inkişaf prinsiplərini izah edəcəklər. 10. Elmi mənbələrdən istifadə edərək nanotexnologiya mövzularında texniki hesabat və təqdimatlar hazırlaya biləcəklər.
Qaydalar (Tədris siyasəti və davranış)	Dərsin təşkili: Kurs semestr ərzində ümumilikdə 60 saat təşkil edir. Dərslər zamanı tələbələrə mövzular üzrə sistemli və ətraflı məlumat verilir. Müəllim tərəfindən hər mövzunun məzmunu və istifadə olunan materiallar tələbələrə təqdim olunur. Keçirilmiş mövzular üzrə tələbələrin bilikləri şifahi və praktiki formada yoxlanılır və qiymətləndirilir. Yeni mövzular müasir tədris metodları və əyani vəsaitlərdən istifadə olunmaqla izah edilir. Aralıq və final qiymətləndirmələrindən əvvəl tələbələrin bilik səviyyəsi şifahi və yazılı formada (quizlər vasitəsilə) yoxlanılır. Fərdi tapşırıqların kursun sonunadək təqdim edilməsi tələb olunur. Tələbələrin dərslərdə iştirakı və praktiki tapşırıqların yerinə yetirilməsi aktivlik balları ilə qiymətləndirilir. İmtahanlar (keçid/kəsir) Universitetin qaydalarına uyğun olaraq kursu bitirmək üçün ümumi müvəffəqiyyət dərəcəsi 60% və ya yuxarı olmalıdır. İmtahandan kəsilən tələbələr növbəti semestr və ya gələn il fənni təkrar götürə bilərlər. İmtahan və imtahanda iştirakla bağlı bütün məsələlər fakültə dekanı tərəfindən tənzimlənir. Aralıq və final imtahanlarının mövzuları imtahandan əvvəl tələbələrə təqdim olunur. Aralıq imtahanının sualları buraxılış imtahanında təkrarlanmır. 57% toplayan tələbələr yenidən imtahan verə bilərlər. İmtahanların keçirilməsi qaydalarının pozulması Aralıq və buraxılış imtahanları zamanı imtahanı pozmaq və hər-hansı yolla köçürtmə hadisələrinə yol vermək qadağandır. Bu qaydalara əməl etməyən tələbənin imtahan işləri ləğv edilir və 0 (sıfır) yazılaraq imtahandan xaric edilir. Tələbələr üçün davranış qaydaları

Dərsin gedişini pozmaq və dərs zamanı etik normalara riayət etməmək, həmçinin mobil telefondan istifadə etməklə yanaşı, kursa aid olmayan müzakirələr aparmaq qadağandır. Davamiyyət Bütün dərslərdə tələbələrin iştirakı vacibdir. Tələbələr müəyyən səbəblərdən (xəstəlik, ailə problemləri və s.) buraxılan dərslər barədə dekanlığa məlumat verməlidirlər. Dərslərin 25%-dən çoxunu buraxan tələbələr imtahana buraxılmır. Bütün dərslərdə iştirak edən tələbələr 5 bal alacaqlar. Üç fasiləyə görə tələbə 1 bal itirir. Yoxlama (Quiz) 4 dəfə semestr ərzində aralıq və final imtahanlarından öncə keçiriləcək, quizdə tələbərdən soruşulan mövzular dərs zamanı keçilənləri əhatə edəcək. Hər quiz 5 balla qiymətləndiriləcək. Aktivlik Hər dərs keçmiş dərslərin müzakirəsi zamanı fəallıq göstərən tələbələr 1 balla, ümumi 5 balla qiymətləndiriləcək. Praktik tapşırıqlar 1 dəfə semestr ərzində final imtahanından öncə keçiriləcək, laboratoriya işləri tədqiqat yönümlü seçilib tələbələrə təqdim olunur və 5 balla qiymətləndiriləcək.			
Cədvəl (dəyişdirilə bilər)			
Həftə	Tarix (planlaşdırılmış)	Fənnin mövzuları	Dərslik/Tapşırıqlar
1.	16.02.26- 21.02.26	Mövzu № 1. Nanotexnologiyalar nədir və onların inkişaf mərhələləri Qısa icmal: Nanoquruluşların təbiət hadisələri ilə bağlılığı; nanotexnologiyaların inkişafına təkan verən amillər; inkişafın xronologiyası; qədim dövrlərdə insanlar tərəfindən nanotexnologiyalardan istifadə edilməsi; nanoquruluşların yaranma və orqa-nizmə daxil ilma yolları; nanozərrəciklərin antibakterial xassə-ləri; nano elmin özəllikləri.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”, Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 6 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-1</i> 3.Elektron mühazirələr-1
2.	23.02.26- 28.02.26	Mövzu № 2. Kvant-ölçü effektləri. Kvant çuxurları, kvant naqilləri və kvant nöqtələri. Nanoquruluşların təsnifatı.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”, Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 17 səh.

		Qısa icmal: kvant-ölçü effektinin izahı və tərif; bu zaman biruzə olunan əsas göstəricilər; ölçü effektinin bir sıra faktorlardan asılılığı; ölçü effektlərinin növləri; kvant çuxurları, kvant naqilləri və kvant nöqtələri terminlərinin izahı; nanoquruluşların müxtəlif faktorlara görə təsnifatları haqqında məlumat vermək.	2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-16</i> 3.Elektron mühazirələr-2
3.	02.03.26-07.03.26	Mövzu № 3. Karbon klasterləri: fullerenlər, nanoborular, nanoalmazlar və qrafen Qısa icmal: karbon atomunun özəllikləri, karbon-karbon rabitələrinin xassələri; karbonun allotrop formaları; molekulyar və nanoformalar olan fulleren, nanoalmaz, nanoboru və qrafen; karbon klasterlərinin fiziki və kimyəvi xassələri; tədqiqat metodları və tədbiqləri.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”, Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 95 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-29</i> 3.Elektron mühazirələr-3
4.	09.03.26-14.03.26	Mövzu № 4. Nanoiplər (viskerlər), nanomillər və metal nanonaqillər. Nano-kompozit, nanokristallik və nanoməsaməli materiallar. Qısa icmal: Nanodünyanın birölçülü (nanoiplər, nanomillər, metal nanonaqillər), ikiölçülü (nanolaylar, nanosəthlər və heteroquruluşlar) quruluşları; nanokompozit, nanokristallik və nanoməsaməli nümayəndələri.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”, Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 117 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-31</i> 3.Elektron mühazirələr-4
5.	16.03.26-21.03.26	Mövzu № 5. Maqnit nanomaterialları. Ferromaqnit mayələr. Nanotexnoloji alətlər Qısa icmal: maqnit nanomaterialları və ferromaqnit mayələr nədir? maqnit nanomateriallarının tətbiq sahələri və onların perspektivləri; nanotexnoloji alətlər - nanopinset, nanotərəzi, nanotermometr, nanobıçaq və nanoiynələr.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”, Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 123 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-65</i> 3.Elektron mühazirələr-5
6.	23.03.26-28.03.26	Mövzu № 6. Nanomaterialların alınma texnologiyaları: «yuxarıdan-aşağıya» və «aşağıdan-yuxarıya»	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”,

		konsepsiyaları.Litoqrafiya və epitaksiya üsulları. Qısa icmal: nanoquruluşların hazırlanmasında istifadə olunan 2 yanaşma prinsipi; «aşağıdan-yuxarıya» və «yuxarıdan-aşağıya» konsepsiyaları əsasında nanomateriallərin alınması; litoqrafiya - kontaktlı, kontaktsiz və proyeksiyalanmış litoqrafiya üsulları; epitaksiya üsulu; sinergetik	Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 163 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-23</i> 3.Elektron mühazirələr-6
7.	30.03.26-04.04.26	Aralıq imtahan	
8.	06.04.26-11.04.26	Mövzu № 7. Nanoquruluşların tədqiqat üsulları. Spektroskopik üsullar. Qısa icmal: ənənəvi və qeyri-ənənəvi tədqiqat üsulları; spektroskopik üsullar; nüvə maqnit rezonansı və elektron paramaqnit rezonansı üsulları; infraqırmızı spektroskopiya üsulu.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”, Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 37 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-48</i> 3.Elektron mühazirələr-7
9.	13.04.26-18.04.26	Mövzu № 8. Zond mikroskopiyası üsulları Qısa icmal: İşıqburaxan elektron mikroskopu; skanedici elektron mikroskopu; skanedici zond mikroskopiyası və onun növləri; skanedici tunnel mikroskopu və onun işləmə rejimləri; sabit hündürlük və sabit cərəyan rejimlərinin ayrı-ayrılıqda xarakteristikaları; atom-qüvvə mikroskopu; kontaktlı və kontaktsiz rejimlər; nanolitoqrafiya: zond nanolitoqrafiyası və çap litoqrafiyası	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”, Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 45 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-54</i> 3.Elektron mühazirələr-8
10.	20.04.26-25.04.26	Mövzu № 9. Nanoquruluşların elektron və həndəsi quruluşu Qısa icmal: nanoobyektlərin elektron quruluşu; elektron sehirli ədədləri; elektron kürk; nanoquruluşların həndəsi quruluşu və həndəsi sehirli ədədlər;	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. “Nanotexnologiya”, Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 54 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-75</i>

		ikosaedrik və dodekaedrik quruluşlar; fluktuasiyalar.	3.Elektron mühazirələr-9
11.	27.04.26-02.05.26	Mövzu № 10. Nanoobyektlərin mexaniki xassələri Qısa icmal: mexaniki xassələrə təsir edən amillər; defektlər; mikro-möhkəmlilik xarakteristikası; nano-strukturlaşma. Karbon nanoboru-sunun mexaniki xassələri.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. "Nanotexnologiya", Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 66 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-60</i> 3.Elektron mühazirələr-10
12.	04.05.26-09.05.26	Mövzu № 11. Nanoobyektlərin maqnit xassələri Qısa icmal: nanoquruluşların maqnit xassələrindən asılılığı və təsnifatı; qıqant maqnit müqaviməti; superpara-maqnetizm.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. "Nanotexnologiya", Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 123 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-71</i> 3.Elektron mühazirələr-11
13.	11.05.26-16.05.26	Mövzu № 12. Foton kristalları. Foton kristalının alınma mexanizmləri və tətbiq sahələri Qısa icmal: ifrat qəfəs və optik ifrat qəfəs; foton kristalları və onun xassələri; foton kristalları modelləri; foton kristallarının alınma üsulları; foton kristallarının tətbiqi.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. "Nanotexnologiya", Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 163 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-149</i> 3.Elektron mühazirələr-12
14.	18.05.26-23.05.26	Mövzu № 13. Nanotexnologiyanın elektronikada tətbiq sahələri. Qısa icmal: inteqral sxemlər; birelektronlu tranzistorlar; rezonans-tunel diodu; nanokompüterlər; optoelektronika; işıq diodları və lazerlər.	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. "Nanotexnologiya", Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 155 səh. 2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-169</i> 3.Elektron mühazirələr-14
15.	25.05.26-30.05.26	Mövzu № 14. Nanotexnologiyanın tibdə tətbiq sahələri. Qısa icmal: nano alətlər, dərman daşınması, inqalyasiya metodları, bioloji təsirlər,	1.Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. "Nanotexnologiya", Bakı, Çarşıoğlu, 2007, 191 səh.

			2.Nanomaterials: Basics to Applications – <i>Yarub Al-Douri (2022) p-187</i> 3.Elektron mühazirələr-14
		Final imtahan	

