

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ  
TƏHSİL NAZİRLİYİ**

**BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

2316.01- “Kimyəvi kinetika və kataliz” ixtisası üzrə  
fəlsəfə doktoru imtahanı üçün

**P R O Q R A M**

Bakı Dövlət Universitetinin Kimya  
fakültəsinin Elmi Şurasının qərarı ilə  
çapa tövsiyə edilmişdir.  
(2026-cı il 02 aprel 09 sayılı protokol)

**BAKİ 2026**

**Tərtib edən(lər):** BDU-nun “Fiziki və kolloid kimya”  
kafedrasının əməkdaşları,  
**k.e.d, prof.E.İ.Əhmədov**  
**k.e.d, prof.S.E.Məmmədov**  
**k.e.d.F.Ş.Kərimli**

**Elmi redaktor:** BDU-nun “Fiziki və kolloid kimya”  
kafedrasının əməkdaşı,  
**k.e.d, prof.C.İ.Mirzai**

**Rəy verən(lər):** BDU-nun “Ekoloji kimya”  
kafedrasının əməkdaşı,  
**k.e.d, prof.N.T.Şəmilov**

AR ETN Kimya İnstitutunun əməkdaşı,  
**k.e.d., prof. A.C.Əfəndi**

## Izahat vərəqi

Bu proqram doktorantura səviyyəsində təhsil alan doktorantların “Kimyəvi kinetika və kataliz” fənni üzrə fundamental biliklərini, nəzəri hazırlıq səviyyəsini və elmi-tədqiqat bacarıqlarını yoxlamaq məqsədilə hazırlanmışdır. Fəlsəfə doktoru ixtisas və fərq imtahanları doktorantların ixtisas fənləri üzrə müstəqil elmi fəaliyyətə hazırlıq səviyyəsini qiymətləndirir.

**Proqramın məqsədi** doktorantların kimyəvi reaksiyaların kinetik qanunauyğunluqları, reaksiya mexanizmləri, katalitik proseslərin nəzəri əsasları və müasir kataliz sahəsində istifadə olunan modellər üzrə dərin biliklərə yiyələnməsini təmin etməkdir.

### **Proqramın vəzifələri:**

- kimyəvi reaksiyaların sürət qanunlarını və kinetik tənliklərini mənimsətmək,
- reaksiya mexanizmlərinin qurulması və təhlili bacarığını formalaşdırmaq,
- homogen, heterogen və ferment katalizinin əsas prinsiplərini öyrətmək,
- katalitik proseslərin sənaye və elmi tətbiqlərini izah etmək,
- xarici elmi ədəbiyyatda istifadə olunan terminologiya və metodları anlamaq.

### **Fəlsəfə doktoru ixtisas və fərq imtahanlarına qoyulan tələblər.**

Doktorant:

- kinetik tənlikləri çıxarmağı və tətbiq etməyi,
- reaksiya mexanizmlərini əsaslandırmağı,
- katalitik prosesləri nəzəri baxımdan izah etməyi,

- eksperimental kinetik nəticələri təhlil etməyi bacarmalıdır.

**Yekun qiymətləndirmə növü: imtahan.**

**Mövzular və onların məzmunu**

### **I. Kvant kimyası.**

Kvant mexanikasının əsasları. Dalğa funksiyası və onun fiziki mənası.. Operatorlar və ölçülə bilən kəmiyyətlər. Atom və molekul modelləri. Hidrogenəbənzər atomlar. Çoxelektronlu atomlar. Molekulyar orbital metodu. Spektroskopiya. Elektron, vibrasion və rotasion spektrlər. Seçim qaydaları.

### **II. Kimyəvi termodinamika.**

Termodinamikanın əsas anlayışları. Termodinamikanın birinci qanunu. Termodinamikanın ikinci qanunu. Üçüncü termodinamika qanunu. Termodinamik potensiallar. Fazalar tarazlığı. Kimyəvi tarazlıq.

### **III. Kimyəvi kinetika və kataliz.**

Kimyəvi kinetikanın əsas anlayışları. Kimyəvi kinetikanın predmeti. Reaksiya sürəti və onun ifadə üsulları. Kinetik və termodinamik yanaşmanın fərqi.

Reaksiya sürət tənlikləri. Diferensial və inteqral sürət tənlikləri. Reaksiyanın tərtibi və molekulyarlığı. Sıfırıncı, birinci, ikinci tərtib reaksiyalar. Yarımparçalanma müddəti.

Elementar reaksiyalar və toqquşma nəzəriyyəsi. Toqquşmaların effektivliyi. Sterik amil. Aktivləşmə enerjisi.

Temperaturun reaksiyanın sürətinə təsiri. Vant-Hoff qaydası. Temperatur əmsalı. Arrenius tənliyi. Aktivləşmə enerjisinin təyini üsulları. Eksponensial hədd qarşısındakı vuruq.

Reaksiyanın mexanizmi. Elementar mərhələlər. Sürəti müəyyən edən mərhələ (limit mərhələsi). Aralıq hissəciklər (radikal, ion, aktiv kompleks).

Mürəkkəb reaksiyalar. Ardıcıl reaksiyalar. Paralel reaksiyalar. Dönən reaksiyalar. Bodənşteynin stasionar qatılıqlar və kvazitarazlıq üsulları.

Zəncirvari reaksiyalar. Zəncirin yaranması, inkişafı və qırılması. Şaxələnməyən və şaxələnen zəncirvari reaksiyalar. Partlayış həddi anlayışı. Zəncirvari reaksiyaların xüsusiyyətləri. Zəncirvari reaksiyaların kinetikasi.

Keçid halı nəzəriyyəsi. Aktiv kompleks. Enerji profili. Eyring tənliyi. Aktivləşmə sərbəst enerjisi və aktivləşmə entropiyası.

Kimyəvi kinetikanın eksperimental əsasları. Reaksiya sürətinin ölçülməsi. Spektrofotometrik üsullar. Sürətli reaksiyaların öyrənilməsi.

Katalizin ümumi əsasları. Kataliz anlayışı. Katalizin kinetik və termodinamik mahiyyəti. Katalizatorun rolu.

Katalizin təsnifatı. Homogen kataliz. Heterogen kataliz. Biokataliz (fermentativ kataliz). Katalizatorun aktivliyi, seçiciliyi və stabilliyi. Turnover number (TON) və turnover frequency (TOF) anlayışları.

Homogen kataliz. Turşu-əsas katalizi. Redoks katalizi. Komplekslərlə kataliz. Katalitik tsikl anlayışı.

Keçid metallar katalizi. Koordinasiya birləşmələrinin rolu. Ligandın təsiri. Aktiv mərkəzlər.

Heterogen kataliz. Adsorbsiya (fiziki və kimyəvi). Aktiv mərkəzlərin təbiəti. Səth katalitik reaksiyaları.

Heterogen katalizin mexanizmləri. Lənqmür–Hinşelvud mexanizmi. Eley–Rideal mexanizmi. Mars–van Krevelen mexanizmi.

Katalitik proseslərin kinetikasi. Sürət tənliliklərinin çıxarılması. Diffuziya məhdudiyətləri. Effektivlik əmsalı.

Fermentativ kataliz. Fermentlərin quruluşu. Mixaelis–Menten tənliyi. Ferment inhibitorları. Rəqabətli və rəqabətsiz inhibitorlaşma.

Katalizatorların hazırlanması. Çökmə, birgə çökmə, hopdurma, zol-gel üsulları. Nanostrukturlaşdırılmış katalizatorlar. Daşıyıcı materiallar (seolit,  $Al_2O_3$  və s.).

Katalizatorların dezaktivləşməsi. Zəhərlənmə. Koklaşma. Sinterləşmə. Regenerasiya üsulları.

Hesablama və nəzəri metodlar. Kvant-kimyəvi hesablamalar. Potensial enerjinin səthləri. Molekulyar dinamika və kinetik Monte-Karlo üsulları.

Sənaye katalizi və katalizin tətbiqləri. Sənaye katalitik prosesləri. Neft-kimyə katalizi. Ətraf mühit katalizi. Yaşıl katalizin prinsipləri. C-C rabitəsinin yaranması. Asimmetrik kataliz. Hidrogen istehsalı.  $CO_2$ -nin reduksiyası. Nanokataliz və fotokataliz, Elektrokataliz.

## Ə D Ə B İ Y Y A T

1. E.İ.Əhmədov, S.E.Məmmədov, N.A.Rzayeva. Fiziki kimya I hissə, Bakı, 2009, 530 s.
2. E.İ. Əhmədov, S.E. Məmmədov, Y.İ. Cəfərov, N.A. Rzayeva. Fiziki kimya, II hissə, 2014, 412 s.
3. Y.İ. Cəfərov. Fiziki kimya. Bakı, SkyE, 2021, 520 s.
4. Fuad Kərimli. Fiziki kimya. Bakı, BDU Nəşr Evi, 2025, 398 s.
5. В.В.Еремин, С.И.Каргов, И.А.Успенская, Н.Е.Кузьменко, В.В.Лунин. Основы физической химии. Теория и задачи: Учеб. Пособие для вузов. М.:Издательство «Экзамен», 2005, 480 с.
6. Я.И.Герасимов и др. Курс физической химии. В 2-х т. М.:Химия, 1969, т. 2.
7. А.А. Жуховицкий, Л.А.Шварцман Физическая химия. М.:Металлургия, 2001, 688 с.
8. А.Г.Стромберг, Д.П.Семченко. Физическая химия. М.:Высш.школа, 2009, 527 с.
9. А.Н.Матвеев. Молекулярная физика. М.:Высшая школа, 1981, 396 с.
10. Н. М. Эмануэль, Д. Г. Кнорре. Курс химической кинетики: М.: Высш. шк., 1984.Ф.Даниэльс, Р.Олберти. Физическая химия. М.:Мир.1978, 645с.
11. И.Н.Годнев, К.С.Краснов, Н.К.Воробьев и др. Физическая химия. М.:Высш.шк., 1982г., 687с.
12. О.В.Крылов. Гетерогенный катализ.Издательство: М.: Академкнига. 2004 г; 680 с.
13. Г.М.Панченков, В.П.Лебедев. Химическая кинетика и катализ. М.:Химия,1985, 592с.

14. P., Atkins, &, J. de Paula. Physical Chemistry. 11<sup>th</sup> ed. Oxford: Oxford University Press, 2018.
15. K. Laidler.– Chemical Kinetics, 1987.
16. R. Masel .– Chemical Kinetics and Catalysis.
17. H. Fogler.–Elements of Chemical Reaction Engineering.
18. G. Bond.– Catalysis by Metals.
- 19.G. Somorjai. – Introduction to Surface Chemistry and Catalysis.
20. J.M. Thomas, W.J. Thomas, "Principles and Practice of Heterogeneous Catalysis".
21. G. Ertl, H. Knözinger, F. Schüth, J. Weitkamp, "Handbook of Heterogeneous Catalysis"
22. B. Cornils, W.A. Herrmann, "Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds".
23. J.I. Steinfeld, J.S. Francisco, W.L.Hase, "Chemical Kinetics and Dynamics".
24. R.D. Levine, "Molecular Reaction Dynamics".