**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ**
**BAKI DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

**2406.01 - "Biofizika"ixtisası üzrə**
**Fəlsəfə doktoru proqramı əsasında**
**Doktoranturaya qəbul imtahanı üçün**

# P R O Q R A M

Bakı Dövlət Universitetinin Biologiya fakültəsinin Elmi Şurasının qərarı ilə tövsiyyə edilmişdir (Protokol №3, 06.12.2018)

**Bakı – 2022**

| | |
|---|---|
| **Tərtib edənlər** | **prof. N.A. Musayev** |
| **Elmi redaktor** | **prof.Xəlilov R.I.** |
| **Rəyçi** | **prof. V.B. Abdıyev** |

## İzahat vərəqi

Biofizika canlı aləmdə baş verən çevrilmələr, hadisələrin fiziki-kimyəvi təbiətini aydınlaşdıran elm sahəsidir. Elmin bu sahəsində qərarlaşdırılmış müddəalar ümumi fizika, ümumi kimya, riyaziyyat və onun digər sahələri olan riyazi statistika, spektral analizin tətbiqi olmadan mümkün olmazdı. Biofizika iki hissədən ibarətdir. Bunlardan birincisi bioloji proseslərin kinetikasını (bioloji proseslərin kinetikasını) və molekulyaar təbiətini (molekulyar biofizika) təqdim edərək nəzəri biofizika adlanır.Hüceyrə biofizikası adlanan ikinci hissə isə bioloji proseslərin hüceyrə proseslərinin hüceyrə və subhüceyrə səviyyəsində təqdimatını verir. Bu proseslər əsasən bioloji membranların fəaliyyətini əhatə etdiyinə görə həm də membran proseslərinin biofizikası adlanır. Bu fənnin tədrisi bəzən yuxarıda adlası çəkilmiş fənlərin yeni sahələrinin (Biologiyada riyazi modelləşmə, Nəzəri biologiya, Bioinformatika və s.) meydana çəxmasına səbəb olmuş və təbiətdə baş verən təkamül proseslərinin dərk olunmasına xidmət edir.

2406.01 – "Biiofizika" ixtisası üzrə fəlsəfə doktoru proqramı əsasında doktoranturaya qəbul imtahanı üçün yazılmış proqram müvafiq kursu tam əhatə edir, elmin müasir səviyyəsinə uyğundur.

**Fənnin mənimsənilməsinin məqsədi:**

- 2406.01 – "Biiofizika" ixtisası üzrə doktoranturaya qəbul imtahanın proqramı bioloji elmlər arasında biofizikanın vacib rolunu və yerini izah etmək;
- Biofizikanın bir elm sahəsi kimi predmetini və araşdırdığı problemləri doktorantlara catdırmaq;
- Bioloji sistemlərdə baş verən fizioloji proseslərin fiziki- kimyəvi mexanizmlərini müəyyənləşdirmək;
- Canlı sistemlərdə baş verən membran proseslərinin qanunauyğunluqlarının həm energetik, həm də daşınma prosesləri üçün eyni prinsiplə icra olunduğunu doktorantlaraçatdırmaq;
- Membran proseslərinin, resepsiya proseslərinin həyata keçirilməsindəki vacib məqamları dərk etməkdən;
- Mühitin bir sıra fiziki-kimyəvi amillərinin canlı sistemə təsirinin biofiziki mexanizmini öyrətməkdən ibarətdir.

**Fənnin mənimsənilməsi nəticəsində doktorantlar bilməlidirlər:**

- Biofizikanın təbiət elmləri sırasında yerini və vəzifələrini;
- Bioloji kinetikanın xüsusiyyətlərini;
- Termodinamika qanunlarının biologiyada tətbiqini;
- Makromolekulyar strukturun və proseslərin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərini;
- Membranın həyatı vacib proseslərin icrasındakı rolunu;
- Yeni növ enerji generatorlarının yaradılmasında "membran modelinin" mümkün perspektivlərini;
- Ekoloji amillərin nizamlanmasında radiasiya biofizikasının mümkün perspektivlərini;
- Fotobioloji və radiobioloji proseslərin fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərini;
- Ekoloji proseslərin tənzimlənməsinin əsaslarını.

**Bacarmalıdırlar:**

- Əsas biofiziki metodlardan müstəqil istifadə etməyi;
- Hüceyrə sisteminin bir sıra fiziki-kimyəvi göstəricilərinin dəyişmə qanunauyğunluğunu tədqiq etməyi;
- Canlı sistemdə baş verən entropiya dəyişikliyini izah etməyi;

- Biofiziki metodlardan istifadə etməklə hüceyrənin membran sistemində baş verən sərbəst radikal proseslərini tədqiq etməyi.

**Yiyələnməlidirlər:**

- Canlı sistemdə baş verən biofiziki proseslərin nəzəri əsaslarına;
- Bioloji proseslərin fiziki-kimyəvi mexanizmini tədqiq etmək üçün biofiziki metodlara;
- Membran proseslərinin dəyişmə qanunauyğunluğunu mənimsəmək üçün məlum metodlara.

## “BİOFİZİKA”

| № | Mövzu |
|---|---|
| 1 | Biofizikanın predmeti və problemləri. |
| 2 | Bioloji proseslərin kinetikası<br>Fermentativ reaksiyaların kinetikası. Mixaelis-Menten tənliyi. Mixaelis əmsalı. |
| 3 | Fermentativ reaksiyaların sürətinin tənzimlənməsi. |
| 4 | Bioloji proseslərin termodinamikası. Termodinamikanın I qanununun bioloji sistemlərdə tətbiqi. |
| 5 | Termodinamikanın II qanununun bioloji sistemlərdə tətbiqi. |
| 6 | Makromolekul. Biopolimerlər, onların quruluşunun konformasiya xüsusiyyəti. Makromolekulların qarşılıqlı təsirirnin tipləri. |
| 7 | Konformasiya enerjisi, zülalların molekul-daxili dinamikasının təsviri. |
| 8 | Hüceyrədə zülalların tənzinlənməsinin biofiziki xüsusiyyətləri. |
| 9 | Bioloji membranın molekulyar quruluşu, kimyəvi tərkibi, dinamik xüsusiyyətləri. |
| 10 | Qeyri-elektrolitlərin membrandan daşınması, stasionar və qeyri-stasionar diffuziya, asanlaşmış diffuziya. |
| 11 | Elektrodiffuziya. Elektrokimyəvi potensial. Elektrogen daşınma. İon nasosları. Biomem-branda enerji transformasiyası. ATFsintaza. |
| 12 | Əzələ təqəllüsü və resepsiya proseslərinin fiziki-kimyəvi mexanizmi. |
| 13 | Fotobioloji proseslərin biofizikası |
| 14 | Radiobioloji proseslərin biofiziki xüsusiyyətləri, ionlaşdırıcı şüaların tipləri, bioloji təsiri. |
| 15 | Ekoloji biofizika |

### Mövzular və onların məzmunu

**Biofizikanın predmeti və problemləri.**

Bioloji elmlər arasında biofizikanın yeri. Biofizikanın inkişaf tarixi. Canlı sistemdə fiziki proseslərin qanunauyğunluğu. Biofizikanın elmi və praktiki əhəmmiyyətı [6, 7, 8, 9, 12].

**Bioloji proseslərin kinetikası. Fermentativ reaksi-yaların kinetikası. Mixaelis-Menten tənliyi. Mixaelis əmsalı.**

Bioloji proseslərin kinetik modelinin qurulmasının əsas prinsipləri. Bioloji sistemlərin stasionar halları. Stasionar halların dayanıqlığı, bioloji triggerlər. Fermentativ reaksiyalarin kinetikasi. Bioloji sistemlərdə reaksiyaların ümumi xarakteristikası biokimyəvi reaksiyaların tipləri və tərtibliyi, fermentativ proseslərin mexanizminin xüsusiysətləri, substratla doyma. Ferment-substrat kompleksləri**.** Sadə fermentativ reaksiyaların kinetikası. Mixaelis-Menten tənliyi, onun çevrilmiş formaları [4, 6, 7, 8, 10].

**Fermentativ reaksiyaların sürətinin tənzim-lənməsi.**

Fermentativ reaksiyaların stasionar halı, stasionar halların dayanıqlığı. Mürəkkəb reaksiyaların ümumi prinsipləri. Zəncirvari reaksiyalar, temperaturun bioloji sistemlərdə reaksiya sürətinə təsiri. Arrenius tənliyi. Aktivləşmə enerjisi və sürət əmsalının temperaturdan asılılığı. Vant-Hoff əmsalı, stasionar halın dəyişməsinin qanunauyğunluğu. [1, 7, 9, 15].

**Bioloji proseslərin termodinamikası. Termodi-namikanın I qanununun bioloji sistemlərdə tətbiqi.**

Termodinamik sistemlər və proseslərin təsnifatı. Termodinamik potensiallar, bioloji sistemlərin istilik effekti, daxili enerji, sərbəst enerji, termodinamik iş, entalpiya. Biologiyada termodinamikanın birinci qanununun tətbiqi. Termodinamikanın birinci qanunundan çıxan əsas müddəa. Hess qanunu [6, 7, 13, 18].

**Termodinamikanın II qanununun bioloji sistem-lərdə tətbiqi.**

Termodinamikanın II qanununun bioloji sistemlərə tətbiqi. Bioloji sistemlərin faydalı iş əmsalı. Entropiya anlayışı. Bioloji sistemlər açıq sistemlər kimi. Açıq sistemlərdə entropiyanın dəyişməsi. Priqojin müddəaları. Stasionar halın mövcudluğunun termodinamik şərtləri. Reaksiyaların termodinamik əlaqələri. Daşınma prosesinin termodinamikası. Stasionar hal və entropiyanın artım sürətinin minimumluq şərti. Priqojin teoremi. Stasionar halda Le-Şatelye prinsipi. Xətti termodinamikanın biologiyada tətbiqi [6, 7, 13, 18].

**Makromolekul. Biopolimerlər, onların quruluşu-nun konformasiya xüsusiyyəti. Makromolekulların qarşılıqlı təsirirnin tipləri.**

Makromolekul biostrukturun əsası kimi. Biopolimerlərin konfiqurasiyası və konformasiyası. Kun seqmenti, persistent uzunluq. Makromolekulun kooperativ xüsusiyyətləri. Biopolimerlərdə elektron səviyyələri, molekulların enerji halları. Biostrukturlarda həyəcanlanma və enerji transformasiyası. Biostrukturlarda elektron daşınması. Elektron daşınmasının müxtəlif fiziki modelləri [6, 9, 10, 12].

**Konformasiya enerjisi, zülalların molekuldaxili dinamikası.**

Zülalların hüceyrənin və orqanizmin həyatında rolu. Zülal makromolekullarının qarşılıqlı təsirinin tipləri. Hidrogen rabitələri. Vander-Vals qarşılıqlı təsirləri:oriyentasiya, induksiya, dispersiya qarşılıqlı təsiri. Elektrostatik, hidrofob qarşılıqlı təsirlər. Biopolimerlərin umumi konformasiya enerjisinin hesablanması. Zülal makromolekullarında molekuldaxili mütəhərriklik [6, 8, 9, 12].

**Hüceyrədə zülalların tənzimlənməsinin biofiziki xüsusiyyətləri.**

Hüceyrədə və orqanizmdə zülalların funksiyaları, zülalların strukturu ilə funksiyası arasında qarşılıqlı əlaqə. Hüceyrədə biosintezin sürəti ilə fermentlərin parçalanması arasında optimal nisbət. Hüceyrədə zülalların dinamik xassələri. Zülal biosintezinin tənzimlənməsi canlı hüceyrənin əsas xüsusiyyətlərindən biri kimi. Hüceyrədə zülalların parçalanması canlı orqanizmin normal fəaliyyəti üçün mühüm əhəmiyyət kimi [6, 8, 9, 12].

**Bioloji membranın molekulyar quruluşu, kimyəvi tərkibi, dinamik xüsusiyyətləri.**

Membran bioloji sistemin universal komponenti kimi. Membranın molekulyar təşkili haqda təsəvvürlərin inkişafı. Membran zülalları və lipidləri, xolesterin. Membran sistemlərində faza keçidlərinin xüsusiyyətləri, liotrop və termotrop metamorfizm, fosfolipidlərin fırlanma və laterial mütəhərrikliyi, flip - flop keçidləri. Kinklər, klasterlər [3, 6, 7, 8, 13, 15, 19].

**Qeyri-elektrolitlərin membrandan daşınması, stasionar və qeyri-stasionar diffuziya, asanlaşmış diffuziya.**

Biomembrandan maddələrin qeyri-fəal daşınması. Qeyri-elektrolitlərin daşınmasının hərəkətverici qüvvəsi. Maddə seli, yürüklük, nüfuzluq, diffuziya əmsalı. Asanlaşmış diffuziyanın xüsusiyyətləri. Diffuziya əmsalı ilə maddənin molekulyar parametrləri arasında əlaqə [3, 7, 8, 12].

**Elektrodiffuziya. Elektrokimyəvi potensial. Elektrogen daşınma. İon nasosları. Biomembranda enerji transformasiyası. ATFsintaza.**

Kimyəvi, elektrokimyəvi potensial. Nernst-Plankın elektrodiffuziya nəzəriyyəsi. İon seli və membran potensialı üçün Qoldman tənlikləri. Ussinq-Teorel münasibəti. İon nasosları. $Na^{+}$-$K^{+}$-, $Ca^{2+}$-, $H^{+}$-nasosları. Membran potensialı və onun meydana çıxması. Membranın ion nüfuzluğu və keçiriciliyi. Fəal daşınma, ionların elektrogen daşınması. İonların kanalda daşınması. İon kanallarının təsnifatı. İonların kanal və asanlaşmış diffuziyasının kinetikası, onların identifikasiyası.

Bioloji membranlarda enerji transformasiyasının ümumi prinsipləri. Elektronəqliyyat zəncirinin lokalizasiyası. Protonların elektrokimyəvi potensial qradiyentinin kimyəvi rabitə enerjisinə çevrilməsi. ATF-sintaza kompleksi [3, 7, 8, 9, 12].

**Əzələ təqəllüsü və resepsiya proseslərinin fiziki-kimyəvi mexanizmi.**

Əzələnin yığılma aparatının zülal komponentlərinin mütəhərrikliyinin molekulyar mexanizmiləri. Resepsiya prosesləri, reseptorlar. Reseptorların təsnifatı. Reseptor siqnalın generasiyası. Təsir potensialı, həyəcanlanmanın sinir lifində yayılması. İon cərəyanlarının kinetikası. İon cərəyanlarının Hockin-Haksli modeli. Hockin-Haksli tənliyi. Görmə,eşitmə proseslərinin biofizikası [7, 8, 9, 12, 13, 15].

**Fotobioloji proseslərin biofizikası.**

İşığın udulmasının Buger-Lambert-Ber qanunu. Optik sıxlıq, udulma, molyar ekstinksiya əmsalı. İşıq kvantının molekullarla qarşılıqlı təsiri. İlkin fotokimyəvi reaksiyalar. Fotobioloji və fotokimyəvi mərhələlərin mexanizmiləri. Fotobioloji proseslərin kinetikası. Bioloji polimerlərin spektral xüsusiyyətləri. Lazer spektroskopiyasının biologiyada tətbiqi [5, 6,8, 14, 15, 19].

**Radiobioloji proseslərin biofiziki xüsusiyyətləri, ionlaşdırıcı şüaların tipləri, bioloji təsiri.**

İonlaşdırıcı şüaların udulması prosesinin ümumi xarakteristikası. İonlaşdırıcı şüaların nisbi bioloji effektivliyi, birbaşa və dolayı təsiri zamanı makromolekulların inaktivləşməsi. Makromolekulun şüa zədədənməsinin fenomenoloji təhlili. İonlaşdırıcı şüaların birbaşa təsiri zamanı makromolekulun inaktivliyinə səbəb olan ilkin proseslər. Radiolizin ilkin məhsulları və şüalanmış makromolekulun sonrakı halı. Şüalanmış hüceyrədə fiziki-kimyəvi proseslər. Şüa zədələnməsindən bərpa olunma. Hüceyrələrin şüa zədələnməsinin modifikasiyası. Bioloji obyektlərin radiohəssaslığı. Orqanizmlərin şüa zədələnməsinin müxtəlif tipləri və formaları. İonlaşdırıcı şüaların kiçik dozalarının stimullaşdırıcı təsiri. Şüa zədələnməsini modifikasiya edən amillər; radioprotektorlar və radiosensiblizatorlar, onların kimyəvi təbiəti və təsir mexanizmləri. Oksigen effekti və onun meydana çıxma mexanizmi. Radiodavamlılığın endogen fondu [2, 5, 7, 6].

**Ekoloji biofizika**.

Ekosistem, kimyəvi çirklənmə, texnogen çirklənmənin təsnifatı. Elektromaqnit çirklənmə. Canlı sistemə mühitin təsiredici amillərinin təsnifatı (zəif təsirlər, kosmik və dövri təsirlər və s). İşıq və bioritm. Optik şüalanmanın təsiri, fotoingibirləşmə, fotodestruksiya. Ekoloji diapozonda UB şüaların təsirindən DNT-nin fotozədələnməsinin molekulyar mexanizmi. Fotoliazanın təsirinin molekulyar mexanizmi. Sərbəst radikal reaksiyalarında oksidləşdirici stress. Oksigenin zədələyici təsirinin molekulyar mexanizmi. Səs-küyün bioloji təsiri [2, 6,  12, 16].

**ƏDƏBİYYAT:**

**Əsas:**

1. Abdullayev X.D., Həsənov R.Ə. Stress reaksiyalarının biofiz. mexanizmi. Bakı-2014, 208 s.
2. Cəfərov E.S. Radiobiologiya. Dərs vəsaiti, Bakı, “Elm” nəşriyyatı. 2014, 328s.
3. Musayev N.A. Membran proseslərin biofizikası. Bakı-2013. 242 s.
4. Musayev N.A., Qüləhmədov S.Q., Köçərli N.K. Potensiometriyadan kiçik praktikum. Bakı Dövlət Univer-n nəşr., Bakı, 1999, 76 s.
5. Мамедов Т.Г. Биохемилюминесценция клеток и тканей. Изд. Элм, Баку, 1982, 188 с.
6. Мусаев Н.А. Биофизика. Учебнил для университетов 2018, Баку, 000 «Политех», 366ст.
7. Биофизика под редакцией Артюхова, Деловая книга, 2009, 294 с.
8. Владимиров Ю.А., Рошупкин Д.И., Потапенко А.Я., Деев А.И, Биофизика, М., Медицина, 272 с.
9. Костюк П.Г., Гродзинский Д.М., Зима В.Л., Магура И.С., Сидорин Е.П., Шуба М.Ф., Биофизика, Киев, Высшая школа, 1988, 504 с.
10. Рубин А.Б., Биофизика (в двух томах), М.: Изд-во МГУ, 2004. I т 448 с., II т 469 с.
11. Рубин А.Б. Лекции по биофизике, Изд. МГУ, 1994, 160 с.
12. Самойлов В.О. Медицинская Биофизика, Санкт-Петербург, Спец. Лит, 2004, 495 с.
13. Современные методы биофизических исследований. Практикум по биофизике. Под ред. А.Б. Рубина. М., Высшая школа, 1988, 360 с

**Əlavə:**

14. Əlizadə Q.İ., Zeynalova N.M., Bioloji obyektlərin optiki tədqiqat metodları (spektrofotometriya, fotoelektrokolorimetriya), Bakı, 2005, 22 s.
15. Əfəndiyev M., İslamzadə F.Q., İslamzadə F.İ. İnsan biokimyasının əsasları. s. 150-158
16. Əhmədov İ., Məmmədov Ə., Xəlilov R. Tibbi və bioloji fizika. Bakı, 2006, 415 s.
17. Qasımov N.A., Abduyeva-İsmayılova S.M., Fotosintez. Bakı- 2015. 448 s.
18. Qasımov N.A. Bitki fiziologiyası, Bakı- 2008, 483 səh.
19. Köçərli N.K., Hümmətova S.T., Mahmudov Z.M. “Biofizika” fənnindən praktikum. Dərs vəsaiti, Bakı 2016, 149 s.