

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 1 беті

ДӘРІС КЕШЕНІ

Пәні: Биофизика

Пән коды: Біо 1207

ББ атауы: 6В10117 «Стоматология»

Оқу сағаты/кредит көлемі: 120/4

Оқу курсы мен семестрі: 1/1

Дәріс көлемі: 8

Шымкент, 2025 жыл

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 2 беті

Дәріс кешені «Биофизика» пәнінің жұмыс оқу бағдарламасына (силлабус) сәйкес әзірленген және кафедра мәжілісінде талқыланды.

Хаттама № 129 20 « 05 » 2025ж.

Кафедра меңгерушісі, ф-м.ғ.к., асс.проф



М.Б. Иванова

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 3 беті

№ 1 Дәріс

1. Тақырыбы: Биологиялық мембраналар. Биологиялық мембрананың құрлысы, мен қасиеттері. Биологиялық мембрана арқылы зат тасымалдануы. Селқос тасымалданудың негізгі механизмі.

2. Мақсаты: Студенттерге биологиялық мембрананың негізгі қызметін, жасуша мембранасының құрлысын, оның дамуын және сұйық мозайкалы моделін түсіндіру. Биологиялық мембрана арқылы заттардың тасымалдануын және селқос, белсенді тасымалдаудың негізгі механизмін түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

Мембрана биофизикасы медицинада үлкен рөл атқаратын, жасушалар биофизикасының маңызды бөлімі. Көптеген өмірдегі үдерістер биологиялық мембрана деңгейінде жүреді.

Мембраналық үдерістер бұзулуы көптеген патологиялық өзгерістердің себебі болып табылады. Сонымен қатар ағзаға тигізетін емдік әсер көп жағдайда биологиялық мембраналарға әсер етуге байланысты.

Жасуша барлық тірі ағзаның және өсемдіктер құрылымының негізі болып табылады.

Жасушаның (және жасуша органелласы) өмір сүруінің негізгі шарттары:

1. Қоршаған ортаға қатысты дербестігі (зат қоршаған ортаның заттарымен алмасып кетпеу керек).

2. Жасушадағы және оның жеке бөліктеріндегі жүретін химиялық реакциялар дербестігін сақтау керек.

3. Қоршаған ортамен байланысы (жасуша және қоршаған ортамен заттарды және энергияны үздіксіз, реттілген тасымалдау). Тері жасуша ашық термодинамикалық жүйегі жатады.

Биологиялық мембраналар қандай қызметтер атқарады?

1. **Тосқауылдық** (барерлік) - жасуша өзін қоршаған ортамен талғампаздық (селективті), реттелінетін, селқос (пассивті) және белсенді (активті) зат алмасуын қамтамасыз етеді.

- **Талғампаздық** деп кей заттардың мембрана арқылы тандымалы түрде өтуін айтады, яғни биологиялық мембрана кей заттардың өтуі, ал кей заттардың өте алмауын.
- **Реттелінетін** зат алмасу деп мембрана өткізгіштігінің жасушаның функцияналдық күйіне байланысты кей заттарды өткізуінің өзгеруін айтады.
- **Селқос** деп – заттың мөлшері (концентрациясы) көп ортадан аз ортаға қарай тасымалдану үдерісін айтады.
- **Белсенді** деп – заттың мөлшері (концентрациясы) аз ортадан көп ортаға қарай тасымалдану үдерісін атайды.

2. **Матрицалық** қызметі мембранадағы ақуыздың бір-біріне байланыстылығы, кеңістіктегі орналасуы мен олардың өз ара әсерлесуін қамтамасыз етеді (мембраналық ферменттердің өз ара әсері).

3. **Механикалық** қызметі жасушаның және оның ішкі құрылымының беріктілігі мен дербестілігін қамтамасыз етеді.

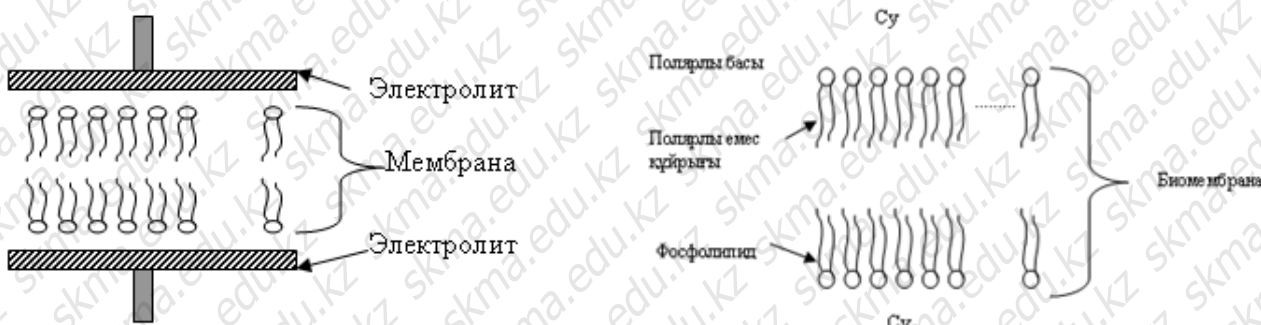
4. **Энергетикалық** қызметі мембрана митохондрандағы АТФ- молекулаларының синтезін, хлоропластағы фотосинтезді қамтамасыз етеді.

5. Биопотенциалдар пайда болады және оларды таратады.

6. **Рецепторлық** (механикалық, акустикалық, көру, сезу, химиялық, терморелепторлық және т.с.с.) және басқа көптеген қызметтері.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 4 беті

1902 жылы Овертон ұсынған биологиялық мембрананың алғашқы моделінің ерекшеліктері: Биологиялық мембрана фосфолипидтерден құралған жұқа қабаттан тұрады. Полярлы және полярсыз орталарды бөліп тұрған қабатта (су мен ауа) фосфолипидтердің молекулалары бір қатар болып орналасады. Олардың полярлы «бастары» полярлы ортаға батып, ал полярсыз «құйрықшалары» полярсыз ортаға қарай бағытталады. Биологиялық мембрананы электрлік конденсатор ретінде қарастыруға болады.



Сыртқы және ішкі ертінделер (жасушадан тыс және цитоплазма) конденсатордың астарлары болып табылады. Олар диэлектрлік өтімділігі $\epsilon = 2$ мембрана арқылы бөлінген.

Жазық конденсатордың сиымдылығы:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{l},$$

мұндағы l – конденсатор астарларының ара қашықтығы, яғни мембрана қалыңдығы. Олай болса осы өрнектен мембрана қалыңдығын анықтауға болады $\epsilon_0 \approx 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$.

Осыдан конденсатордың ара қашықтығын, яғни мембрананың қалыңдығын анықтауға болады:

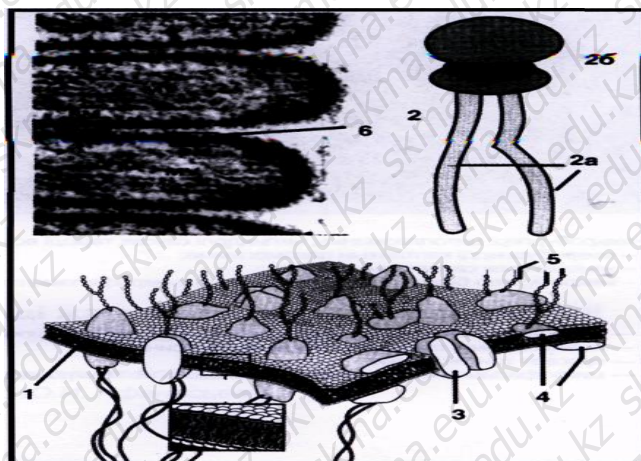
$$l = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{C_{уд}} \approx \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2}{0,5 \cdot 10^{-2}} \text{ м} \approx 3 + 4 \text{ нм}$$

1935 жылы Даниэли және Давсон ұсынған биологиялық мембрананың «бутербродтық» моделінің ерекшеліктері:

1. Бұл модель бойынша фосфолипидтер молекулалары мембрана бетіне перпендикуляр түрде екі қатар болып орналасады.
2. Липид молекулалары гидрофилді жағымен мембрананың сыртына, гидрофобты жағымен оның ішіне қарай бағыттатып орналасады.
3. Мембрананың екі қатар орналасқан фосфолипид молекулаларының полярлы топтарына ақуыз молекулалары екі жағынан жабысып орналасады, осының есебінен мембранада иілгіштік, механикалық әсерлерге беріктілік, төменгі беттік керілу қасиеті пайда болады.
4. Әр қатардағы липид молекуласының ұзындығы шамамен 3 нм, ал ақуыз қабатының қалыңдығы 1 нм деп алынса, онда жасуша мембранасының қалыңдығы 8 нм тең болады. Әр ақуыз молекуласына 75-90 фосфолипид молекуласы сәйкес келеді.

1972 ж. Сингер және Никольсон ұсынған биологиялық мембрананың «сұйық-мозайкалы» моделінің ерекшеліктері:

1. Бұл моделге сәйкес мембрананың негізін екі қабаттан тұратын фосфолипидтер молекуласына қиыстырылып орналасқан ақуыздар құрайды. Орналасуына байланысты



ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 5 беті

акуыздарды беткі қабатта орналасқан (перифериялық) және батып не тесіп орналасқан (интегралды) деп бөледі.

1- липидтердің қос қабаты

2– липид молекуласы

2а-гидрофобты бөлігі, 2б-гидрофильді бөлігі

3-мембрананы тесіп өткен интегралды ақуыз

4-мембрананың біржағымен байланыс-қан ақуыздар

5- ақуыздармен мембрананың сыртқы жағында байланысқан көмірсулы қосылыстар

6- липидтік қос қабаттың орталық гидрофобты бөлігі

2. Физиологиялық қалыпты жағдайда липидтер сұйық агрегаттық күйде болады, мұны фосфолипидтер теңізімен, ал ақуыздарды сол теңіздегі қалқып жүрген мұздармен салыстыруға болады.

3. «Сұйық-мозайкалы» моделдің дәлелдігі сол, жүргізілген зерттеулер, химиялық талдаулар ақуыздар мен липидтер ара қатынасының әр мембранада әр түрлі болатындығын көрсетті.

Миэлинді мембранада ақуыздар липидтерден 2.5 есе көп болса, эритроците керісінше ақуыздар липидтен 2.5 есе аз болады.

«Бутербродтық» модель бойынша ақуыздар және липидтер ара қатынасының саны жуықтап бірдей болу керек. Биологиялық мембраналар липидтер және ақуыздардан басқа химиялық қосылыстар және заттардан (гликолиттер, гликопротеидтер және т.б.) тұрады.

Жасуша ашық термодинамикалық жүйе болғандықтан, ол өзін қоршаған ортамен үнемі зат, энергия және ақпарат алмасады. Мұндай алмасу жасушалардың мембрана арқылы әртүрлі заттарды өткізу қабілеті негізінде мүмкін болады.

Биологиялық мембрана арқылы жүретін түрлі алмасу неге байланысты жүреді?

Мембрана арқылы үнемі зат, энергия және ақпарат алмасуы, оның өткізгіштік қабілетінің арқасында іске асады.

Биомембрана арқылы зат тасымалдаудың арқасында жасушада қандай өзгерістер болады?

1. Метаболикалық үдерістер жүреді.

2. Биопотенциалдары өндіріледі.

3. Жүйке импульстары таралады.

Сондықтан биологиялық мембрана арқылы заттың тасымалдануы – жасушаның өмір сүруінің негізгі шарты болып табылады.

Жасуша мембранасының өткізгіштігін зерттеудің медицина және фармация үшін теориялық және тәжірибелік маңызы:

1. Биомембрана арқылы зат тасымалдаудың бұзылуы әр түрлі патологиялық өзгерістер тудырады.

2. Ауру кеселін емдеу - дәрінің жасуша мембранасы арқылы өтуіне тікелей байланысты, сондықтан дәрілік заттың емдік әсері мембрананың қалай өткізуіне тікелей байланысты болады.

3. Фармакологиялық дәрілік заттардың емдік әсерін толық пайдалану үшін жасушаның сау және қабыну кезіндегі өтімділігін білу керек.

Биологиялық мембраналар арқылы заттардың тасымалдануы негізгі екі түрге бөлінеді: селқос және белсенді.

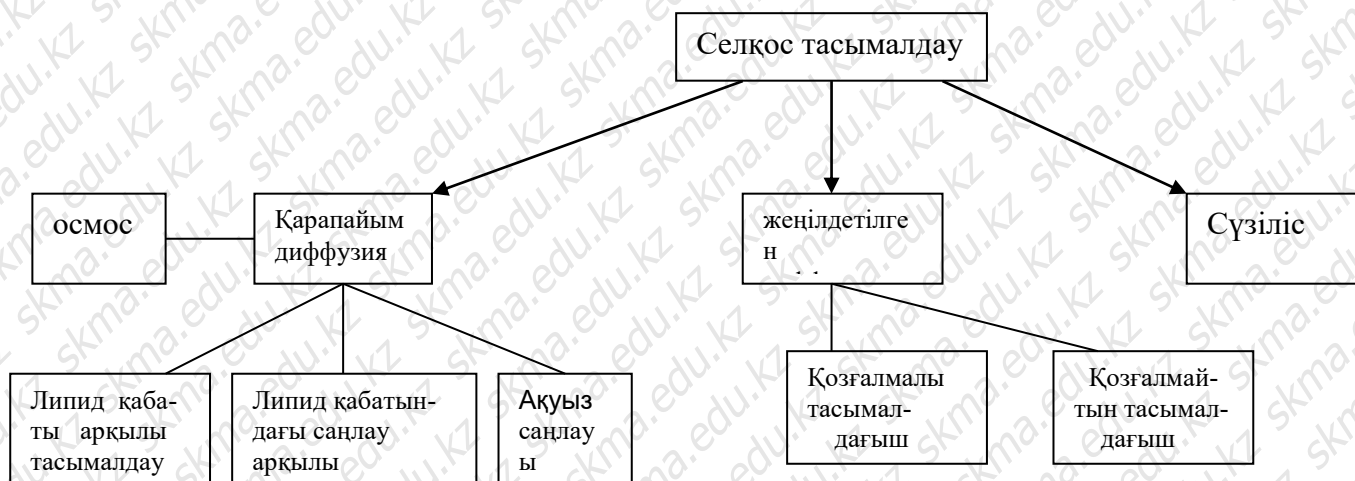
Селқос тасымалдаудың ерекшелігі:

1. Селқос тасымалдау сырттан энергия қорын пайдаланбай, тек белгілі бір айырмашылық (мөлшерлік, электрлік, гравитациялық және т.б. градиент) кезінде жинақталған энергия есебінен жүреді.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 6 беті

2. Селқос тасымалдау Гиббс энергиясын азайтуға алып келеді, сондықтан бұл үдеріс өз бетінше, бос АТФ энергиясын жұмсамай жүреді.

Селқос тасымалдаудың түрлері: диффузия; сүзіліс (филтрация); осмос.



Диффузия деп заттардың өз еркімен мөлшері көп ортадан мөлшері аз ортаға қарай тасымалдануын айтады. Липид бикабаты арқылы диффузия құбылысы мембранадағы мөлшерлік айырмашылық есебінен жүреді.

Диффузияның мембрана өткізгіштігіне тәуелділігі:

1. Мембрана қабаты жұқа және заттар липидте жылдам еріген сайын мембрананың өткізгіштік коэффициенті жоғары болады.

2. Липидтерде жақсы еритін полярлы емес заттар (органикалық май қышқылдары, эфир т.б.) мембрана арқылы жақсы өтеді, ал липид бикабаты арқылы полярлы суда ерігіш заттар (тұздар, қанит, аминқышқылдар, спирттер т.б.) нашар өтеді.

3. Мембранадағы ақуыз және липид саңлаулары арқылы липидтерде ерімейтін заттар және суда ерігіш гидратталған иондар (су молекулаларымен қоршалған) өте алады.

4. Майды ерітпейтін заттар және иондар үшін мембрана молекулалық тордың рөлін атқарады. Сондықтан молекулалардың өлшемі үлкен болған сайын, сол зат үшін мембрананың өту дәрежесі төмен болады. Диффузияның түрлері:

Қарапайым диффузия - деп заттардың өз еркімен мөлшері көп ортадан аз ортаға қарай тасымалдану үдерісін айтады.

Жеңілдетілген диффузия тасымалдағыш молекулалардың қатысуымен (калий ионының тасымалдағышы - валиномицин молекуласы) жүреді.

Жеңілдетілген диффузияның ерекшеліктері:

- Тасымалдағыштың қатсуымен заттардың тасымалдануы әлдеқайда тез жүреді;
- Жеңілдетілген диффузия қанығу қабілетіне ие болады: мембрананың бір жағының мөлшерін ұлғайтқан кезде заттың тығыздығы белгіле бір шамаға, яғни тасымалдағыштың барлық молекулалары бос болмағанға дейін өседі;
- Жеңілдетілген диффузияда әр түрлі заттар тасымалданған кезде тасымалданатын заттардың бақталастығы байқалады. Әр түрлі заттарды тасымалдау дәрежесі де әр түрлі болады, мысалы: қант глюкозасы фруктозаға, ал фруктоза ксилозаға, ал ксилоза арабинозаға қарағанда жеңіл тасымалданады.
- Жеңілдетілген диффузияны тежейтін заттар да болады, олар тасымалдағыш молекуласымен қосылып, тұтас кешен құрайды. Мысалы, флоридзин қанттың биологиялық

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 7 беті

мембрана прқылы нуын тежейді;

- Жеңілдетілген диффузияның тағы бір түрі мембранаға көлденең бағытта, белгілі бір орындарға бекітіліп орналасқан ақуыз тасымалдағыштар арқылы зат тасымалдау болып табылады. Бұл жағдайда тасымалдану тасымалдағыш-молекулалардың затты бір біріне жеткізу арқылы іске асады.

Қорытынды: Сонымен кейбір заттардың көмегімен мембрана арқылы заттарды тасымалдауды реттеуге болады.

Сүзіліс (филтрация) деп су молекулаларының гидростатикалық қысым айырмашылығы әсерінен мембрана саңлауы (пора) арқылы тасымалдануын айтады. Ағзадағы судың қан тамырларының қабырғалары арқылы өтуінде сүзіліс құбылысының атқаратын қызметі үлкен, соның арқасында кейбір патологиялық өзгеріс кезінде сүзілістің ұлғаюынан дене беті ісінеді.

Осмос – еріген заттардағы су молекулаларының жартылай өткізгіш мембрана арқылы мөлшері аз ортадан көп ортаға тасымалдануын айтады. Бұл тасымалдауды іске асыратын күшті осмостық қысым деп атайды. Осмостың көптеген биологиялық құбылыстар үшін үлкен маңызы бар. Мысалы, гипотонды ертінділердегі эритроциттердің гемолизі осы құбылыс себебінен орын алады.

4. Иллюстрациялық материал: презентация

5. Әдебиет: 1-қосымшаны қараңыз

6. Бақылау сұрақтары (Feedback кері байланысы):

1. Мембрананың қалыпты күйінің өзгеруіне тигізетін әсерлерді түсіндір?
2. Биологиялық мембрананың негізгі қызметі неде?
3. Мембрананың липидттік бөлігінің қалыңдығын қалай анықтайды?
4. Селқос тасымалдаудың ерекшелігі неде?
5. Сіздер селқос тасымалданудың қандай түрлерін білесіздер

№ 2 Дәріс

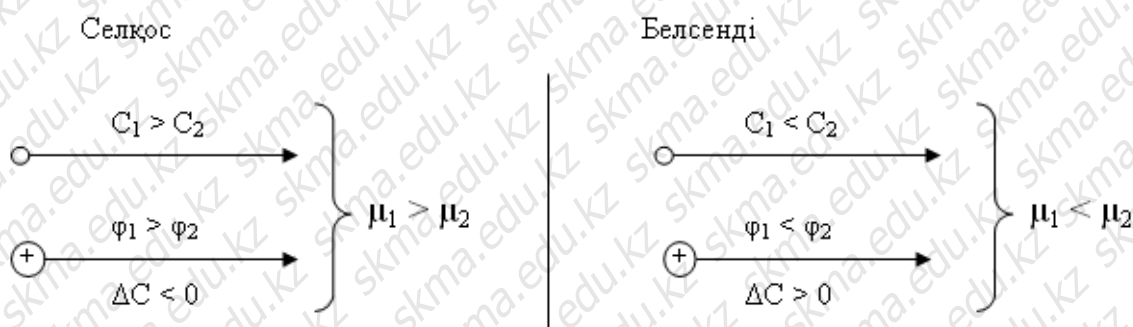
1. Дәріс тақырыбы: Иондардың тасымалдануы. Арнадағы заттардың тасымалдануы. Биологиялық мембраналар арқылы белсенді тасымалдану.

2. Дәріс мақсаты: Студенттерге биологиялық мембрана арқылы иондардың белсенді тасымалдануын түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

Белсенді тасымалдау деп заттарды мөлшері аз ортадан көп ортаға қарай, яғни электрлік потенциалы аз ортадан көп ортаға қарай, немесе электрохимиялық потенциалы μ_1 аз ортадан электрохимиялық потенциалы μ_2 көп ортаға тасымалдауды атайды. Мұндай тасымалдау жүйе энергиясы есебінен жүреді.

Мембрана арқылы зат тасымалдау



ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 8 беті

Белсенді тасымалдауды сипаттайтын шамалар:

1. Заттардың **химиялық потенциалы** деп - сол заттың сан жағынан бір моліне сәйкес келетін Гиббс энергиясына тең шаманы атайды.
2. Заттардың **электрохимиялық потенциалы** деп электр өрісінде орналасқан заттың сан жағынан бір моліне сәйкес келетін Гиббс энергиясына тең шаманы айтады.

Белсенді тасымалдау бұл Гиббс энергиясының өсуімен жүретін үдеріс. Ол өзбетімен жүре алмайды, тек АТФ гидролизі үдерісімен бірге жүреді.

Мембрана арқылы белсенді тасымалдаудың маңызы зор. Белсенді тасымалдау арқылы ағзада өмірлік үдерістердің жүруін қамтамасыз ететін мөлшерлік, электрлік потенциалдар, қысым және т.б. айырмашылықтар пайда болады.

Термодинамика тұрғысынан қарағанда белсенді тасымалдау ағзаны тепе-тендік емес күйде ұстап тұрады, ал тепе-тендік ағзаның өліміне алып келеді.

Биологиялық мембрана арқылы заттардың белсенді тасымалдануы алғаш рет бақа терісі арқылы натрий иондарының тасымалдану мысалы Уссинг тәжірибесінде дәлелденді.

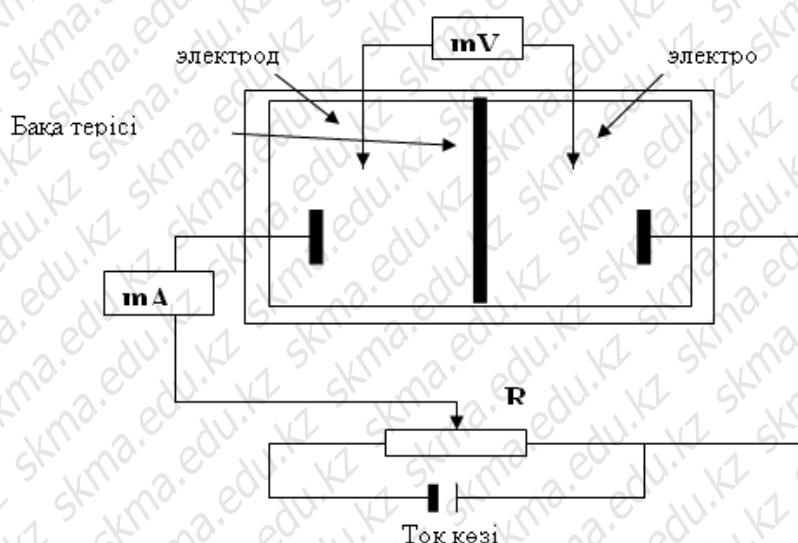
Уссингтың тәжірибелік камерасы Рингердің қалыпты ертіндісімен толтырылған және бақаның терісі арқылы екіге бөлінген. Оның сыртқы (мукозды) беті камераның сол бөлігіне, ал ішкі (серозды) беті камераның оң бөлігіне қарай орнатылған.

Тәжірибе кезінде бақа терісі арқылы солдан оңға қарай, яғни терінің сырқы бетінен оның ішкі бетіне қарай бағытталған $J_{\text{сырт}}$ және солдан оңға қарай, яғни ішкі беттен сырқы бетке қарай бағытталған $J_{\text{ішкі}}$ натрий ионының екі ағысы байқалады.

Тасымалдау нәтижесінде ортаны бөліп тұрған тері бетінде $\phi_{\text{ішкі}} - \phi_{\text{сырт}} \approx 100$ мВ потенциал айырымы пайда болады (терінің сырқы бетімен салыстырғанда, ішке беті оң болады).

Осы шарттар орындалғанда, егер бақа теріс арқылы тасымалданған натрий иондары Уссинг-Теорелла теңдеуіне сәйкес тек селқос тасымалданумен анықталғанда $J_{\text{сырт}} = J_{\text{ішкі}}$ мембрана арқылы қорытқы ағын нөлге тең болуы тиіс еді. Бірақ, тәжірибе кезінде, тері арқылы ток терінің сырқы беттен ішкі бетіне қарай өтетіндігі анықталды. Яғни белсенді тасымалдану орын алады.

Уссингтың тәжірибелік камерасы.



Зерттеулер биологиялық мембраналарда ионды сорғыштардың (насосар) болатынын көрсетті. Олар АТФ молекулаларының гидролизі кезінде бөлінетін бос энергия есебінен жұмыс істейді (топтасқан (интегралды) ақуыздардың арнайы жүйесі немесе тасымалдаушы

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 9 беті

АТФ-азы).

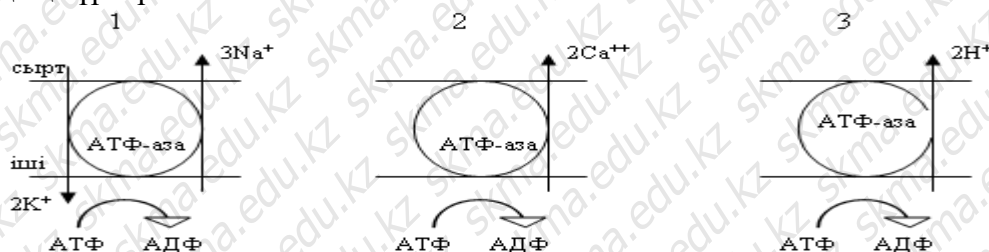
Белсенді тасымал АТФ қышқылы ыдырауынан бөлінген энергиямен қамтамасыз етіледі.

1. Егер тасымалдау кезінде АТФ ыдырау қуаты пайдаланылса, оны 1- белсенді тасымал дейді.
2. Егер тасымалдау кезінде мөлшерлік айырмашылыққа қарсы басқа өтіп жатқан заттардың қуатын пайдаланылса, оны 2- белсенді тасымал дейді.

Ақуыздың тасымалдануың қамтамасыз ететін арнайы тасымалдаушылар: K^{+} - Na^{+} - АТФ-аза, Ca^{++} - АТФ-аза, H^{+} - АТФ-аза

- 1) Калий-натрий иондық тартқышы (K^{+} - Na^{+} - АТФ-аза) АТФ молекуласы гидролизі кезінде бөлінетін энергия есебінен жасуша ішіне 2 калий, ал сыртына 3 натрий ионын тасымалдайды (цитоплазмалық мембраналарды). Осылайша жасушада физиологиялық үлкен мәні бар, жасуша арасындағы ортамен салыстарғанда мөлшері жоғары болатын калий иондары және мөлшері төмен натрий иондары пайда болады.
- 2) Кальций иондық тартқышы (Ca^{2+} -АТФаза) - бір моль АТФазаның гидролизі кезінде мембрана арқылы Ca^{2+} ионының 2 молін мөлшері аз аймақтан көп аймаққа тасымалдайды. Бұл ақуыз қаңқа сүйек және жүрек бұлшықеттерінің, сонымен қатар эритроциттердің және басқа жасуша мембраналарының саркоплазмалық ретикулумның құрамына кіреді.
- 3) Протондық иондық (H^{+} - АТФаза) тартқыш немесе протондық помпа, мембрананың екі бетіндегі онша жоғары емес әртүрлі сутегі ионының электрохимиялық потенциалы мембрана арқылы протондарды белсенді тасымалдауды атқарады. АТФ-тің бір молінің гидролизі H^{+} кәдімгі екі молінің тасымалдануымен жүреді, нәтижесінде мембранада ΔpH түзіледі.

Мембрана арқылы белсенді тасымалдауды қамтамасыз ететін электрогенді иондық сорғыштардың түрлері:



Сурет. АТФ–азамен тасымалданатын иондардың белсенді тасымалдануы.

4. Иллюстрациялық материал: презентация

5. Әдебиет: 1-қосымшаны қараңыз

6. Бақылау сұрақтары (Feedback кері байланысы):

1. Белсенді тасымалданудың механизмі қандай?
2. Белсенді тасымалданудың қандай түрлерін білесіздер?

№ 3 Дәріс

1. Тақырыбы: Электрлік қозу туралы түсінік. Тыныштық және әрекет потенциалы және олардың молекулярлық механизмдері.

2. Мақсаты: Студенттерге тітіркеніс әсерінен қозудың пайда болуын, тыныштық және әрекет потенциалы және олардың молекулярлық механизмін түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

Биоэлектрлік потенциал бұл – ұлпада, тірі ағза жасушаларында пайда болатын және қозу мен тежелудің маңызды құраушысы болып табылатын үдеріс.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 10 беті

Ағзаның тіршілік қызметінің барлық үдерістері жасушада, ұлпада электр қозғаушы күшінің, яғни электрлік потенциалдың пайда болуымен жүреді.

Биопотенциалдың шамасы жасушаның физиологиялық күйіне және ондағы метоболикалық үдерістерге тікелей байланысты болғандықтан, ол жасушаның қалыпты және паталогиялық күйіндегі өзгерістердің сезімтал және дәл көрсеткіші болып табылады.

Биопотенциал деп, ағзаның екі нүктесінің аралығындағы немесе жасуша мембранасының ішкі және сыртқы орталары аралығындағы потенциалдар айырымын айтады.

Биопотенциал **тыныштық** және **әрекет** потенциалы деп бөлінеді:

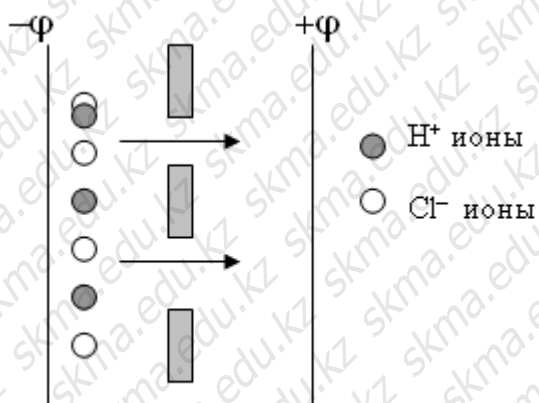
1. **Тыныштық** потенциалы деп физиологиялық қозбаған күйдегі мембрананың ішкі және сыртқы орталары аралығындағы потенциал айырымын айтады.

2. **Әрекет** потенциалы - деп физиологиялық қозған күйдегі мембрананың ішкі және сыртқы орталары аралығындағы потенциал айырымын айтады.

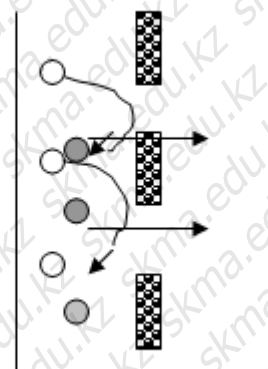
Биопотенциалдың пайда болу механизміне қарай бөліну түрлері: диффузиялық; фазалық; мембраналық.

1. **Диффузиялық потенциал** екі түрлі сұйық ортаны бөліп тұрған шекарадағы иондардың қозғалғыштығының әр түрлі болуынан пайда болады.

Тұз қышқылы ертіңдісі құйылған, саңлаулы (поралы) бөгет арқылы бөлінген ыдыс берілген.



1 сурет



2 сурет

Ыдыстың сол бөлігінде тұз қышқылының мөлшері оң бөлігімен салыстырғанда көп. Сондықтан сутегі және хлор иондары мөлшерлік айырмашылық әсерінен ыдыстың сол бөлігінен оның оң бөлігіне қарай өтеді.

Иондардың диффузия жылдамдығы олардың қозғалғыштығымен анықталады.

Сутегі иондарының қозғалғыштығы жоғары болуы себепті, олар хлор иондарын артқа тастап, ыдыстың оң бөлігіне бұрын өтеді. Сутегі иондарының заряды оң, ал хлор иондары теріс танбалы болғандықтан ыдыстың оң жақ бөлігі оң, ал сол жақ бөлігі теріс зарядталады.

Өндірілген диффузиялық потенциалдар айырымы пайда болған электр өрісінің бағыты диффузия бағытына қарсы болғандықтан «жылдам» иондарды тежеп, «баяу» иондарды үдете қозғайды. Диффузиялық потенциалдар айырымы иондар диффузиясының жылдамдығы тең болған кезде, өзінің ең жоғарғы мәніне жетеді.

Диффузиялық потенциалдар айырымы Гендерсон тендеуінен анықтайды:

$$\varphi_d = \frac{u - v}{u + v} \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_1}{C_2}$$

мұндағы u - катионның жылдамдығы, v - анионның жылдамдығы, R - газ тұрақтысы, T -

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 11 беті

абсолютті температура, n - ионның валенттілігі, F - Фарадей саны, C_1 - диффузияның басталатын аймағындағы, ал C_2 - диффузияның аяқталатын аймағындағы ионның мөлшері.

- Диффузиялық потенциалдың айырмасы катион және анионның қозғалғыштықтарының айырмашылығына және иондар мөлшерінің қатынасына байланысты болады.
- Катион және анионның жылдамдығы бірдей, сонымен қатар мөлшерлік айырмашылық болмағанда диффузиялық потенциал нөлге тең болады.
- Биологиялық нысандарда диффузиялық потенциал жасуша механикалық түрде зақымдалған кезде айқын байқалады. Бұл кезде иондардың зақымдалған аймақтан зақымдалмаған аймаққа қарай диффузиясы болады және диффузиялық потенциал пайда болады.

2. **Фазалық потенциал** - араласпайтын екі фазалық күйдегі заттар шекарасында (судағы электролит ертіндісі және қандай да бір май қабаты) пайда болады. Жасуша цитоплазмасы көп фазалы микрогетерогенді жүйе, сондықтан фазалар бөлінген бетті аз мөлшердегі фазалық потенциал пайда болуы мүмкін.

3. **Мембраналық потенциал** жасуша мембранасының ішкі және сыртқы орталарының арасында пайда болады.

Мембраналық потенциалдың пайда болуының негізгі себептері:

- 1) Жасуша мембранасының иондарды таңдап өткізу әсерінен болады.
- 2) Жасуша мембранасының ішкі және сыртқы орталарында иондардың әртүрлі таралуынан болады.

Тыныштық потенциалының пайда болуының негізгі себептері:

1. Сыртқы ортаға салыстырғанда калий ионының мөлшері жасуша ішінде 20-40 есе көп болады.

2. Жасуша аралық сыртқы ортада натрий ионының мөлшері ішкі ортаға салыстырғанда 10-20 есе көп болады.

3. Артық калий иондарының оң зарядтары жасуша ішіндегі органикалық аниондармен (аспарагин, уксус, пирожүзім т.б.) бірігіп, орта электрлік бейтарап күйге енеді.

4. Ходжкин, Хаксли және Катц теорияларына сәйкес қозбаған күйдегі мембрана негізіне тек калий иондарын ғана өткізеді.

Калий иондарын мөлшерлік айырмашылық есебінен жасуша мембранасы арқылы сыртқы ортаға өтеді, ал натрий иондары мембрана арқылы өте алмайды, сондықтан оның ішінде қалады.

Нәтижесіне сыртқы ортаға өткен калий иондары сол ортадағы оң зарядтармен қосылып ортаны оң зарядтайды. Калий иондары өзімен бірге оң зарядтардың біраз бөлігін ала кетеді де, соның салдарынан мембрананың ішкі беті теріс зарядталады. Бұл үдеріс иондардың ағынында тепе-теңдік орнағанға дейін жүреді.

Егер тыныштық потенциалы калий иондарының цитоплазмадан сыртқы ортаға қарай бағытталған диффузия әсерінен деп қарастырсақ, онда оның шамасын Нернст теңдеуінен анықтауға болады:

$$\varphi_T = \frac{RT}{nF} \ln \frac{[K]_i}{[K]_e}$$

мұндағы $[K]_i$ $[K]_e$ – жасушаның ішкі және сырқы орталардағы калий иондарының мөлшері.

Тыныштық потенциалын дәл өлшеулер кезінде жасуша тыныштық күйінде тек калий ионын өткізіп қоймай сонымен қатар аздаған дәрежеде натрий мен хлор иондарында өткізетінін көрсететіндегі анықталды. Сондықтан, тыныштық потенциалы осы үш иондардың көмегімен пайда болады: K^+ , Na^+ , Cl^- .

Бұл жағдайда тыныштық потенциалы Гольдман-Ходжкин-Катц теңдеуінен

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы		№ 35-11-2025
«Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		28 беттің 12 беті

анықталады: $\varphi = \frac{RT}{nF} \ln \frac{P_K [K]_i + P_{Na} [Na]_i + P_{Cl} [Cl]_e}{P_K [K]_e + P_{Na} [Na]_e + P_{Cl} [Cl]_i}$, мұндағы P_K, P_{Na}, P_{Cl} – мембрананың иондарды өткізу коэффициенті, $[K], [Na], [Cl]$ – жасушаның (i) ішкі және (e) сырқы орталардағы иондардың мөлшері.

Ходжкин және Катц мәліметтері бойынша, кальмар аксонының тыныштық күйдегі өткізгіштік коэффициенттерінің ара қатынасы: $P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0,04 : 0,45$

Эрекет потенциалының пайда болу механизмі:

1. Сыртқы фактор әсерінен жасушаның қозған күйге көше алады, бұндай күй жасушаның сыртқы тітіркендіргіштерге берген жауабы болып табылады.

2. Қозудың міндегі белгісі, жасуша мембранасының электрлік күйінің өзгеруі, оның ішінде мембранадағы потенциалдың өзгеруі болып табылады. Қозу кезінде мембрананың электрлік кедергісінің кемуі, оның иондар үшін өткізгіштігінің артуымен түсіндіріледі.

3. Эрекет потенциалының пайда болуы мембрананың натрий ионын мөлшерлік айырмашылық әсерінен жасушаның ішке қарай өткізуінің ұлғаюына байланысты болады. Ол мембрананың тыныштық потенциалын кемітеді.

4. Натрий иондарының жасуша ішіне қарай ағысы мембрананың ішкі бетін оң зарядтауға жететіндей, мөлшерлік айырмашылығы теңестіретіндей шамаға жеткенше жалғасады және бұлар натрий иондарының жасуша ішіне өтуін тежейді.

Иондар үшін мембрананың өткізгіштігінің өзгеру үдерісі эрекет потенциалының бірінші фазасына тән, сондықтан бұл фаза деполяризация (кері поляризациялану) деп аталады.

Ходжкиннің мәліметі бойынша қозған күйдегі кальмар аксонының өткізгіштік коэффициенттерінің осы уақыттағы қатынасы: $P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 20 : 0,45$.

Егер сәйкес тыныштық күймен салыстырғанда, қозу фазасы кезінде хлор мен калий иондарын өткізу дәрежесі өзгермеген, ал натрий үшін бұл шама 500 есе артқан.

Қозу кезіндегі мембраналық потенциалдың шамасын анықтайтын формула:

$$\varphi_M = \frac{RT}{F} \cdot \left[\ln \frac{[K]_i}{[K]_e} + \ln \frac{[Na]_e}{[Na]_i} + \ln \frac{[Cl]_e}{[Cl]_i} \right]$$

4. Иллюстрациялық материал: презентация

5. Әдебиет: 1-қосымшаны қараңыз

6. Бақылау сұрақтары (Feedback кері байланысы):

1. Тыныштық потенциалының пайда болу механизмі қандай?
2. Эрекет потенциалының пайда болу механизмі қандай?

№ 4 Дәріс

1. Тақырыбы: Жүйке талшықтары мен қоздырылған ұлпалардың эрекет потенциалы. Молекулярлық механизмдері.

2. Мақсаты: Студенттерге жүйке талшықтарында эрекет потенциалының пайда болуын және қозудың таралу механизмін түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

Жүйке талшықтары миелінді (жұмсақ, майлы) және миелінсіз (жұмсақ емес, майсыз) болып бөлінеді.

Миелінді жүйке талшықтары цитоплазмалық мембранамен жабылған цилиндрлік біліктен (ось) тұратын аксоплазмадан құралған. Оны Шван жасушалары бірнеше рет орап тұрады

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 13 беті

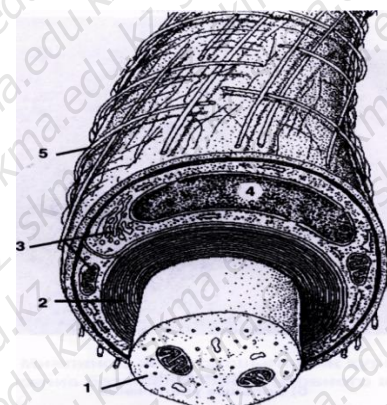


Миелин қабақшалары әрбір 0,2 -2 мм аралығынан кейін үзіледі. Сол жерде цилиндрлік біліктен тұратын мембрана ашық қалады. Талшықтың сол жерін Ранвье үзілісі деп атайды. Олардың ұзындығы жуықтап алғанда 1 мкм түзеді.

Липидтер және ақуыздан тұратын миелинді қабат жүйке жасушасының өткізбейтін бөлігі болғандықтан, қозу тек мембрананың ашық бөлігінде пайда болуі мүмкін.

Миелинді жүйке талшығының құрылысы.

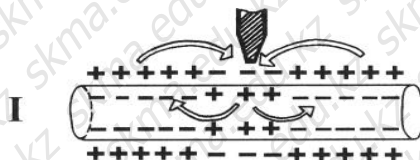
- 1-білікті цилиндр. Миелинді талшықта ол біреу, ортасында орналасады, диаметрі миелинсіз талшыққа қарағанда үлкенірек.
- 2- талшық қабығының миелинді қабаты. Бұл бүкіл цилиндрді орап тұратын Шван жасушалары.
- 3- леммоцит цитоплазмасы.
- 4- леммоцит ядросы.
- 5- талшықты қаптайтын базальдық мембрана.



Миелинсіз жүйке талшықтарында мұндай тығыз май қабаты болмайды. Оны Шван жасушалары тек бір рет орап тұрады. Миелинді және миелинсіз жүйке талшықтары қозуды қалай өткізеді?

Миелинсіз талшықта қозу әсері (теріс заряд) немесе деполяризация оның қозған бөлігінен қасындағы қозбаған бөлігіне, одан әрі қарай үздіксіз, өте жай таралады. Бұл мембрананың жергілікті деполяризациясына алып келеді.

I – миелинсіз талшық бойымен деполяризацияның таралуы



Миелинсіз талшықта алдымен тітіркендіргіш әсер еткен жерде қозу (әрекет потенциалы, деполяризация) пайда болады. Бұл жердегі мембрананың Na^+ ионына өткізгіштігі артатындықтан, оның сыртқы беті теріс, ал ішкі беті оң зарядталады.

Ал мембрананың қозбаған бөлігінде жүйке талшықтары бұрынғы күйін сақтап қалады: сыртқы беті оң, ал ішкі беті теріс зарядталады.

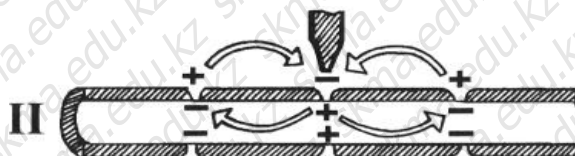
Мембрананың қозған және қозбаған бөліктері арасында жергілікті ток пайда болады. Бұл көрші бөлікті, ол өз кезегінде келесі бөлікті деполяризациялайды. Пайда болған потенциалдар айырымы жүйкенің ішіндегі және сыртындағы иондарды оң зарядтан теріс зарядқа қарай жүйке бойымен ығыстырады.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 14 беті

Осы кезде мембрананың бұрын қозған бөлігінде қозудың реполяризация кезеңі басталады. Сондықтан, теріс заряд мембрана бойымен тек бір бағытта таралады.

2. Миелинді жүйке талшықтарында қозу (деполяризация) мембрананың барлық ұзына бойына емес, тек Ранвье үзілісінде пайда болады. Бір үзілісіндегі деполяризация келесі үзілісінде деполяризация тудырады.

II - миелинді талшық бойымен деполяризацияның таралуы



Қозудың таралуы дегеніміз теріс зарядтың (деполяризацияның) барлық жүйке талшықтары бойымен қозғалысын айтады.

Миелинді талшықты қоздырғанда миелин қабатты электрлік шамаларды өткізбейтіндіктен, теріс заряд тек Ранвье үзілісінде пайда болады.

Пайда болған әрекет потенциалының шамасы, қозуға қажетті келесі Ранвье үзілісіндегі табалдырығынан 5-6 есе жоғары болады.

Миелинді талшықтарда қозудың таралу механизмі **секіrmелі** немесе **сальтаторлы** деп аталады.

Сальтаторлы таралу механизмі үздіксіз таралу механизміне саластырғанда тиімді, себебі жүйке импульсінің таралу жылдамдығын артырады және энергетикалық тұрғыдан қарағанда үнемді.

Сальтаторлы таралу механизмінің ерекшеліктері:

1. Жүйке талшықтарының аздаған бөлігін деполяризациялайды.
2. Иондардың шығыны азайғандықтан жасуша Na^+ , K^+ сорғыштарын энергиямен қамтамасыз етуге аз шығындалады.

Диаметрі 1 мкм миелинсіз талшықта қозудың өткізу жылдамдығы 2 м/с болса, ал диаметрі 0,5-1 мм талшықта бұл шама 20 м/с жетеді.

Қозу бір Ранвье үзілісінен ғана емес екі үзілістен де секіруі мүмкін. Импульстің секіrmелі (сальтаторлы) таралуы миелинді талшықтардан қозу жылдамдығының өсуін қамтамасыз етеді. Бұл кезде жүйке талшықтары нейрон энергиясын аз жұмсайды.

Миелинді талшықта қозудың өткізу жылдамдығы көршілес екі Ранвье үзілісі аралығының ұзындығына байланысты болады. Қозу бір үзілістен екіншісіне 0,07 мс ішінде беріледі. Сонымен қатар екі Ранвье үзілісінің ұзындығы талшықтың диаметріне пропорционалды болады. Сондықтан жүйке импульстарының жылдамдығын өлшеу арқылы оның қызметін бағалауға болады. Егер миелин қабықшаларының қызметі бұзылса, онда қозудың таралу жылдамдығы кемиді.

Кейбір аутоиммунды ауруларда, мысалы, «Шашыраңқы ұмытшақтықта», ағзаның иммундық жүйесі миелин қабықшаларын бұзады, яғни жүйке талшықтары жалаңаштанады (демиелинизация). Жүйке импульстары зақымдалған аймақ арқылы өткенде бұзылады, бұл түрлі өзгерістердің пайда болуына себепші болады: қимыл әрекетінің, көрудің, бұлшықеттердің әлсіреуі және т.б.

4. Иллюстрациялық материал: презентация

5. Әдебиет: 1-қосымшаны қараңыз

6. Бақылау сұрақтары (Feedback кері байланысы):

1. Сіздер қандай жүйке талшықтарының түрлерін білесіздер?
2. Жүйке талшықтарындағы әрекет потенциалы қалай пайда болады?

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 15 беті

№ 5 Дәріс

1. Тақырыбы: Термодинамика негіздері.

2. Мақсаты: Студенттерге жылу және басқа энергия түрлерінің өзара айналуы кезінде жүретін үдерістерге термодинамика заңдарын қолдануды түсіндіру.

Жоспары:

1. Термодинамиканың бірінші заңының маңызы.
2. Идеал газдардағы жүретін үдерістерді термодинамиканың бірінші заңы арқылы түсіндіру.
3. Термодинамиканың екінші заңы.
4. Энтропия. Бос және байла-нысқан энергия.
5. Биологиялық жүйенің энтропиясы.
6. Адам ағзасы ашық жүйе.

3. Дәріс тезистері:

Энергиялардың бір түрден екінші түрге ауысымен зертеумен айналысатын физиканың бөлімі термодинамика деп аталады.

Термодинамикалық дене немесе жүйе деп белгілі бір көлемге ие болатын немесе онда жүретін үдерістерді қарастыруға ыңғайлы қоршаған ортадан шартты түрде бөлініп алынған заттарды айтады. Теңсіздік күйде тұрған тұйық (оқшауланған) жүйе өз бетінше тұрақты жүйеге өтеді. Жүйенің бір күйден екінші күйге бірнеше аралық сатылар арқылы өтуін термодинамикалық үдеріс (процесс) деп атайды.

Тура бір бағытта және қайтадан кері бағытта өтетін үрдістерді қайтымды үдеріс деп атайды. Бұндай үдерістер тізбекті бірнеше тұрақты күйден тұрады. Бұған газдарда баяу жүретін сығылу, ұлғаю, қызу және салқындау үдерістерін жатқызуға болады. Қайтымсыз үдеріс деп аралық күйдің ең болмаса біреуі тұрақсыз болатын және қайтадан тез өзгеретін сығылу, ұлғаю, қызу, салқындау, диффузия, жылудың берілуі және т.б. бастапқы қалпына келмейтін үдерісті айтады. Термодинамиканың негізін оның заңдары құрайды. Термодинамиканың бірінші заңы тұйық жүйеге берілген жылу дың энергияның басқа түріне айналуының сандық сипатын береді. $dQ = dU + dA$

Тұйық жүйеге берілген жылу мөлшері жүйенің ішкі энергиясын өзгертуге және сыртқы күшке қарсы жұмыс атқаруға жұмсалады.

Идеал газдардағы жүретін үдерістерді термодинамиканың бірінші заңы арқылы түсіндіру үшін келесі үдерістерді қарастырайық:

1. Изохоралық үдеріс газдың көлем тұрақты $V = \text{const}$, болғанда қысыммен температура арасындағы байланысты қарастырады, яғни газ сыртқы күшке қарсы жұмыс $dA = 0$ атқармайды. Газға берілген жалпы жылу мөлшері $dQ = dU$ тек ішкі энергияны өзгертуге жұмсалады.

2. Изобаралық үдеріс газдың қысым тұрақты $P = \text{const}$, болғанда көлеммен температура арасындағы байланысты қарастырады. Газға берілген жалпы жылу мөлшері ішкі энергияны өзгертуге және сыртқы күшке қарсы жұмыс атқаруға жұмсалады. Газ қызады, ұлғаяды және сыртқы күшке қарсы жұмыс атқарады.

$$dQ = dU + dA = dU + PdV$$

3. Изотермиялық үдеріс газдың температурасы тұрақты $T = \text{const}$, болғанда қысыммен көлем арасындағы байланысты қарастырады. Газдың ішкі энергиясы $dU = \text{const}$ өзгермейді. Газға берілген жалпы жылу мөлшері $dQ = dA$ тек сыртқы күшке қарсы жұмыс атқаруға $dQ = dA$ жұмсалады.

4. Адиабаталық үдеріс деп тұйық жүйе сыртқы ортамен жылу алмаспай жүретін $dQ = 0$ үдерісті айтады. Мұндай үдеріс кезінде жұмыс тек ішкі энергияның есебінен орындалады. Адиабаталық үдеріс кезінде $dA = -dU$ тек сыртқы күшке қарсы жұмыс атқаруға жұмсалады.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы		№ 35-11-2025
«Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		28 беттің 16 беті

Дененің жылу сиымдылығы деп оның жылу қабылдағыш қабілетін сипаттайтын физикалық шаманы яғни дене температурасын бір градус Кельвинге өзгертуге қажетті жылу мөлшерін айтады. Ол термодинамикалық үдерістерге байланысты болғандықтан изобаралық C_p және изохоралық C_v меншікті жылу сиымдылықтары қолданылады. Осы екі жылу сиымдылықтарының қатынасын $G = C_p / C_v$ термодинамикада адиабата көрсеткіші деп атайды.

№	Изоүдерістер	Термодинамиканың бірінші заңы $dQ = dU + dA$	Изоүдерістердегі жылу сиымдылық $C = dQ/dT$
1.	Изотермиялық үдеріс, $T = \text{const}$	$dU = 0, dQ = dA$	$dT = 0, C_T = \infty$
2.	Изобаралық үдеріс, $P = \text{const}$	$dQ = dU + dA$	$C_p = dU/dT + dA/dT = C_v + R,$ $C_p - C_v = R$ – Майер теңдеуі
3.	Изохоралық үдеріс, $V = \text{const}$	$dA = 0, dQ = dU$	$C_v = dU/dT$
4.	Адиабаталық үдеріс	$dA = -dU$	$C_A = 0$

Термодинамиканың 1-ші заңы тұйық жүйедегі энергияның бір түрден екінші түрге ауысуының сандық сипаттамасын береді. Ал бұл заң жүйедегі процестердің жүру бағытын көрсете алмайды. Сондықтан оны термодинамиканың 2-ші заңы тұйық жүйедегі процестердің өзгеру бағытын көрсетеді. Бұл заңды түсіндіру үшін энтропия деген ұғым енгізілген.

Энтропия деп изотермиялық жолмен өзгеретін тұйық жүйедегі жылу мөлшерінің сол температураға қатынасын айтады.

$S = \frac{Q}{T}$ Заңдылықты сипаттау үшін энтропияның өзгерісі қолданылады.

$dS = \frac{dQ}{T}$ Бұдан жүйедегі өзгеретін жылу мөлшерін энтропияның

өзгерісі арқылы сипаттауға болады. Тұйық жүйе үшін термодинамиканың бірінші заңы мына түрде жазылады.

$dU = dA + dQ$ Мұндағы dU - тұйық жүйенің ішкі энергиясы ішкі күшке қарсы атқарылатын жұмыс жүйенің бос энергиясы есебінен орындалады.

Ал dQ жүйеден бөлініп шығатын жылу байланысқан энергияның есебінен болады.

Сонымен тұйық жүйенің ішкі энергиясы бос және байланысқан энергияның қосындысынан тұрады.

$$dU = dF + TdS$$

Тұйық жүйеде процесс ішкі энергия толық таусылғанша жүреді яғни бос энергия келмиді ал энтропия өседі $dF < 0, dS > 0$.

Яғни жүйеде процесс бос энергия кеміп 0-ге, ал энтропия өсіп ең мах жеткенше жүреді. Жүйенің мұндай күйін термодинамикалық тепе-теңдік деп атайды.

Сонымен энтропия процесстің қайтымсыздығының, бос энергия шығынының өлшеуіші. Ұзақ уақыт бойы термодинамиканың 1-ші заңы биологиялық жүйеге қолданылмай келді. Себебі биологиялық жүйе қоршаған ортамен әрі зат, әрі энергия алмаса алатын ашық жүйеге жатады. Ал заң тұйық жүйеге арналып жазылған. Ашық жүйе термодинамиканың 1-заңы бойынша термодинамикалық тепе-теңдікке келу керек. Сондықтан бұл заңды ашық жүйеге қолдану үшін мынадай өзгеріс қолдану қажет. Яғни бос энергия және энтропия екі құраушыға жіктеледі.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 17 беті

$$dF \begin{cases} \rightarrow dFi \\ \rightarrow dFe \end{cases} ; \quad dS \begin{cases} \rightarrow dSi \\ \rightarrow dSe \end{cases}$$

Мұндағы dFi , dSi бос энергия мен энтропияның i құраушылары тұйық жүйеде жүретін биохимиялық және биофизикалық процесстерді сипаттайды. Ал e құраушылары жүйенің қоршаған ортамен энергия алмасуын сипаттайды.

Сонымен термодинамиканың 1-ші заңы ашық жүйе үшін мына түрде жазылады.

$$dU = dFi + dFe + TdSi + TdSe.$$

Ағзадағы барлық биохимиялық, биофизикалық процесстер қайтымсыз болғандықтан, энергияның бір бөлігі жылу түрінде босап шығады. Сондықтан $dFi < 0$, $TdSi > 0$.

Сонымен ағзада жүретін процесстер бос энергияның кему, энтропияның өсу бағытында жүреді.

Тірі ағза ашық термодинамикалық жүйе болғандықтан ол қалыпты күйде болады. Қалыпты күй деп (оны сипаттайтын шамалар) сыртқы қоршаған ортамен әрі зат әрі энергия алмаса отырып уақыт ішінде өзгермейтін жүйенің күйін айтады.

И.Пригожин ашық жүйені зерттей келіп, оның қалыпты күйін сипаттайтын мынадай тұжырым жасады. Қалыпты күйде ағзада жүретін қайтымсыз процесстерді сипаттайтын энтропияның өзгеру жылдамдығы мүмкін болатын мәндердің ішінен ең аз оң мәнге ие болды, яғни қалыпты күйде ұстап тұру үшін бос энергияның ішінен ең аз бос энергияның шамасын қабылдауды қажет етеді. Яғни ағза өзіне тиімді энергетикалық деңгейде жұмыс істеуге тырысады. Ағзаны тұрақты деңгейде сақтау үшін энтропиясы теріс жоғарғы молекулярлы тағам қолданылады.

Иллюстрациялық материал: презентация

5. Әдебиет: 1-қосымшаны қараңыз

6. Бақылау сұрақтары (Feedback кері байланысы):

1. Термодинамиканың бірінші заңының маңызы неде?
2. Идеал газдардағы жүретін үрдістердің ерекшеліктерін ата?
3. Дененің жылу сиымдылығы деген қандай шама?
4. Жылудың басқа энергия түрлеріне айналуы қалай жүреді?
5. Бос және байланысқан энергия қандай бағытта өзгереді?
6. Қайтымсыз үдерістер энтропиясының өсу жылдамдығы қалай анықталады?

№ 6 Дәріс

1. Дәріс тақырыбы: Фотобиологиялық үдерістердің алғашқы сатылары. Фотобиологиялық әрекеттің спектрлері.

2. Дәріс мақсаты: Студенттерге фотобиологиялық үдерістердің алғашқы кезеңін және фотобиологиялық әсердің спектрін түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

Биологиялық жүйеде сәулелік энергияның жұтылуы кезінде жүретін үдерістерді **фотобиологиялық** үдерістер деп атайды.

Фотобиологиялық үдерістердің негізгі топтары:

Фотобиологиялық үдерістердің бірінші тобына ағзаның жұтқан күн сәулесі энергиясынан жүретін биологиялық маңызды қосылыстардың фотосинтездік үдерістері (жасыл өсімдіктер, бактериялар және балдырларда түзілетін көмірсутектерінің фотосинтезі) жатады.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 18 беті

Көмірсутектерінің фотосинтезі барлық биологиялық жүйеде бос энергия артатын жалғыз биологиялық үдеріс болып табылады.

Ал қалған өсімдіктер мен жануарларда жүретін үдерістер ағзада фотототығатын күн сәулесі энергиясының әсерінен жинақталған химиялық байланыстардың потенциалдық энергиясының әсерінен жүреді.

Синтетикалық үдерістерге негізгі синтетикалық пигмент – хлорофиллдің синтезі жатады.

Фотобиологиялық үдерістердің екінші тобына химиялық синтез және жүйе энергиясының артуына байланыссыз жүретін үдерістерді жатқызуға болады.

Бұған жататындар: жануарлардың көз жанары, фототаксис, фототропизм, өсемдіктердің фотопериодизм (өсемдік бөліктерінің күнге қарай қозғалысы, сөткелік және жылдық ырғақ және т.б.). Бұл құбылыстар күрделі және сонымен қатар заңдылықты қатал сақтайды. Осы үдерістің арқасында өсімдіктердің дамуы мен өсуі реттеліп отырады. Бұл жағдайда жарық сәулесі мәлімет тасушы қызметін атқарады.

Фотобиологиялық үдерістердің үшінші тобына жарық әсерінен тірі құрылымдар зақымдалатын, биологиялық маңызды қосылыстары бұзылатын үдерістер жатады.

Бұзылыстар кезінде ағзаның өмір сүргіштігі төмендейді. Бұл бұзылыстар энергиясы көп ультра күлгін қысқа сәулелер жұтылғанда байқалады.

Фотохимиялық реакциялар барлық фотобиологиялық үдерістердің негізі болып табылады. Негізгі фотохимиялық реакциялардың түрлері:

1. **Фотоиондалу** (фотоионизация) – бұл жұтылған кванттың электронды молекула құрамынан сыртқа ұрып шығаруы. Фотоиондалу кезінде иондар немесе бос радикалдар түзіледі.

2. **Фотототықсыздану және фотототығыу** – бұл электронды бір молекуладан басқа молекулаға тасымалдау. Бұл кезде бір молекула тотығады, ал басқасы тотықсызданады.

3. **Фотодиссоциация** – бұл жұтылған кванттың әсерінен молекулалардың ионға ыдырау үдерісі.

4. **Фотоизомеризация** – бұл жарықтың әсерінен молекулалардың кеңістіктегі пішінінің (конфигурациясының) яғни молекуланың құрылымының өзгеруі.

5. **Фотодимеризация** – бұл жарық фотондарының әсерінен мономерлердің арасында химиялық байланыстардың түзілуі.

Сондықтан қарапайым фотохимиялық реакция молекуланың электронды жоғалтуына немесе өзіне қосып алуына немесе бұзылуына байланысты болады. Молекуланың бұзылуы оның химиялық қасиетінің өзгеруіне алып келеді. Мысалы: ақуыз бұзылса, ол өзінің ферменттік қасиетін жоғалтады.

Фотохимиялық реакцияның бірінші кезеңі – жарық кезең. Бұл кезеңде таза физикалық үдеріс жүреді яғни молекула жарық квантын жұтады да козу күйіне өтеді: $A + h\nu \rightarrow A^*$

Қозу үдерісі кезінде молекула энергияның қорын жинақтайды. Бұл кезде жарық квантын жұтуға қатысатын молекуланың электроны негізгі энергетикалық деңгейден жоғары энергетикалық деңгейге өтеді. Молекуланың жалпы энергиясы жұтылған квант энергиясының шамасына артады.

Бойында артық энергияның қоры бар қозған молекула қаранғыда мүмкін емес фотохимиялық реакцияға түседі. Қозған молекула оны қоршаған молекулалармен әсерлескенде, ол өзінің электронын не беріп, не қосып алып радикалға немесе ион-радикалға айналады.

Түзілген радикал немесе ион-радикалдар алғашқы тотықтандырғыштар немесе алғашқы тотықсыздандырғыштар деп аталады. Осы деңгейде фотохимиялық реакцияның жарықталыну кзеңі шартты түрде аяқталады.

Фотохимиялық реакцияның екінші кезеңі – **қаранғы** кезең деп аталады.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 19 беті

Түзілген алғашқы тотықтандырғыштар және тотықсыздандырғыштардың яғни радикалдардың сыртқы орбиталарында бірікпеген электрондар болғандықтан, олар жоғары химиялық белсенді болып келеді.

Сондықтан олар қараңғы жерде де тотығу-тотықсыздану реакцияларын жүргізе алады. Бұл радикалдар биохимиялық реакциялармен бірігеді және оларды өзгертеді.

Биохимиялық реакциялардың өзгеруі ағзаның жалпы физиологиялық күйінің өзгеруіне және қандайда бір физиологиялық үдерістің жүруіне алып келеді.

Фотобиологиялық үдерістің тізбесі:

**жарық квантын жұту → фотохимиялық реакция →
химиялық және биохимиялық реакция → физиологиялық үдеріс.**

Физиологиялық үдеріс ретінде мыналарды атауға болады:

1. фотосинтез кезінде оттегінің бөлінуі;
2. өсімдік жапырақтарының күнге қарай қозғалуы;
3. жануарлардың жарық сәулесіне реакциясы;
4. ағза ұлпаларының күшті жарық сәулесімен жарықталғанда өлуі.

Бұдан басқа қозған молекуланың энергиясы тағыда бірнеше бағыттарда жұмсалады:

1. жарық шығарады (люминесценция);
2. жылуға ауысады;
3. басқа молекулаға беріледі (энергияның миграциясы);
4. молекула триплеттік күйге енуі мүмкін.

Энергияның миграциясы немесе молекула триплеттік күйге енгеннен кейін арықарай фотохимиялық алмасу болуы мүмкін.

Бірдей ағының әртүрлі толқын ұзындығындағы жарық шығаруы бұзылудың әртүрлі дәрежесін тудырады. Фотобиологиялық әсердің шығарылған жарық толқын ұзындығына тәуелділігін **әсер ету спектрі** деп атайды. Әсер ету спектрді жеке молекула үшін де, жасуша үшін де тұрғызуға болады.

Фотобиологияның заңдарына сәйкес молекуладағы өзгеріс тек оның жарық квантын жұтқан кезде болуы мүмкін.

Сондықтан әсер ету спектрі өзінің пішіне қарай сол молекулалардың берілген химиялық немесе физикалық жауапқа беретін жұтылу спектрмен сәйкес келеді.

4. Иллюстрациялық материал: презентация, слайдтар

5. Әдебиет: 1-қосымшаны қараңыз

6. Бақылау сұрақтары (Feedback кері байланысы):

1. Қандай фотобиологиялық үдерістердің негізгі топтарын білесіздер?
2. Қандай фотохимиялық реакциялардың түрлерін білесіздер?
3. Фотохимиялық реакциялардың негізгі кезендерінің айырмашылығы неде?

№ 7 Дәріс

1. Тақырыбы: Биологиялық жүйелердегі жарықтың жұтылу заңдылықтары.

2. Мақсаты: Студенттерге биологиялық жүйенің жарықты жұту заңдылықтарын түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

Фотохимияның негізгі заңына сәйкес энергияның сақталу заңының жемісі болып табылатын фотохимиялық әсерді, тек сол жүйеде жұтылған жарық тудыра алады. Жүйеде жұтылмаған жарық ешқашан фотохимиялық реакция тудыра алмайды.

Жүйенің жарықты жұту қабілетін сипаттайтын негізгі факторлар:

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 20 беті

1. Бірінші фактор - жалпы жұтылатын энергияның мөлшері немесе бірлік уақыт ішінде жұтылатын кванттардың саны. Бұл көрсеткіш жүйенің оптикалық тығыздығы арқылы бағаланады. Ол бірлік уақыт ішінде жүретін мүмкін болатын реакциялардың санын, яғни үдерістің жылдамдығын анықтайды.

2. Екінші фактор - жұтылған кванттың шамасын білу керек. Бұл фактор фотореакцияның энергетикалық жағдайын яғни қандай реакция жүруі мүмкін екендігін анықтайды.

Жарық кванттарының ағыны зат молекулаларынан тұратын жүйе арқылы өткенде әлсірейді. Жарық кванттары ағынының әлсіреуі кванттардың бір бөлігін молекулалардың жұтуынан болады. Жарық ағыны басқа зат арқылы өткенде сол затты құрайтын атомдарды, электрондарды еріксіз тербеліске түсіреді. Бұл үдеріске жарық толқынының біраз энергиясы жұмсалады да, соның әсерінен жарық толқынының интенсивтілігі төмендейді.



Біртекті ортаға паралель түскен монохроматты жарықтың жұтылуын П.Бугер және И.Ламберт анықтап берді. Заттан өткен жарықтың интенсивтілігінің азаюы (J_d), оның қалыңдығына және түскен жарықтың интенсивтілігіне (J_0) тура пропорционал болады.

Қалыңдығы « d »-ға тең заттан өткен жарықтың жұтылуын Бугер–Ламберт заңы арқылы анықтайды: $J_d = J_0 e^{-kd}$

мұндағы J_d – заттан өткен, J_0 – зат бетіне түскен жарықтың интенсивтілігі, k – жұтылу коэффициентінің натурал көрсеткіші, ал « $-$ » таңбасы жарық интенсивтілігінің азаятындығын көрсетеді.

Өртүрлі ерітінділерден өткен жарықтың жұтылу құбылысын зерттеу биологтар, фармацевтер, дәрігерлер үшін маңызы зор. А.Бер өртүрлі ерітінділердегі жарықтың жұтылу зерттей келіп, олардың жұтылу коэффициентін анықтады: $k = k_1 \cdot d \cdot C$. Сондықтан Бугер-Ламберт заңы келесі түрде жазылады: $J_d = J_0 e^{-k_1 cd}$ / Бұл заңды **Бугер–Ламберт–Бер заңы** деп атайды, мұндағы « k_1 » - ертіндінің табиғатын ескеретін коэффициент.

Бұл тендеу фотобиологиялық үдерістің көрсеткіші болып табылады, яғни зат арқылы өткен жарықтың интенсивтілігі оптикалық жолдың толқын ұзындығына және заттың мөлшеріне тәуелді экспоненциалды түрде кемиді.

Жарықтың жұтылу құбылысын сипаттау үшін енгізілген шамалар:

1. Өткізу коэффициенті деп заттан немесе ерітіндіден өткен жарық интенсивтілігінің оның бетіне түскен жарық интенсивтілігіне қатынасын айтады $t = J_d/J_0$

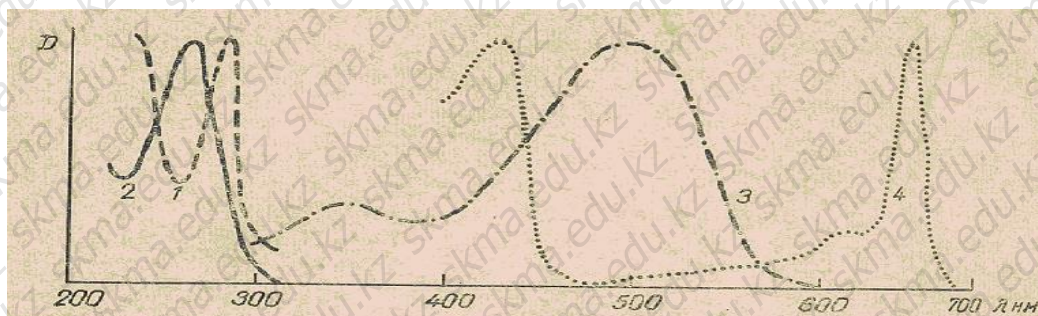
2. Оптикалық тығыздық деп өткізу коэффициентінің кері шамасының ондық логарифмін айтады: $D = \lg(1/t) = \lg(J_0/J_d) = k_1 \cdot d \cdot C$

Оптикалық тығыздық заттардың жарық ағынын жұту қабілетін көрсетеді. Заттар жарықтың өртүрлі толқын ұзындығын өртүрлі жұтады.

Заттардың оптикалық тығыздығының жұтылған жарықтың толқын ұзындығына тәуелділігін сипаттайтын қисық сызықты **жұтылу спектрі** деп атайды. Негізінен молекулалардың жұтылу спектрі үздіксіз болып келеді. Кейде жарық кванттарының ең көп жұтылған жеріндегі толқын ұзындығына оптикалық тығыздықтың ең үлкен мәні сәйкес келетіндегі кездеседі.

ОҢТҮСТІК-ҚАЗАҚСТАН MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		 SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы		№ 35-11-2025
«Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		28 беттің 21 беті

Кейбір маңызды биологиялық қосылыстардың спектрі:



Абсцисса осінде – нанометрмен алынған толқын ұзындығы; ордината осінде – заттардың оптикалық тығыздығы; 1– ақуыз; 2 – нуклейн қышқылы; 3 – хлорофилл; 4 – родопсин

Суретте күн сәулесінің көрінетін және ультракүлгін аймағындағы кейбір маңызды биологиялық қосылыстардың спектрі берілген:

- ақуыздың ең көп жұтылуы жарықтың – 280 нм;
- нуклейн қышқылы – 260 нм;
- хлорофилл – 430, 680 нм ;
- родопсин – 500 нм толқын ұзындықтарына сәйкес келеді.

Кейбір фотобиологиялық үдерістердің жұтылу спектріне сүйене отырып, осы үдеріс үшін жарықтың жұтылуына жауапты қандай зат екенін анықтауға болады. Бұл белгілі заттардың спектрін зерделетін заттардың спектрімен салыстыру арқылы алынады. Бұдан басқа толқын ұзындықтарының шкаласынан осы заттың жақсы жұтылған жарығының толқын ұзындығын анықтауға болады.

1. Жұтылған жарықтың толқын ұзындығын біле отырып жұтылған жарық квантының энгергиясын анықтауға болады.
2. Жұтылған жарық квантының энгергиясының шамасына қарай молекулалардың электронды және тербелмелі энергетикалық деңгейлерінің орналасуын есептеп шығаруға болады.
3. Молекулалардың бір энергетикалық күйден екінші күйге өтуін анықтауға болады.
4. Ең көп жұтылған жарықтың шамасына қарай зерделетін ертіндінің мөлшерін анықтауға болады.

Фотобиологиялық үдерістерді жұтылу спектрінің көмегімен зертеу әдісін **абсорбциялық спектрлік фотометрия** деп атайды. Жұтылу спектрі - **спектрлік фотометр** деп аталатын қондырғының көмегімен алады.

4. Иллюстрациялы материалдар: презентация

5. Әдебиет: 1-қосымшаны қараңыз

6. Бақылау сұрақтары:

1. Қандай факторлар жүйенің сәулені жұту мүмкіндігіне әсерін тигізеді?
2. Фотобиологиялық үдерістердің жұтылу спектрлерінің басқа спектрлердің ерекшеліктері неде?

№ 8 Дәріс

1. Тақырыбы: Биологиялық жүйелердің люминесценциясы.

2. Мақсаты: Студенттерге биологиялық жүйенің люминесценциясын түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 22 беті

Кез келген заттардың жарқырауы яғни көрінетін жарық шығаруы атом не молекуланың жоғарғы энергетикалық деңгейден төменгі деңгейге, яғни бір күйден екінші күйге көшуіне негізделген. Ал заттардың жарықты жұтуы керісінше атом не молекуланың төменгі энергетикалық күйден жоғарғы күйге негізделген.

Люминесценция немесе суық жарық деп заттардың жарқырауын яғни атом не молекуланың жоғарғы энергетикалық деңгейден төменгі деңгейге өткен кезде көрінетін жарық шығаруын айтады.

Люминесценция құбылысы заттардың атомдар және молекулаларының қозуына негізделген. Қозу көзін тоқтатқаннан кейін люминесценция шығаратын заттың табиғатына байланысты, жарқырау бірнеше уақыт аралығына созылады. Мұндай құбылыс заттарды сыртқы жылулық емес энергия көзімен қоздырғанда байқалады.

Люминесценцияның түрлері:

1. **Фотолюминесценция** – көрінетін жарық және ультракүлгін сәулесі әсерінен қозады. Фотолюминесценцияға мысал: сәйкес люминоформен боялған сағат тілі.
2. **Рентгендік люминесценция**- рентген сәулесі әсерінен қозады. Оны рентген қондырғысының экраннан байқауға болады.
3. **Радиолюминесценция** радиоактивті сәулелердің әсер етуінен қозады. Оны сцинтилляциялық есептегіштердің экраннан байқауға болады.
4. **Катодтық люминесценция** электрондық сәуле әсерінен қозады. Оны осциллограф, телевизор және басқа электронды сәулелік қондырғылардың экраннан байқауға болады. Экранды жабатын люминофор ретінде цинк және кадмийдің сульфидтері мен селенидтері қолданылады.
5. **Электрлік люминесценция** электр өрісі әсерінен қозады. Оны газразрядтық түтіктерден байқауға болады.
6. **Хемилюминесценция** заттарда жүретін химиялық үдерістер әсерінен қозады. Хемилюминесценцияға мысал: ақ фосфордың, кейбір өсімдіктердің, жәндіктердің, теңіз жануарлар және бактериялардың жарқырауы.

Сәулелену уақытының ұзақтығына байланысты люминесценцияны: флуоресценция (қысқа мерзімді) және фосфоресценция (ұзақ мерзімді) деген түрлерге бөледі.

1. Егер заттың сәуле шығару уақыты аз (10-8 с) және қоздыру тоқталысымен сәуле шығару тоқталса, онда бұл жарқырауды **флуоресценция** деп атайды.
2. Егер қоздыру тоқталғанда заттың сәуле шығару жалғаса берсе, онда бұл жарқырауды **фосфоресценция** деп атайды.

Люминесценцияның кез келген қозу әдісінде зат молекулалары сырттан жарық кванттарының энергиясын жұтып қозған күйге өтеді және бірнеше уақыттан кейін «жарықырайды», яғни сол затқа тән жиіліктегі жарық фотондарын шығарады.

Биологиялық жүйелерде жүретін кейбір үдерістерде **люминесценция** құбылысы орын алады. Кейбір ағзалардағы (бактерияларда, моллюскілерде, балықтарда, жәндіктерде және т.б.) жарқырау спектрдің көрінетін аймағында люцифераз ферментінің қатысуымен болады.

Химиялық реакциялар нәтижесінде денелердің атомдары мен молекулаларының қозуы салдарынан олардың сәулеленуін хемилюминесценция, ал биологиялық жүйелерде жүруін **биолюминесценция** құбылысы деп атайды.

Кейбір биологиялық сұйықтардың хемилюминесценцияға мүмкіндігі жоғары болады. Өзбетінше жүретін хемилюминесценция құбылысының негізі, бос радикалдар қатысумен жүретін реакцияларда. Бос радикалдардың мөлшерінің артуы бұл құбылысты күшейтеді.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 23 беті

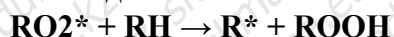
Ағза ұлпаларында бос радикалдады тотығу, оған қарсы элементтер жүйесіне жататын аскорбин қышқылы, адреналин, фосфолипидтердің сульфагидратты қосылыстарымен тежелгенде әлсіз сәуле шығады. Ұлпаларда тізбекті және босрадикалды тотығудың дамуы кейбір аурулардың патогенетикалық негізі болуы мүмкін.

Ұлпалардың өте әлсіз сәуле шығаруы диагностикалық көрсеткіш бола алады. Ал кейбір басқа ауруларда жарық интенсивтілігінің өзгеруі ағзадағы алғашқы физика-химиялық үдерістердің бұзылуы туралы қосымша ақпарат бере алады.

Хемилюминесценция кейбір химиялық реакциялардың энергиясы электрондық қозу күйінде (P^*) өнім түзуге жеткілікті болған кезде, пайда болады. Қозған (P^*) күйден негізгі (P) күйге өткенде жарық кванттары сәуле түрінде шығады: $A + B \rightarrow P^* + \text{молекулярлы өнімдер}$; $P^* \rightarrow P + h\nu$.

Жарық шығара жүретін реакциялар, жұптаспаған электрондары (бос радикалдар) немесе циклді пероксидтік заттары бар реагенттың қатысуымен жүреді. Реакцияның жүруі кезінде электрон (молекулалардың арасында немесе бір молекула ішінде бір химиялық топтан келесі топқа) негізгі деңгейге емес тек қозған деңгейге өтеді.

Хемилюминесценция бірнеше биохимиялық реакцияларымен қатар жүреді, ең көп таралған және көп зерттелген түрі липидтердің асқын тотығу реакциясы болып табылады:



мұндағы RO_2^* – асқын тотық радикалы; RH – липид; R^* – липидтің радикалы;

$ROOH$ – гидроасқын тотығы.

Асқын тотығының тотығуы кезінде тізбекте жарық шығуға жауапты реакция, липидтердің асқын тотығының радикалын бұзатын яғни қозған кезде

$RO_2^* RO_2^* \rightarrow P^*$ өнімі түзілетін реакцияға жатады. Оның негізгі күйге өтуі жарық квантын шығарумен қатар жүреді: $P^* \rightarrow P + h\nu$. Сондықтан люминесценцияның интенсивтілігі жүйедегі қозған молекулалардың жылдамдығының кемуіне тең және жүйедегі RO_2^* мөлшерінің квадратына тура пропорционал болады

Люминесценция құбылысы липидтердің асқын тотығыуы кезіндегі үдерістердің жылдамдықтарының сандық мәнін анықтауға мүмкіндік берді. Люминесценциялық зертеулер, липидтердің асқын тотығыуы кезінде жүретін реакциялардың тізбесін, әсер ету механизмін және, әсерін анықтауда үлкен рөл атқарды.

Липидтердің асқын тотығыуының жылдамдығын анықтау жасушаға химиялық, физикалық әсер еткендегі және патологиялық күйіндегі зат алмасу үдерістерінің деңгейін бағалауға мүмкіндік береді.

Люминесценция құбылысы қоспадағы химиялық құраушылардың құрамын білуге және анықтауға негізделген ерекше люминесценциялық талдау әдісінде жатыр. Люминесценциялық талдау реактивтердің, судың тазалығын бақлау, тағамдарды сортау, фармакологиялық препараттардың сапасын тексеру үшін қолданылады.

Жарқыраудың түсіне қарай тірі және өлі жасушаларды ажыратуға болады. Адам қанда адреналиннің бар екендігін, оған тән жасыл сары жарқырауна қарай анықтайды. Ұлпадағы бос радикалдардың тотығу үдерісі кейбір аурулардың пайда болуына алып келеді. Олай болса хемилюминесценция құбылысын диагностикалық тест ретінде қолдануға болады. Ағзада неғұрлым бос радикалдар көп болса, солғұрлым оның ауруға ұшырау ықтималдылығы да күшейеді.

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 24 беті

Стресс және әр түрлі аурулар кезінде қан плазмасы және оның сарсуының сәулеленуіне зерттеулер жүргізілді:

1. Стресс кезінде қан плазмасының шығаратын сәулесінің интенсивтілігі күрт күшейеді, бұл құбылыс қанда бос радикалдық тотығудың белсенділігі артқандығын көрсетеді.

2. Өкпедегі қабыну үдерісі кезінде босрадиалды тотығу белсенді болады сәйкес қан сарсуының сәуле шығаруы күшейеді. Бұл кезде жарқыраудың интенсивтілігі қабыну үдерісінің дәрежесіне тәуелді болады.

3. Қатерлі ісік ауруына ұшыраған адамның қан сарсуының сәулелену дәрежесі сау адамдікінен төмен болатыны анықталды. Ісіктің даму немесе өсуі кезінде кеселге ұшыраған мүшеге қан арқылы келетін тотығуға қарсы элементтер жиналып, жарқыраудың шамасын төмендетеді.

4. Хемилюминесценция құбылысын өкпе ауруларының дифференциалды диагностикасында қолданады.

5. Өкпе құрты ауруына ұшыраған адамның қан сарсуының жарқырау, оның пішініне байланыссыз қалыпты күйден әр уақытта жоғары болды.

6. Өкпенің залалды ісігіне ұшыраған адамның қан сарсуының жарқырауы керісінше сау адамдыкінен төмен болады.

4. Иллюстрациялық материалдар: презентация

5. Әдебиет: 1-қосымшаны қараңыз

6. Бақылау сұрақтары:

1. Люминесценцияның түрлерінің арасында қандай айырмашылық бар?
2. Бос радикалдардың тотығу механизмінің мәні неде?
3. Хемилюменисценция қандай мақсатта қолданылады?

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 25 беті

1-қосымша

Әдебиет:

• Негізгі:

1. Төлеубаев Ж. С. Биофизика: оқу құралы / Ж. С. Төлеубаев. - Алматы: TechSmith, 2024. - 248 б.
2. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учеб. пособие.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 324 с.
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - 2-е изд., испр. и перераб.- М.: ГЭОТАР - Медиа, 2016. - 656 с.
4. Кусаинова К.Т. Медициналық биофизика: оқу құралы.- Алматы: АҚНҰР, 2016. - 238 бет. с.
5. Физика и биофизика: учебник/В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М Черныш.- 2-е изд., испр. и доп.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014.- 472с.
6. Kovaleva, L. Educational handout on medical biophysics: textbook / L. Kovaleva.- Karagand : Aknur press, 2016. - 146p.
7. Медициналық биофизика: оқу құралы / Қ. Ж. Құдабаев [ж. б.].- ОҚМФА оқу-әдіст. кеңесі шешімімен басып шығаруға ұсынды. - Алматы: Эверо, 2014. - 192 бет. с.
8. Биофизика (қаз.): Оқу құралы/ Тулеубаев Ж.С.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-248 б.
9. Чудиновских В.Р., Калиева Ж. А. Практикум по медицинской биофизике. Учебное пособие.- ИП "АҚНҰР", 2023
10. Адибаев Б.М., Алмабаева Н.М., Абирова М.А. Биофизика. 1-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023
11. Байдуллаева Г.Е., Нурмаганбетова М.О., Бопанова А.О. Биофизика. 2-бөлім. (медициналық жоғары оқу орындарына арналған). Оқу әдістемелік құрал.- ИП "АҚНҰР", 2023

• Қосымша:

1. Адибаев Б. М. Биофизика. 1 бөлім: оқу-әдістемелік құрал / Б. М. Адибаев, М. А. Алмабаева, М. А. Абирова. - 2-ші бас. - Караганда: "Ақнұр", 2023. - 190 б.
2. Байдуллаева Г. Е. Биофизика. 2 бөлім: оқу-әдістемелік құрал / Г. Е. Байдуллаева, Н.О. Нурмаганбетова, А.О. Бопанова. - 2-ші бас. - Караганда: "Ақнұр", 2023. - 174 б
3. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Тестовые задания по медицинской биологической физике: учеб. пособие.- МЗ РК; Мед. ун-т Астана. - Караганда: ИП Изд-во "Ақнұр", 2013. - 200 с
4. Калиева Ж.А. Медициналық биофизика пәніне арналған тестілік тапсырмалар: оқу құралы – Қарағанды : ЖК «Ақнұр», 2013ж
5. Қ.Ж.Құдабаев, Ж.Ж.Абдрахманова, М.А.Махамбетова, А.Н.Сыздық «Физика» Алматы-«Эверо» 2016 ж

• Электронды оқулықтар:

1. Жатқанбаев Ж.Ж. Биологиялық физика. Лабораториялық-практикалық сабақтар. Технологиялар тест-рейтинг жүйелер. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -360 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/590/
2. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзақ, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б.
https://elib.kz/ru/search/read_book/51/
3. Машаев С. Ш. Физика, биофизика: учебно-методическое пособие.- Грозный: ЧГУ им. А.А. Кадырова, 2023.- 119 с. //IPR SMART: <https://www.iprbookshop.ru/147956.html>

ONTÜSTIK-QAZAQSTAN MEDISINA AKADEMIASY «Оңтүстік Қазақстан медицина академиясы» АҚ		SOUTH KAZAKHSTAN MEDICAL ACADEMY АО «Южно-Казахстанская медицинская академия»
Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы «Биофизика» пәні бойынша дәріс кешені		№ 35-11-2025 28 беттің 26 беті

4. Машаев С. Ш. Практические и лабораторные задачи по «Физике и биофизике»: учебно-методическое пособие.- Грозный: ЧГУ им. А.А. Кадырова, 2023.- 114 с. // IPR SMART: <https://www.iprbookshop.ru/148605.html>
5. Подколзина В.А. Медицинская физика: учебное пособие.- 2-е изд.- Саратов: Научная книга, 2019.- 159 с. // IPR SMART: <https://www.iprbookshop.ru/81025.html>
6. Койчубеков Б.К., Айткенова А.А., Букеев С., Балмагамбетова Г.Г. Медициналық және биологиялық физика негіздері: оқу құралы/ – «Эверо» баспасы, Алматы: 2020. – 292 б. https://elibr.kz/ru/search/read_book/866/
7. Ковалева Л.В. Медицинская биофизика: учебное пособие (2-ое издание) – Алматы: ИП «Издательство АҚНҰР». – 2019. – 324 с
8. <https://aknurpress.kz/reader/web/1340>
9. Чудиновских В.Р., Калиева Ж.А. Лабораторный практикум по
10. дисциплине «Медицинская биофизика»: Учебное пособие. – Караганда: ИП «Издательство АҚНҰР», – 2019. – 174 с.
11. <https://aknurpress.kz/reader/web/2971>
12. Биофизика: Учебник для студентов вузов / В.Ф. Антонов, А.М. Черныш, В.И. Пасечник и др. - М.: Владос, 2000. - 288 с. <https://rmebrk.kz/book/1166148>
13. Гусев А.Н. и др. Биофизика: учебно-методическое пособие. / А.Н. Гусев, Н.В. Кочергина, А.А. Машиньян; под ред. Н.В. Кочергиной. - М.: МГУПП, Изд-во "Перо", 2022. - 120 с. <https://rmebrk.kz/book/1187806>
14. Лабораторные работы по медицинской физике: учебно-методическое пособие / составители А. В. Чиванов [и др.].- Тамбов: ТГУ им. Г.Р. Державина, 2019.- 130 с. // IPR SMART: <https://www.iprbookshop.ru/109774.html>
15. Бабашев А.М. Биофизика. Жасуша электрофизиологиясы: оқу-әдістемелік құрал.- Алматы: Абай атындағы ҚазҰПУ, «Ұлағат» баспасы, 2022.- 146 с. //IPR SMART: <https://www.iprbookshop.ru/129417.html>
16. Paul Davidovits. Physics in Biology and Medicine.- 3rd ed. Amsterdam: Academic Press. 2018. // eBook Medical Collection EBSCO



