ДӘРІС КЕШЕНІ

Пәннің атауы: Физика

Пән коды: Fiz 1202

ББББ атауы: 6В07201 «Фармецевтикалық өндіріс технологиясы»

Оқу сағаттарының (кредиттердің) көлемі: 150/5

Курс және семестрлік оқу: 1/1

Дәріс көлемі: 10

Шымкент, 2024 жыл

Дәріс кешені бойынша ЖБП сәйкес әзірленген «Физика және математика» және кафедра мәжілісінде талқыланды.

Хаттама № 11 « 30» 05 2024 ж.

Кафедра меңгерушісі: Иванова М.Б. _____

№ 1 Дәріс

1. Тақырыбы: Механикалық тербелістер.

2. Мақсаты: Механикалық тербелістердің физикалық мағынасын түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

Қандай қозғалысты тербелмелі қозғалыс деп атайды? Тербелмелі қозғалыс деп жүйе тепе-теңдік күйінен ауытқи отырып әрқашан оған қайтып келетін үдерісті айтады.

Еркін тербеліс деп сырттан әсер етпейтін, тек дененің алғашқы алған энергия есебінен тербеліске түсуін айтады.

Еркін тербеліске үш үлгі:серіппелі, математикалық және физикалық маятниктер мысал болады.

Еркін тербелісті сипаттау үшін сәйкес дифференциалдық теңдеу алу керек. Осы мақсатта екі мысал қарастырайық: 1. Массасы «m» дене серіппеге ілінген. Бұл жағдайда денеге әсер етуші «F_1» серпімді күші, оның «mg» ауырлық күшімен теңестіріледі.

Егер серіппені «x» қашықтыққа созса, онда денеге қосымша шамасы үлкен серпімді күш әсер етеді: $F_1 + F$. Српімді күштің өзгеруі Гук заңына сәйкес дененің «x» ығысуына немесе серіппенің ұзындығына пропорционал болады: $F = - kx$, мұндағы «k»- серіппенің қаттылығы деп аталатын пропорционалдық коэффициент; теріс таңба күш әрқашан тепе-теңдік күйіне қарай бағытталатынын көрсетеді:

$x > 0$ болғанда, $F < 0$ болады, $x < 0$ болғанда $F > 0$ болады. 2. Математикалық маятник тепе-теңдік қалпынан аз «α» бұрышқа ауытқыған. Бұл ауытқуды қозғалыстың траекторясы деп қарастырсақ, оның бағыты «OX» өсі бағытымен сәйкес келеді.

Бұл кезде мынандай жуықтап алған теңдіктер орын алады: $a \approx \sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx x/l$, мұндағы «x»-маятниктің тепе-теңдік қалпына салыстырғандағы ығысуы, l- маятник жібінің ұзындығы. Маятникке жіптің «$F_н$» керілі күші және «mg» ауырдық күші әсер етеді.Олардың тең әсерлі күші: мұндағы $k=mg/l$ –пропорционалдық коэффициент.

Аз серпімді деформация кезінде пайда болатын күшті серпімді немесе квазисерпімді күштер деп атайды.

Денеге серпімді күштен басқа «F_c» кедергі күші әсер етеді. Ньютонның екінші заңы негізінде материалдық нүктенің қозғалысын сипаттайтын дифференциалдық теңдеуді алуға болады:

Осы теңдеуді шеше отырып, материалдық нүктенің (дененің) ығысуын табуға болады. 2. Өшпейтін тербелістер: Кедергі күші $F_c = 0$ жағдайды қарастырайық. Онда материалдық нүктенің қозғалысын сипаттайтын дифференциалдық теңдеудің түрі:

$k/m = \omega_0^2$ -деп енгізіп, берілген теңдеуді түрлендіргенде, екінші ретті дифференциалдық теңдеу алынады:

Теңдеудің шешуі гармоникалық тербелісті береді:

$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ – гармоникалық заң деп атайды, мұндағы A - амплитуда, ω_0 – циклдік жиілік, $\omega_0 t + \varphi_0 = \varphi$ – тербеліс фазасы, φ_0 - бастапқы фаза ($t = 0$ -кезінде). Бұнда тербелістің амплитудасы және бастапқы фазасы алдағы шарттарға байланысты яғни $t = 0$ кезіндегі материалдық нүктенің орналасуы мен жылдамдығына қарай анықталады.

Гармоникалық тербеліс кезінде материалдық нүктенің жылдамдығын табу үшін гармоникалық заңнан уақыт бойынша туынды аламыз: мұндағы $v_m = A \omega_0$ – ең жоғары жылдамдық.

Жылдамдық ығысудан $\pi/2$ фазада озып жүреді. Гармоникалық тербеліс кезінде материалдық нүктенің үдеуін табу үшін жылдамдықтан уақыт бойынша туынды аламыз: мұндағы $a_m = A \omega^2_0$ – ең жоғары үдеу. Үдеу жылдамдықтан $\pi/2$ фазада озып жүреді.

4. Иллюстрациялы материалдар: Презентация, слайдтар.

5. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Заманауи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Заманауи физика. 2- бөлім: оқулық Алматы: 2014
3. Бижігітов Т. Жалпы физика курсы: оқулық - Алматы: Экономика, 2013
4. Ермекова Ж.К. Жалпы физика. Молекулалық физика және термодинамика: Оқу құралы.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-120с.

- Қосымша:

1. Амерханова Ш.К. Физика-химиялық анализ әдістер: әдістемелк нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Phusical-chemical methods of analysis: Laboratory manual on the discipline/ Ш.К. Амерханова.- Алматы: Эверо, 2016. - 196 бет.

- Электронды ресурстар:

1. Жалпы физика курсы. Құлбекұлы М., 2014 https://aknurpress.kz/reader/web/1733
2. Молекулалық физика. Спабекова Р.С., 2017 https://aknurpress.kz/reader/web/1613
3. Койчубеков Б.К. және т.б. «ФИЗИКА (фармация мамандығына арналған дәрістер жинағы)»: оқу құралы/ Б.К. Койчубеков, А.К. Бражанова, С. Букеев.– Алматы: «Эверо» баспасы, 2020, 162 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/865/
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 https://aknurpress.kz/reader/web/1608 Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/.
5. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 https://aknurpress.kz/reader/web/1867
6. 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/

6. Қорытынды сұрақтары (кері байланысы):

1. Қандай қозғалысты тербелмелі қозғалыс деп атайды?
2. Қандай тербеліс гармоникалық тербеліс деп аталады?

№ 2-3 Дәріс

1. Тақырыбы: Механикалық толқындар.

2. Мақсаты: Механикалық толқындармен дыбыстың физикалық мағынасын түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

Механикалық толқындар:

Қандай қозғалыс толқынды қозғалыс деп аталады? Толқынды қозғалыс деп тербелістің кеңістікте таралуын айтады.

Механикалық толқын деп кеңістікте таралатын және өзімен бірге энергия қорын алып жүретін механикалық тербелістерді айтады. Серпімді толқындар орта бөлшектерінің арасындағы байланыстың арқасында пайда болады. Яғни тепетеңдік қалпынан бір бөлшектің ығысуы көршілес бөлшектің ығысуын тудырады. Бұл үдеріс кеңістікте белгілі жылдамдықпен таралады.

Егер дене тербелісінің бағыты мен оның таралу бағыты сәйкес келсе, оны қума, ал тербелістің бағыты таралу бағытына перпендекуляр болса көлденең толқын деп атайды.

(толық тәжәрибелік сабақта қарастырылады). 2. Механикалық толқынның теңдеуі:
Толқынның теңдеуі толқындық үдеріске қатысытын тербеліске түсетін нүктелік дененің «s»-ығысуы, тепе-теңдік қалпын сипаттайтын «x» кординатасы және «t» -уақытының арасындағы тәуелділікті көрсетеді.
Бұл тәуелділік «OX» бағытымен таралатын толқын үшін жалпы $s = f(x,t)$ түрінде жазылады.
«OX» бағытымен таралатын толқын өшпейтін болса, онда барлық нүктелеріндегі тербелістің амплитудасы бірдей «A» -ға тең болады. Координатсы $x = 0$ нүктенің тербелісі:
$s_0 = A \cos \omega t$ теңдеумен сипатталады.
Алғашқы координатадан бастап, координатасы «x» нүктеге толқу «τ» уақыттан кейін жетеді, сондықтан, нүктенің тербелісі сол уақытқа кешігіп жетеді: .
$s = A \cos [\omega(t - \tau)]$. Толқынның таралу уақыты мен жылдамдығы бір-біріне $\tau = x/v$ тәуелді болғандықтан: теңдеуі алынады, мұндағы $\omega(t-x/v) = \varphi$ – толқынның фазасы.
Бұл жазық толқынның теңдеуі. Бұл теңдеу кез келген уақытта толқындық үдеріске қатысатын кез келген нүтедегі ығысуды анықтауға мүмкіндік береді.
3.Дыбыс: Дыбыс деп жиілігі 16 Гц ден 20000 Гц аралығында жататын, адам құлағында есту әсерін тудыратын механикалық тербелістерді айтады.
Толқындардың ең көп тараған түрі дыбыс толқыны.
Дене тербелген кезде қоршаған ортада серпімді қума толқын тудырады. Бұл толқын құлаққа жеткенде адамда дыбысты сезіну түйсігі пайда болады.
(толық зертханалық сабақта қарастырылады). 4. Акустика және оның түрлері.
Акустика қандай мәселені зерттейді? Акустика деп дыбыс толқындарының табиғатын таралуын заңдылықтарын зерттейтін физиканың бөлімін айтады.
Акустиканың түрлері:

1. Жалпы
2.Архитиктуралық
3.Музыкалық
4.Физиалогиялық Физиологиялық акустика деп – адамның дыбыс шығару және есту мүшелеріндегі өзгеріс-терді, заңдылықтарды оның табиғатын зерттейтін акустиканың бөлімін айтады. 5. Адамның дыбыс шығару және қабылдау аппараттары:5.1 Адамның дыбыс шығару аппараты:Адамның дыбыс шығаруына: өкпе, кеңірдек, көмекей, ауыз-мұрын қуысы қатысады.

Адамның дыбыс шығару аппараты - бір ұшы көмекейдің қабырғасына бекітілген 2-ші ұшы бос дыбыс желбезегінде орналасқан Адам жай тыныс алғанда дыбыс желбезегі солғын болғандықтан, олардың бос ұштарының арасында өкпеден шығарылған дем еркін өтетіндей кең саңлау пайда болады. Ал сөйлеген кезде орталық жүйке жүйесінен келген тітіркеніс дыбыс желбезегін керіп, оның бос ұштары бір–біріне жақындайды, яғни арасында тар саңлау пайда болады. Оны дыбыс саңлауы деп атайды. Егер керіліп тұрған тар саңлаудан ауа өтсе оның ағысы құйынды ағысқа айналады. Бұл керіліп тұрған дыбыс желбезектерінің бос ұштарын тербеліске түсіреді. Нәтижесінде өткен ауаның бір бөлігі сығылады, ал екінші бөлігі жазылады яғни қума толқын пайда болады. Бұл толқын құрамы жағынан өте күрделі, яғни көптеген қарапайым дыбыс толқындарының жиынынан тұрады. Ал ауыз-мұрын қуысы резонатордың қызметін атқарады. Ерін, тіс, тілдің ұшы және жұмсақ таңлайдың көмегімен қалаған үнді резонансқа келтіру арқылы бөліп алуға болады. 5.2 Адамның есту аппараты:
Адамның есту аппараты дыбысты өткізгіш және қабылдағыш бөліктен тұрады.
Дыбысты өткізгіш бөлігіне сыртқы және ортаңғы құлақ жатады.
Ал дыбысты қабылдағыш бөлігі ішкі құлақта орналасқан. Ішкі құлақ - пішіні күрделі, арнайы сұйықпен толтырылған, иірмелі кіру бөлігі бар ұлу тәрізді, сүйектік құрылым. Оның иірмелі кіру бөлігі ұзына бойына пердемен бөлінген. Оны негізгі мембрана деп атайды. Ол екі жағынан жүйке талшық-тарының ұштары аяқталатын жаппалы қабатпен шектеледі.

Ортаңғы құлақтан келіп түскен дыбыс толқыны негізгі мембраманы тербеліске түсіреді. Сол кезде оның жаппалы қабатпен жанасу дәрежесі өзгереді. Нәтижесінде жаппалы қабатта жүйке жасушалары қозып импульс пайда болады. Бұл импульстер жүйке жолдары арқылы мидың арнайы бөлігіне беріледі, сол жерде дыбыс ажыратылады, яғни оның үніне биіктігіне қатаңдығына т.б. физикалық қасиеттеріне қарай жіктеледі. 6. Ультрадыбыс, оның фармация мен медицинада қолданылуы:
Жиілігі 20000 Гц-тен жоғары кез келген серпімді ортада қума толқын түрінде тарайтын тербелістерді ультрадыбыс деп атайды. Ультрадыбыс дыбыс толқынымен салыстырғанда мынадай ерекшеліктері бар:
Бірдей жылдамдықтағы ультрадыбыстың дыбыс толқынына қарағанда толқын ұзындығы қысқа, жиілігі жоғары, ал интенсивтілігі әлдеқайда көп болады. Медицина мен фармация саласында қолданылатын ультрадыбыстың жасанды жолмен алынуы: 1.Қызметі магниттікстрикция құбылысына негізделген қондырғы арқылы төменгі жиілікті ультрадыбыс алынады.
2.Қызметі кері пьэзоэлектрлік әсерге негізделген қондырғы арқылы жоғары жиілікті ультрадыбыс алынады. Ультрадыбыстың фармация саласында қолдануы: 1. УД-ның әсері арқылы дәрілік заттарды ұнтақтауға және орталарды жіктеуге болады.
Бұл әдіс арқылы коллоидтық ерітінділер, эмульсиялар, суспензиялар және аэрозольдер дайындалады. 2. Ортаның қасиетіне және әсерету шартына қарай УД-ның кері әсері – суспензияларды, газдарды түрлі қоспалардан тазарту үшін қолданылады. 3. УД-ның әсері арқылы кейбір химиялық, әсерісе тотығу реакцияларының жүруін тездетуге болады. 4. УД арқылы туғызылған сығу және жазылу-сұйық ортаның тұтастығын бұзуға алып келеді. Мұны кавитация деп атайды. Бұл кезде УД әсер еткен жердегі аз аймақ беті қызып, сол жерде көп мөлшерде энергия бөлініп шығады. Сондықтан кавитация заттың микроқұрылымының бұзулуына алып келеді. УД-ның әсерімен өсемдік және жануар жасушаларын бұзған кезде, одан биологиялық белсенді заттар (фермент, токсин, витамин және т.б.) бөлінеді.
Ультрадыбыстың медицина саласында қолдануы:
1. Эхоэнцофолография – ми қабатындағы қабыну, ісік, бөгде өзгерістердің өлшемін анықтайтын әдіс.
2. Ультрадыбыстық кардиография – жүректің жұмыс істеп тұрған кездегі өлшемін анықтайтын әдіс.
3. Ультрадыбыстық локация – көз алмасының өлшемдерін анықтайтын әдіс.
4. Ультрадыбыстың ортадан өту жылдамдығын тіркеу арқылы ортаның тұтастығын бағалауға және анықтауға болады.
5. УД-тық Доплер әсері: жүрек клапандарының қызметін бағалауда және тамыр жүйесіндегі қанның ағу жылдамдығын анықтауда қолданады.
6. Ультрадыбыстық голография ағзаның ішкі көрінбейтін бөлігін анықтауда қолданады (УЗИ).
7. Физиотерапияда УД-ның механикалық және жылулық әсері, терең қабаттағы ұлпаларды қыздыру үшін қолданады.
8. Хирургияда УД-ның әсерін түрлі өт, бүйрек, несеп және т.б. жолдардағы тастарды ұнтақтауда, залалды ісіктерді ыдыратуда, жұмсақ ұлпаларды кесуде және кейбір орталарды бір-біріне пісіріп, дәнекерлеуде қолданады.
9. УД-тың әсерін кейбір (құрт, демекпе, жедел тыныс жолдарындағы және т.б.) ауруларды емдеуде қолданады.
10. УД-нің биологиялық әсерін орталарды залалсыздандыру үшін қолданады.
Қуаты аз УД - жасуша мембранасы арқылы өтетін зат алмасуды жақсартады.

4. Иллюстрациялы материалдар: Презентация, слайдтар.

5. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Заманауи физика. 2- бөлім: оқулық Алматы: 2014
3. Бижігітов Т. Жалпы физика курсы: оқулық - Алматы: Экономика, 2013
4. Ермекова Ж.К. Жалпы физика. Молекулалық физика және термодинамика: Оқу құралы.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-120с.

- Қосымша:

1. Амерханова Ш.К. Физика-химиялық анализ әдістер: әдістемелк нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Phusical-chemical methods of analysis: Laboratory manual on the discipline/ Ш.К. Амерханова.- Алматы: Эверо, 2016. - 196 бет.

- Электронды ресурстар:

1. Жалпы физика курсы. Құлбекұлы М., 2014 https://aknurpress.kz/reader/web/1733
2. Молекулалық физика. Спабекова Р.С., 2017 https://aknurpress.kz/reader/web/1613
3. Койчубеков Б.К. және т.б. «ФИЗИКА (фармация мамандығына арналған дәрістер жинағы)»: оқу құралы/ Б.К. Койчубеков, А.К. Бражанова, С. Букеев.– Алматы: «Эверо» баспасы, 2020, 162 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/865/
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 https://aknurpress.kz/reader/web/1608 Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/.
5. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 https://aknurpress.kz/reader/web/1867
6. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзак, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/51/

6. Қорытынды сұрақтары (кері байланысы):

1. Дыбыс деп нені айтады?
2. Ультрадыбыс фармация мен медицинада қандай мақсаттарда қолданылады?

№ 4-5 Дәріс

1.Тақырыбы: Сұйықтардың қасиеттері.

2. Мақсаты: Студенттерге сұйықтардың механикалық қасиеттерін түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

1. Сұйық молекулаларының арасындағы өзара әсер сұйықтың табиғатын сипаттайды. Сондықтан оның басқа заттардан мынандай ерекшеліктері бар:

а) сұйықтық молекулалары бір орыннан екінші орынға оңай ығысып, өзінің пішінін оңай өзгерте алады. Яғни сұйық молекуласының ығысқыштығы немесе күш әсерінен бір орыннан екінші орынға қозғалғыштығын оның аққыштық қабілеті деп аталады.

б) Сұйық молекулалары оңай қозғалғанменде олардың арасында өзара ілінісу немесе ішкі кедергі кездеседі. Сұйықтың мұндай қасиетін тұтқырлық деп атайды.

в) Егер сұйық сырттан күш әсер етіп тұрған жабық ыдыста тұрса, қысымға ие болады.

г) Қалыпты күйде сұйық молекулаларының арасындағы ішкі үйкеліс аз болса, сұйықтың ағысын ламинарлы ағыс деп аталады.Егер ағыс құйынды болса оны турбулентті деп атайды.

д) Стационарлық ағыс деп, сұйықтың кез келген жерінде оның бөлшектерінің жылдамдығы v =const болатын ағысты атайды.

2. Белгілі бір деңгейдегі сұйық бөлігінің қысымы «P», жылдамдығы «v» және горизонтпен салыстырғандағы сұйық молекуласының өзара орналасуы «h» арасындағы байланысты анықтау үшін сұйық ағынынан жан-жағынан ток сызықтарымен шектелген ток түтігі бөліп алынған.

Бірлік уақыт ішінде түтіктің кез-келген перпендикуляр көлденең қимасынан ағып өтетін сұйқтың көлемі $\Delta V=v\cdot S=const$, өзгермейтіндіктен сұйық бөлшектері тек түтік ішінде ағады. Көлемі $\Delta V=S_1\Delta l_1=S_2\Delta l_2$ сұйықтың аз бөлігі «1» жағдайдан «2» жағдайға орын ауыстырсын (1 сурет).

Массасы «Δm» сұйық бөлігінің орын ауыстыруы S_1 және S_2 көлденең қимаға түсетін қысым күшінің айырмасының болады. Көлденең қимадағы қысым күші: $S_1F_1=P_1S_1$; $S_2F_2=P_2S_2$

Өте аз Δt уақыт ішінде сыртқы күш әсерінен сұйық молекулалары S_1 көлденең қимасынан $\Delta l_1=v_1\Delta t$, ал S_2 көлденең қимасынан $\Delta l_2 = v_2\,\Delta t$ қашықтыққа орын ауыстырсын, сол кезде жұмыс өндіріледі:

$\Delta A = F_1\Delta l_1 - F_2\Delta l_2 = P_1S_1v_1\Delta t - P_2S_2v_2\Delta t$, мұндағы $S_1v_1\Delta t = S_2v_2\,\Delta t = \Delta V$ десек, сонда: $\Delta A = P_1\Delta V - P_2\Delta V=(P_1-P_2)\Delta V$.

Сонымен өндірілген жұмыс түтіктің ұштарындағы қысымның айырымына байланысты. Осы жұмыс сұйық «1» жағдайдан «2» жағдайға орын ауыстырғанда түтіктің ұштарындағы потенциалдық және кинетикалық энергияны (А = П+К, где П = mgh, К = $mv^2/2$) өзгертуге жұмсалады. Сәйкес мәндерін орнына қойғанда:

$P_1\Delta V - P_2\Delta V = (\Delta mgh_2 + \Delta mv_2^2/2) - (\Delta m\, g\, h_1 + mv_1^2/2)$ - теңдеуі алынады.

Бірінші жағдайды сипаттайтын шамаларды теңдіктің сол жағына екінші жағдайды сипаттайтын шамаларды теңдіктің оң жағына шығарғанда:

$P_1\Delta V+ \Delta mgh_1+\Delta mv_1^2/2 = P_2\Delta V+\Delta mgh_2+ mv_2^2/2$ - теңдеуі алынады. Соңғы теңдеудің екі жағын $\Delta V = const$ бөлгенде:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = P_2 + \rho gh_2 + \frac{\rho v_2^2}{2}$$ - теңдеуі алынады. Мұндағы ρ = ΔV/Δm – сұйықтың тығыздығы.

Түтіктің кез-келген жері үшін соңғы теңдеуді $P + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = const$ - түрінде алуға болады. Бұл Бернулли теңдеуі деп аталады. Мұндағы P – статикалық қысым, ρgh – гидростатикалық қысым, $\rho v^2/2$ - динамикалық қысым.

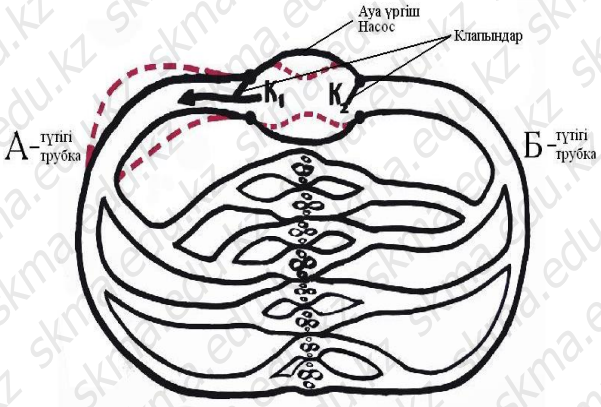
Сонымен Бернулли теңдеуі түтіктің кез-келген бөлігі үшін статикалық, гидростатикалық және динамикалық қысымдардың арасындағы байланысты сипаттайды. Бернулли теңдеуіне сәйкес түтіктің кез-келген бөлігі үшін статикалық, гидростатикалық және динамикалық қысымдардың қосындысы өзгермейді яғни әр уақытта тұрақты болады.

Егер сұйық горизонталь түтік бойымен қозғалса молекуланың өзара орналасуы барлық жерде бірдей болады. Яғни гидростатикалық қысым (ρgh=const) тұрақты болады. Сондықтан берілген теңдеу $P + \frac{\rho v^2}{2} = const$ түріндее жазылады. Бұл Бернулли ережесі деп аталады.

Бернулли ережесіне сәйкес горизонталь түтіктің кез-келген бөлігі үшін статикалық және динамикалық қысымдардың қосындысы өзгермейді яғни әр уақытта тұрақты болады.

Бұл ереже формация мен медицинада мынадай бағытта қолданылады:

1) диагностикада, яғни ережеге сәйкес түтіктің, тамыр жүйесінің ішкі қуыстылығы тарылған жерінде жылдамдықтың артып, динамикалық қысымның күрт көбейетіндігін, ал статикалық қысымның күрт кемитіндігн сипатталады. Сондықтан оны тамыр жүйесіндегі қанның ағуын бағалау үшін қолданылады. Тамыр жүйесінің қуыстылығы кеңіген жерде сұйықтың жылдамдығы азайып, динамикалық қысым күрт кемиді, статикалық қысымы күрт артады.



2) Емдеуде бұл әдіс ағзаның ішкі бөлігіндегі сұйықтарды сыртқа сорып шығару үшін қажетті дыбыссыз, таза сорғыш қондырғыны жасау үшін қолданылады.

Қанның тамыр жүйесімен ағуын түсіндіру үшін, іші сұйықпен толтырылған «А» және «Б» түтігінен тұратын тұйық жүйені қарастырайық.

Егер үргішке сырттан күш түсірсе, онда қысым артып «К1 » клапны арқылы сұйықтың белгілі бір мөлшері «А» түтігіне ығыстырылады. Түтіктердің қабырғалары серпімді созылмалы материалдан жасалған яғни «А» түтігтің қабырғасы созылып, өзіне түскен артық сұйықтың мөлшерін қабылдайды, қысымы артады. Созылған қабырға бірте-бірте жиырылып бастапқы қалпына келеді. Осы кезде сұйықтың артық мөлшері түтіктің келесі бөлігіне ығыстырылады. Ол жерде осы құбылыс қайталанады. Сонымен сұйық ырғақты қозғалысқа ие болады. Ең соңында «Б» түтігіне жиналады да қысым артады «К2» клапыны ашылып, сұйық қайтадан үргішке түседі.

Көшірменің (моделдің) бір кемшілігі тармақтардың саны көбейген сайын, сұйықтың қабырғалары мен жанасатын жерінде ішкі кедергісі артады. Бұл сұйық жылдамдығының кемуіне алып келеді. Бұл кемшілікті тірі ағзада жүректің жұмысы жояды.

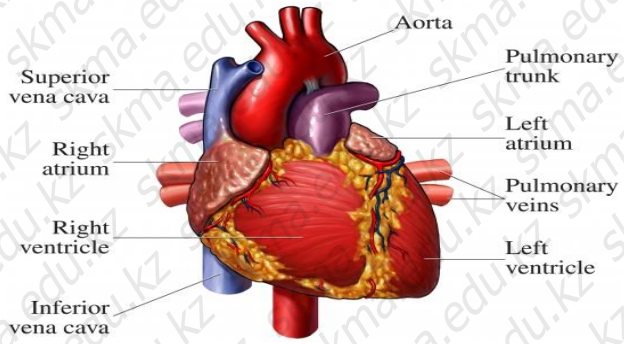
Осы айтылған заңдылықтар тірі ағзадағы қан айналымында толық орын алады. Сыртқы күштің қызметін жүрек атқарады.

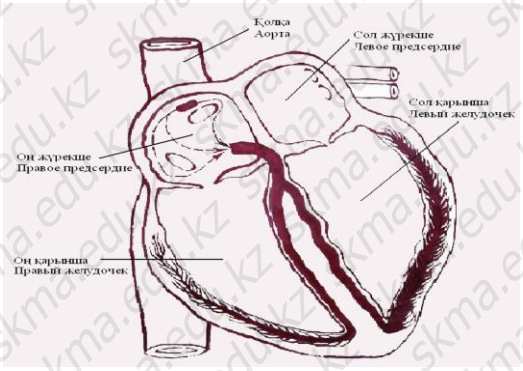
Жүрек бос фазасы жұмыстық фазасымен ырғақты ауысып тұратын үргіш. Жүрек қарыншасының жиырылуын жұмыстық фаза немесе систола деп атйды. Ал оның босауын бос фаза немесе диастола деп атайды. Жүректің сол қарыншасы әрбір жиырылған сайын қолқаға 60-70 мл мөлшерінде қан лақтырылады. Қолқаның қабырғасы созылып, өзіне қанның артық мөлшерін қабылдайды. Қабырғалары созылмалы болғандықтан қайтадан жиырылып, қанды ең жақын артерия тамырларына ығыстырады. Артерия тамырларында осы айтылған жағдайлар қайталанады да қан 0,3-0,5 м/с жылдамдықпен ағатын ырғақты ағысқа ие болады. Бұл кезде қысым тамырдың қабырғаларын тербеліске түсіреді. Бұл тербеліс артериялық тамыр жүйесімен 6-8 м/с жылдамдықпен тарайды. Мұны пульстік толқын немесе пульс деп атайды.

Қанның тамыр жүйесімен ағуына мынандай факторлар өз әсерін тигізеді:

1) тамыр жүйесінің ішкі қуыстылығы
2) тамыр қабырғаларының жағдайы (тонусы)
3) қанның тұтқырлығы
4) жүйедегі қанның жалпы мөлшері
5) жүректің жұмысы

Жалпы қалыпты адам ағзасындағы қанның ағысы қабатты ламинарлы ағыс деп қарастырылады. Егер осы шарт бұзылса ағыс турбулентті ағысқа айналады. Бұл кезде дыбыс пайда болады. Мұны жүректің шуылы деп атайды. Жүректің шуылы не тамыр жүйесінің ішкі қуыстылығы тарылған кезде не жүрек клапандарының уақытысында ашылып не жабылмауынан болады.





4. Иллюстрациялы материалдар: көрме, слайдтар.

5. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Заманауи физика. 2- бөлім: оқулық Алматы: 2014
3. Бижігітов Т. Жалпы физика курсы: оқулық - Алматы: Экономика, 2013
4. Ермекова Ж.К. Жалпы физика. Молекулалық физика және термодинамика: Оқу құралы.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-120с.

- Қосымша:

1. Амерханова Ш.К. Физика-химиялық анализ әдістер: әдістемелк нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Phusical-chemical methods of analysis: Laboratory manual on the discipline/ Ш.К. Амерханова.- Алматы: Эверо, 2016. - 196 бет.

- Электронды ресурстар:

1. Жалпы физика курсы. Құлбекұлы М., 2014 https://aknurpress.kz/reader/web/1733
2. Молекулалық физика. Спабекова Р.С., 2017 https://aknurpress.kz/reader/web/1613
3. Койчубеков Б.К. және т.б. «ФИЗИКА (фармация мамандығына арналған дәрістер жинағы)»: оқу құралы/ Б.К. Койчубеков, А.К. Бражанова, С. Букеев.– Алматы: «Эверо» баспасы, 2020, 162 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/865/
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 https://aknurpress.kz/reader/web/1608 Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/.
5. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 https://aknurpress.kz/reader/web/1867
6. 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/

6. Қорытынды сұрақтары (кері байланысы):

1. Сұйықтардың механикалық қасиеттері қандай?
2. Сұйық молекулаларының ерекшеліктері неде?

№ 6 Дәріс

1. Тақырыбы: Термодинамика.

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 энтро-пиясы.
6. Адам ағзасы ашық жүйе.

3. Дәріс тезистері:

Энергиялардың бір түрден екінші түрге ауысыен 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 $V=const$, болғанда қысыммен температура арасындаіы 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 $P=const$, болғанда көлемммен 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 $T=const$, болғанда қысыммен көлем арасындаіы байланысты қарастырады. Газдың ішкі энергиясы $dU = const$ өзгермейді. Газға берілген жалпы жылу мөлшері $dQ = dA$ тек сыртқы күшке қарсы жұмыс атқаруға $dQ = d A$ 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 Ì½íàà́ үдеріс êåçiíäå æ½ìûñ $dA = -dU$ iøêi ýíåðãèÿíû» кемуі åñòáiíåí îðûíäàëàäû.

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 қатынысын $G = C_P / C_V$ термодинамикада адиабата көрсеткіші деп атайды.

№	Изоүдерістер	Термодинаминаның бірінші заңы dQ =dU+dA	Изоүдерістердегі жылу сиымдылық C=dQ/dT
1.	Изотермиялық үдеріс, T=const	dU=0, dQ =d A	dT =0, $C_T = \infty$
2.	Изобаралық үдеріс, P=const	dQ =dU+dA	C_P = dU/dT+dA/dT = C_V +R, C_P-C_V = R – Майер теңдеуі
3.	Изохоралық үдеріс, V=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.

$dS = \frac{dQ}{T}$ $dQ = T \cdot S$ 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 энергясы ішкі күшке қарсы атқарылатын жұмыс жүйенің бос энергиясы есебінен орындалады.

Ал dQ жүйеден бөлініп шығатын жылу байланысқан энергияның есебінен болады.

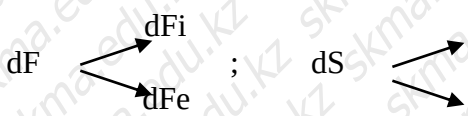
Сонымен тұйық жүйенің ішкі энергиясы бос және байланысқан энергияның қосындысынан тұрады.

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.



Мұндағы dFi , dSi бос энергия мен энтропияның і құраушылары тұйық жүйеде жүретін биохимиялық және биофизикалық процесстерді сипаттайды. Ал е 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 процестерді 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.

4. Иллюстрациялы материалдар: көрме, слайдтар.

5. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Заманауи физика. 2- бөлім: оқулық Алматы: 2014
3. Бижігітов Т. Жалпы физика курсы: оқулық - Алматы: Экономика, 2013
4. Ермекова Ж.К. Жалпы физика. Молекулалық физика және термодинамика: Оқу құралы.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-120с.

- Қосымша:

1. Амерханова Ш.К. Физика-химиялық анализ әдістер: әдістемелк нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Phusical-chemical methods of analysis: Laboratory manual on the discipline/ Ш.К. Амерханова.- Алматы: Эверо, 2016. - 196 бет.

- Электронды ресурстар:

1. Жалпы физика курсы. Құлбекұлы М., 2014 https://aknurpress.kz/reader/web/1733
2. Молекулалық физика. Спабекова Р.С., 2017 https://aknurpress.kz/reader/web/1613
3. Койчубеков Б.К. және т.б. «ФИЗИКА (фармация мамандығына арналған дәрістер жинағы)»: оқу құралы/ Б.К. Койчубеков, А.К. Бражанова, С. Букеев.– Алматы: «Эверо» баспасы, 2020, 162 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/865/
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 https://aknurpress.kz/reader/web/1608 Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/.
5. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 https://aknurpress.kz/reader/web/1867
6. 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/

6. Қорытынды сұрақтары (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?

№ 7-8 Дәріс

1. Тақырыбы: Биологиялық мембраналар құрылысы. Биологиялық мембраналар арқылы заттардың тасымалдануы

2. Мақсаты: Студенттерге биологиялық мембраның негізгі функциясын, жасуша мембранасының құрлысын, оның дамуын және сұйық мозайкалы моделінің қызметін түсіндіру.

3. Дәріс тезистері:

Мембрана биофизикасы – медицина мен фармация үшін ең маңызды жасуша биофизикасы бөлімінің негізгі тарауы болып есептелінеді.

Тіршілікке қажетті көптеген үдерістер биологиялық мембрана арқылы жүреді. Мембранадағы үдерістердің бұзылуы – көптеген патологиялық өзгерістердің негізгі себебі болып табылады. Биологиялық мембранаға әсер ету арқылы адам ағзасына тигізетін емдік әсер, биологиялық мембрананың функциясына әсер ету арқылы іске асырылады.

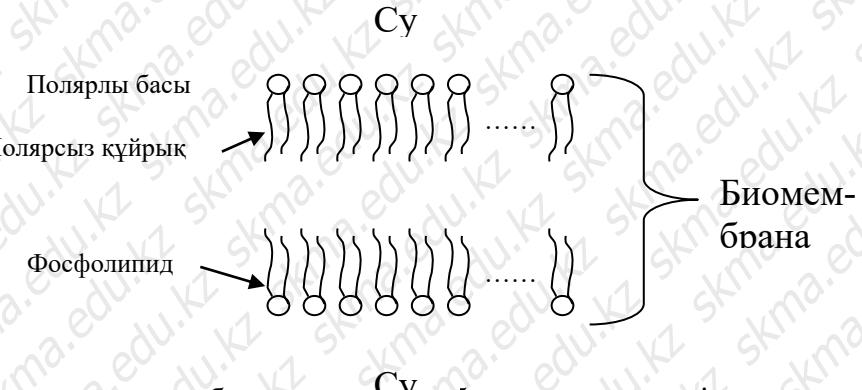
Тіршіліктің ең кішкентай элементі болып саналатын, өз бетінше өмір сүре алатын жасуша кез келген жәндік пен өсімдік дүниесінің негізі болып табылады. Жасушаның өмір сүруінің негізгі шарты болып: оның дербестілігі (автономдығы), яғни өзін қоршаған ортамен бірігіп кетпейдіндігі, ондағы жүретін химиялық реакциялардың жеке дара өтуі, сонмен қатар, оның ортамен энергия, зат және ақпарат алмасуы болып табылады. Тірі жасуша ашық термодинамикалық жүйе болып саналады.

Биологиялық мембраналардың негізгі атқаратны қызметтері (функциялары):

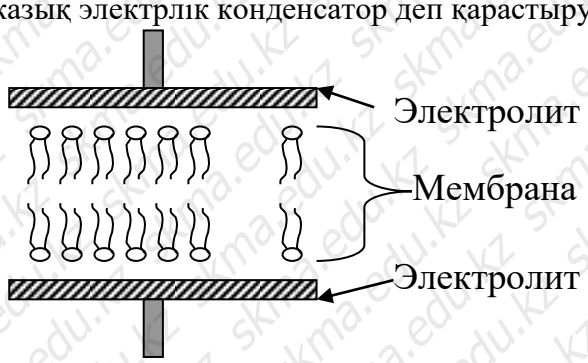
1. **Тосқауылдық (барерлік)** – осының арқасында, жасуша өзін қоршаған ортамен реттелінетін, талғампаздық (селективті), селқос (пассивті) және белсенді (активті) зат алмасуын қамтамасыз етеді.
   Талғампаздық деп- кей заттардың мембрана арқылы өтуін, ал кей заттардың өте алмауын айтады.
   Реттелінетін деп- жасушаның кей заттарды өткізуінің оның функцияналдық күйіне байланыстылығын айтады.
   Селқос деп – заттың мөлшері (концентрациясы) көп ортадан аз ортаға қарай тасымалдануын айтады.
   Белсенді деп – заттың мөлшері аз ортадан көп ортаға қарай тасымалдануын атайды.
2. **Матрицалық қызметінің** арқасында мембранадағы ақуыздың бір-біріне байланыстылығы, кеңістіктегі орналасуы мен олардың өз ара әсерлесуі қамтамасыз етіледі.
3. **Механикалық қызметінің** арқасында жасушаның және оның ішкі құрылымының беріктілігі мен дербестілігі қамтамасыз етіледі.
4. **Энергетикалық қызметі** мембрана митохондрасындағы АТФ- молекулаларының синтезін, хлоропластағы фотосинтезді қамтамасыз етді.
5. Биопотенциалдардың пайда болуын қамтамасыз етеді және оларды таратады.

6. **Рецепторлық** (механикалық, акустикалық, көру,сезу, химиялық т.б.) **қызмет** атқарады.

Биологиялық мембрананың ең алғашқы моделін 1902 жылы Овертон ұсынды. Ол мембрана арқылы липиттерде жақсы еритін заттардың жеңіл өтетіндігін байқаған. Осы құбылысты басшылыққа ала отырып, ол биологиялық мембраны фосфолипиттерден құралған жұқа қабаттан тұрады деп санады. Шын мәнінде полярлы және полярсыз орталарды бөліп тұрған қабатта (мысалы су мен ауа) фосфолипттттердің молекулалары бір қатар болып (моноқабат) орналасады. Олардың полярлы «бастары» полярлы ортаға батып, ал полярсыз «құйрықтары» полярсыз ортаға қарай бағытталады (1 сурет).



Бұл тұжырымдардың дұрыстығы биологиялық мембрананың электрлік параметрлерін өлшеу барысанда дәлелденді. Яғни биомембрананың электрлік кедергісі (10^7Ом м^2) мен электрлік сиымдылығының үлкен болатындығын (0,5 10^{-2} Ф/м^2) анықтады. Биологиялық мембрананы жазық электрлік конденсатор деп қарастыруға болады (2 сурет).



Бимолекулярлы липид қабаты.

Конденсатор астарлары қызметін сыртқы және ішкі ерітінділер (жасуша аралық сұйық) атқарады. Олар диэлектрик яғни дизлектріктік өткізгіштігі ε=2 мембранамен бөлінген. Жазық конденсатордың сиымдылығы: $C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{l}$ (1) өрнегімен анықталады, мұндағы $\varepsilon_0 \approx 8{,}85 \cdot 10^{-12} Ф/м$ электрлік тұрақты; l–конденсатор астарларының арасы.

Беттің бірлік ауданына сәйкес келетін меншікті сиймдылық: $C_{уд} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{l}$ (2) өрнегімен анықталады. Бұдан конденсатор астарларының арасы яғни мембрананың липидтік қабатының қалыңдығы анықтауға болады. $l = \frac{\varepsilon_o \varepsilon}{C_{уд}} \approx \frac{8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 2}{0{,}5 \cdot 10^{-2}} м \approx 3 \approx 4 нм$

Осы анықталған шама, липиттердің қалыңдығына сәйкес келеді.

Зерттеулер нәтижесі биологиялық мембраналарда ақуыз молекулалар-дың да болатындығын көрсетті. Мысалы: мембрананың анықталған беттік керілу коэффицентінің сан мәні «ақуыз – су» шекаралық беттің керілу коэффициентіне жақын болған, ал «липид-су» шекаралық беттің керілу коэффициентінің сан мәні одан әлде қайда өзгеше мәнге ие

болған.

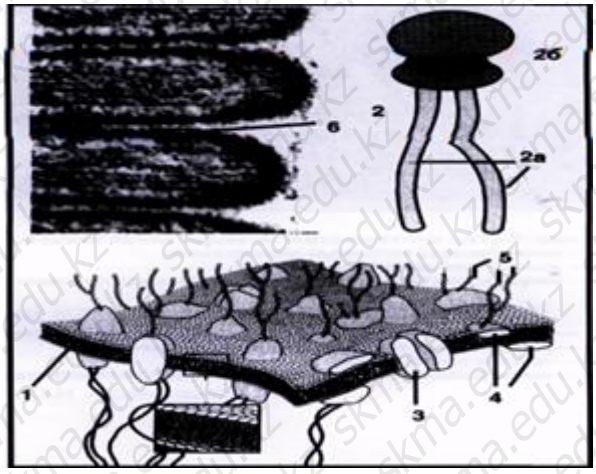
1935 жылы Даниэли мен Давсон биологиялық мембрананың «бутер-бродтық» моделін ұсынды. Бұл модель бойынша фосфолипиттер молекулалары мембрана бетіне перпендикуляр түрде екі қатар болып орналасқан. Липид молекулалары гидрофилді жағымен мембрананың сыртына, гидрофобты жағымен оның ішіне қарай бағытталып орналасқан. Мембрананың екі қатар орналасқан фосфолипид молекулаларының полярлы топтарына ақуыз молекулалары жабысып орналасады, осының есебінен мембранада иілгіштік, механикалық әсерлерге беріктілік, төменгі беттік керілу қасиеті пайда болады.

Әр қатардағы липид молекуласының ұзындығы шамамен 3-4 нм деп алынса, онда мембрананың қалыңдығы 8 нм тең болады. Сондай–ақ әр белок молекуласына 75-90 фосфолипид молекуласы сәйкес келетіні анықталған.

Биологиялық мембрананың құрылысын анықтауда биологиялық зерттеулерде қолданылатын физикалық әдістердің көп ықпалы тиді. Мембрананың құрлысын анықтауда, мембрана молекулаларының атомдарының өз ара орналасуын анықтауда қысқа рентгендік сәуле дифракциясына негізделген рентгенқұрылымдық талдау әдісінің көп әсері тиді. Рентген сәулесінің диффракциялық кескіндерін зерттеу мембранадағы липид молекулаларың реттеліп, екі молекулалық қатар болып орналасқанын анықтады. Ал электрондық микроскоп арқылы биологиялық мембрананың кескіні алынды. Липид қабатына батып тұрған, кейбіруеулері оны тесіп өтіп тұрған ақуыздардың болатындығы анықталды.

Мембарананың динамикасы, яғни ондағы молекулалардың қозғалысы, мембрананы бұзбай–ақ ЭПР және ЯМР әдістері арқылы анықталды.

Осындай мәліметтер мембрананың құрылымы туралы жаңа тұжырым жасауға алып келді. 1972 ж. Сингер мен Никольсон биологиялық мембрананың жаңа сұйық - мозайкалы моделін ұсынды. Бұл моделге сәйкес мембрананың негізі - екі қабаттан тұратын фосфолипидтер молекуласына жабысып орналасқан ақуыздардан құралған. Орналасуына байланысты ақуыздардыпериферияльқ (беткі қабатта орналасқан) және интегралды (батып не тесіп орналасқан) 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

Физиологиялық қалыпты жағдайда липидтер сұйық агрегаттық күйде болады, мұны фосфолипидтер теңізінде қалқып жүрген «айсбергті» ақуыздармен салыстыруға болады. Жүргізілген зерттеулер, химиялық талдаулар ақуыз бен липидтер ара қатнасының әр мембранада әр түрлі болатындығын көрсетті. Бұрыңғы модель бойынша (Даниэли -Давсон) олардың ара қатнасы тең болатын. Мысалы, миэлинді мембранада ақуыздар липидтерден 2.5 есе көп болса, эритроците керісінше ақуыз липидтен 2.5 есе аз болады.

Мембранада фосфолипидитер, ақуыздар мен қатар басқа да химиялық қосылыстар болады. Мысалы, жануарлар жасушасында холестерин, гликолидтер, гликопротеидтер т.б. кездеседі.

Қазіргі уақыта мембрананың сұйық мозайкалы моделі қолданылуда. Бұл модель мембрананың қарапайым құрылымын түсіндіреді. Соңғы кездерде мембранадағы

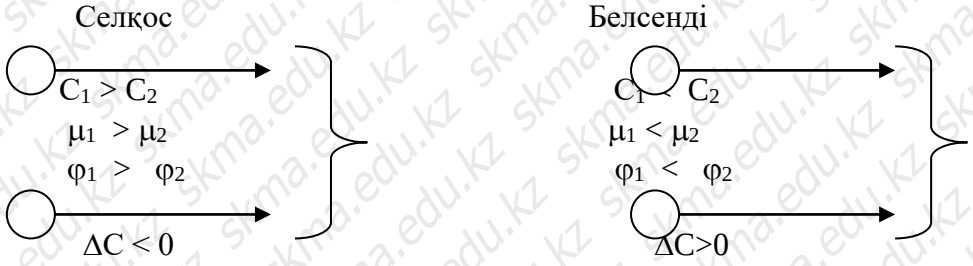
ақуыздардың фосфолипидтер теңізінде «айсберг» сияқты емін-еркін жүзіп жүре алмайтындығы анықталды, олар жасушаның ішкі қабаттарына (цитоплазмаға) жабысып орналасады. Мысалы, оларға микрофиламентер мен микротүтікшелер жатады.

Жасуша ашық термодинамиклаық жүйе боғандықтан, ол өзін қоршаған ортамен үнемі зат, энергия және ақпарат алмасады. Мұндай алмасу жасуша мембранасының заттарды өткізгіштік қаблетінің арқасында іске асады. Жасушадағы метаболикалық үдерістер, ондағы биопотенциалдың пайда болуы, жүйке импульстарының таралуы т.б. көптеген құбылыстар мембрана арқылы зат зат тасымалдаудың арқасында жүреді және пайда болады. Олай болса биологиялық мембрана арқылы зат тасымалдау – ол жасушаның өмір сүруінің негізгі шарты деп қарау керек.

Биомембрана арқылы зат тасымалдаудың бұзылуы әр түрлі патологиялық өзгерістерге алып келеді. Сондықтан жасушаның өткізгіштігін зерттеудің медицина мен фармация үшін үлкен теориялық және тәжірибелік маңызы бар. Мысалы, кеселді емдеу негізінен дәрінің жасуша мембранасы арқылы өтуіне тікелей байланысты, олай болса дәрілік заттың емдік әсері оны мембрананың қалай өткізуіне тікелей байланысты болады. Сондықтан фармакологиялық заттардың емдік әсерін толық пайдалау үшін оның жасушаның сау және қабыну кезіндегі өткізгіштігін білу керек.

Биологиялық мембрана арқылы заттардың тасымалдануын селқос және белсенді деп екі түрге бөледі.

Селқос тасымалдауға заттарды концентрациясы көп «C_1» ортадан концентрациясы аз «C_2» ортаға қарай тасымалдауды, ал электролиттерде электр өрісі потенциалының шамасы үлкен «φ_1» ортандан аз «φ_2» қарай тасымалдауды, немесе электрохимиялық потенцалының шамасы үлкен «μ_1» нүктеден аз «μ_2» нүктеге қарай тасымалдауды атайды. Селқос тасымалдау сыртан энергия алмай, тек белгі бір градиентте (концентрациялды, электрлік, гравитациалдық т.б.) жинақталған энергия есебінен жүреді.



Селқос тасымалдау Гиббс энергиясын азайтуға алып келеді, яғни бұл үдеріс өз бетінше, бос АТФ энергиясын жұмсамай жүреді. Ал белсенді тасымалдау үдерісі Гиббс энергиясын ұлғайтуға алып келеді, яғни бұл үдеріс өз бетінше жүре алмайды, АТФ молекулаларының гидролиз есебінен жүреді.

Селқос тасымалдау кезіндегі тасымалданған зат тығыздығы Теорелла теңдеуіне сәйкес $J= -u \cdot C \cdot d\mu/dx$ - өрнегімен анықталынады, мұндағы «u»–ионның қозғалғыштығы, «С»–зат концентрациясы, минус белгісі тасымалдаудың «μ» кему бағытында жүретіндігін білдіреді.

Торелла теңдеуіне электрохимиялық потенциал мәнін қойса, онда ертінді үшін Нернст-Планк теңдеуі алынады:

$$Jm=-u \cdot R \cdot T \cdot dC/dx=-u \cdot z \cdot C \cdot F \cdot d\varphi/dx$$

Бұл теңдеу селқос тасымалдау тек мөлшерлік айырмашалықтың dC/dx немесе электростатикалық потенциал $d\varphi/dx$ есебінен жүретіндігін көрсетеді. Кейде осы екі градиенттің қатар келуі жағдайында, яғни ортада бір мезгілде концентрациялық және потенциалдық градиентте бар болса, онда тасымалдау бағыты осы концентрациялардың

бағытарына байланысты болады, егер: $u \bullet z \bullet C \bullet F \bullet d\varphi/dx > u \bullet R \bullet T \bullet dC/dx$ ($d\varphi/dx < 0$, $dC/dx > 0$)
болса, онда селқос тасымалдау концентрациясы аз ортадан концентрациясы көп ортаға қарай жүреді, егер: $u \bullet R \bullet T \bullet dC/dx > u \bullet z \bullet C \bullet F \bullet d\varphi/dx$ ($d\varphi/dx > 0$, $dC/dx < 0$) болса, онда заттарды тасымалдау үдерісі потенциалы аз ортадан көп ортаға қарай бағытталады.

Теорелла теңдеуі электр өрісі нольге тең болған жағдайда ($d\varphi/dx = 0$) және электролит емес заттар үшін $z = 0$ қарапайым диффузия үшін алынған Фик теңдуіне айналады: $J_m = - u \bullet R \bullet T \bullet dC/dx$

Эйнштейн қатнасына сәйкес $u \bullet R \bullet T = D$ – диффузия коэффициенті бол-ғандықтан, соңғы теңдеу мына түрде жазылады

$$J_m = - D \bullet dC/dx$$

Селқос тасымалданудың түрлері:

1. Диффузия деп заттардың өз еркімен концентрациясы көп ортадан аз ортаға қарай тасымалдануын айтады. Липид арқылы диффузия құбылысы концентрациялық градиент есебінен жүреді. Бұл кездегі зат ағынының тығыздығы Фик заңы бойынша анықталынады:

$$J_m = - D (C_2 – C_1) / L$$

мұндағы «C_1 , C_2»-мембрана беттеріндегі зат концентрациялары, «L»- мембра-на қалыңдығы, «D» - диффузия коэфициенті. Мембрана қабаты жұқа және заттардың липидтте еруі жоғары болған сайын мембрананың өткізгіштік коэффиценті жоғарылайтыны байқалады.

Липидтерде жақсы еритін полярлы емес заттар: органикалық май қышқылдары, эфир т.б.- мембрана арқылы жақсы өтеді, ал липид бикабаты арқылы полярлы, суда ерігіш тұздар, негіздер, аминқышқылдар, спирттер т.б. нашар өтеді.

Мембранадағы ақуыз және липид саңлаулары арқылы липидтерде ерімейтін заттар мен суда ерігіш гидраталған иондар (су молекулаларымен қоршалған) өте алады. Ерімейтін майлы заттар мен иондар үшін мембрана молекулалық тордың ролін атқарады. Молеклалары негұрлым үлкен болған сайын өту дәрежесі төмендейді.

Жеңілдетілген диффузия тасымалдағыш молекулалардың (ақуыз) қатысуымен жүреді. Мысалы: калий ионының тасымалдағышы валиномицин молекуласы. Мембранада орналасқан валиномицин молекуласы сол қабаттағы ертіндідегі калий ионын қосып алып оң зарядталады, оны мембрананың келесі бетіне алып өтеді, яғни тасымалдайды. Тасымалдау көбіне калий ионының концентрациясы көп ортадан аз ортаға қарай бағытталады.

Жүргізілген зерттеулер мынадай жағдайды көрсетті. Мембрана арқылы өте алмайтын кейбір заттарды тасымалдағыш ақуыз сол затпен қатар сол ортадағы ионды қосып алып зарядталған жүйеге айналады (ақуыз+ион+тасымалданатын зат), да мембрана қабатындағы электрлік градиент энергиясы есебінен келесі бетке өтеді. Мысалы, жасушаға қажетті гюкоза осылайша тасымалданады. Мембрананың сыртқы бетінде орналасқан тасымал-дағыш ақуыз глюкозамен қатар сол ортада концентрациясы мол натрий ионын қосып алып зарядталған жүйеге айналады да, электрлік градиент энергиясы есебінен жасушаның ішіне өтеді.

Қарапайым диффузиямен салыстырғанда жеңілдетілген диффузия кезінде зат тасымалдау жылдам жүреді, тасымалдау тығыздығы белгілі бір шамаға дейін ғана артады, әртүрлі заттарды тасымалдау дәрежесі де әртүрлі, мысалы, қант глюкозасы фруктозаға қарағанда жеңіл тасымалданады, ал фруктоза ксилозаға , ал ксилоза арабинозаға қарағанда жеңіл тасымал-данады. Сонымен қатар жеңілдетілген диффузияны басып, оның жүруін қиындататын заттар да кездеседі екен. Мысалы, сондай заттарға флоридзин жатады. Ол тасымалдағыш ақуызбен қосылып, тұтас кешен құрап оның жұмысын төмендетеді, соның арқасында қантты мембрана арқылы тасымалдауды тоқтатуға болады. Олай болса, кей

заттар көмегімен мембрана арқылы заттарды тасымалдауды реттеуге болады.

Егер тасымалдау кезінде осы көрсетілген жайттар кездессе, онда тасымаладудың жеңілдетілген түрі орын алды деп есептеуге болады.

Жеңілдетілген диффузияның тағы бір түрі мембранаға көлденең, белгілі бір орындарға бекітіліп орналасқан ақуыз тасымалдағыштар арқылы зат тасымалдау болып табылпады. Бұл жағдайда тасымалданатын затты молекулалар бір біріне жеткізу, не беру арқылы іске асырады.

2. Сүзіліс деп су молекулаларының қысым градиенті себебінен мембрана саңлаулары арқылы тасымалдануын айтады. Су молекулаларының тасы-малдану жылдамдығы Пуазейл заңына сәйкес анықталынады:

$dV/dt = (P_1 – P_2) / w$, мұндағы dV/dt - су көлемінің тасымалдану жылдамдығы, $w = 8 \bullet l \bullet \eta / \pi \bullet r^4$ -гидравикалық кедергі, l- саңлау ұзындығы, r – оның радиусы, η- судың тұтқырлығы.

Ағзадағы судың қан тамырлары қабырғалары арқылы өтуінде сүзіліс құбылысының атқаратын роль үлкен, соның арқасында кей патологиялық өзгеріс кезінде сүзіліс ұлғаяды, соның себеінен дене ісінеді.

3. **Осмос** деп жартылай өткізгіш мембрана арқылы концентрациясы көп ортадан аз ортаға қарай су молекулаларының тасымалдануын айтады. Осмос шын мәнінде су молекуласы үшін диффузия құбылысы деп санауға болады, бұл кезде су молекуласының концентрациясы көп ортадан аз ортаға қарай қозғалуы орын алады. Осмос көптеген биологиялық құбылыстар үшін үлкен маңызы бар. Мысалы, гипотонды ертінділердегі эритроциттердің гемолизі осы құбылыс себебінен жүреді.

4. Иллюстрациялы материалдар: көрме, слайдтар.

5. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Заманауи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Заманауи физика. 2- бөлім: оқулық Алматы: 2014
3. Бижігітов Т. Жалпы физика курсы: оқулық - Алматы: Экономика, 2013
4. Ермекова Ж.К. Жалпы физика. Молекулалық физика және термодинамика: Оқу құралы.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-120с.

- Қосымша:

1. Амерханова Ш.К. Физика-химиялық анализ әдістер: әдістемелк нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Phusical-chemical methods of analysis: Laboratory manual on the discipline/ Ш.К. Амерханова.- Алматы: Эверо, 2016. - 196 бет.

- Электронды ресурстар:

1. Жалпы физика курсы. Құлбекұлы М., 2014 https://aknurpress.kz/reader/web/1733
2. Молекулалық физика. Спабекова Р.С., 2017 https://aknurpress.kz/reader/web/1613
3. Койчубеков Б.К. және т.б. «ФИЗИКА (фармация мамандығына арналған дәрістер жинағы)»: оқу құралы/ Б.К. Койчубеков, А.К. Бражанова, С. Букеев.– Алматы: «Эверо» баспасы, 2020, 162 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/865/
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 https://aknurpress.kz/reader/web/1608 Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/.
5. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 https://aknurpress.kz/reader/web/1867
6. 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/

6. Қорытынды сұрақтары (кері байланысы):

1. Мембранаың қалыпты күйінің өзгеруіне тигізетін әсерлерді түсіндір?
2. Биологиялық мембрананың негізгі қызметі неде?
3. Мембранаың липидтің бөлігінің қалыңдығын қалай анықтайды?
4. Мембрананың өтікізгіштігі және оның мембрана үшін маңызы.
5. Мембрананың өткізгіштігі.
6. Селқос тасымалдау, оның механизмі.
7. Селқос тасымалдаудың түрлері.

№ 9 Дәріс

1. Тақырыбы: Биопотенциал. Биопотенциалдың түрлері.

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

3. Дәріс тезистері:

Потенциал термині әр түрлі өрістердің, яғни электростатикалық, гравитациялық т.б. энергетикалық күйін сипаттау үшін қолданылатын физикалық шама. Ал биоптенциал деп ұлпадағы, жасушадағы, тірі ағзадағы электр өрісін және сол өрістің энергиясын сипаттайтын шаманы айтады. Тірі ағзалардағы үдерістер жасуша мен ұлпада электр қозғаушы күшінің, яғни электрлік потенциалдың пайда болуы арқасында жүреді. Жасушаның биопотенциалының шамасы, оның физиологиялық күйі мен ондағы метаболикалық үдерістерге тікелей байланысты болатындықтан, ол жасушаның қалыпты, немесе патологиялық күйі өзгерістерінің көрсеткіші бола алады.

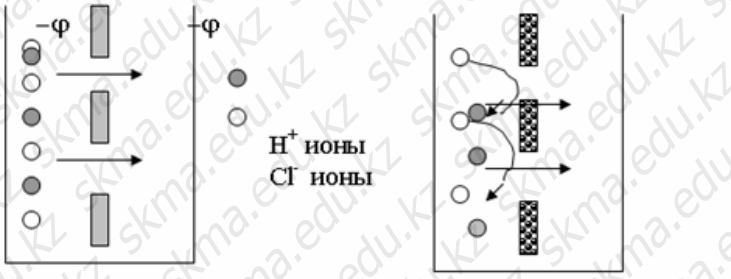
Биопотенциал деп, ағзаның екі нүкте аралығындағы немесе жасуша мембранасының ішкі және сыртқы орталары аралығындағы потенциал айырымын айтады. Биопотенциал тыныштық және әрекет деп екі түрге бөлінеді. Тыныштық потенциалы деп физиологиялық қозбаған күйдегі мембрананың ішкі және сыртқы орталары аралығындағы, ал әрекет потенциалы деп, физиологиялық қозған күйдегі сол нүктелер аралығындағы потенциалдар айырымын айтады.

Биопотенциалдың пайда болу механизмін толық талдау үшін, біз алдымен потенциалдың негізінде қандай физика-химиялық құбылыстар жатқанын, және оның шамасы неге байланысты болатындығын қарастырайық. Жалпы кез келген потенциалдың пайда болуының негізгі шарты, ортада иондардың таралуының бір келкі болмауы деп саналады. Пайда болу механизміне байланысты потенциалдар: диффузиялық, фазалық және мембраналық деген түрлерге бөлінеді:

1. Диффузиялық потенциал екі түрлі сұйық ортаны бөліп тұрған шекарадағы иондардың қозғалғыштығының әртүрлі болуынан пайда болады. Мысалы, ыдыстағы тұз қышқылы ертіндісі ортасынан кеуек (поралы) бөгет арқылы бөлінсін делік (1 сурет) және оның сол бөлігінде тұз қышқылының мөлшері оң бөлігіне салыстырғанда көп болсын. Мөлшерлік айырмашылық әсерінен сутегі және хлор иондары ыдыстың сол бөлігінен оның оң бөлігіне қарай өтеді. Айырмашылық деп сан жағынан бірлік ұзындыққа сәйкес келетін шаманы айтады. Мысалы, ертіндінің бір нүктесіндегі мөлшері 25% болсын, ал одан 10 см қашықтықта жатқан екінші нүктедегі мөлшері 5% болса, онда мөлшерлік айырмашылық шамасы: $C_{grad} = \frac{C_1 - C_2}{L} = \frac{25\% - 5\%}{10} = 2\frac{\%}{см}$ тең болады.

Диффузия жылдамдығы иондардың қозғалғыштығымен анықталынады. Сутегінің

иондарының қозғалғыштығы жоғары болуы себепті, олар хлор иондарын артқа тастап, ыдыстың оң бөлігіне бұрын өтеді. Сутегі иондарының заряды оң таңбалы болуы салдарынан ыдыстың оң жақ бөлігі оң зарядталып, ал сол жақ бөлігінде оң зарядтардың аз болуынан немесе болмауынан сол жақ бөлігі теріс зарядталады. Осылайша пайда болған диффузиялық потенциалдар айырымы «жылдам» иондарды тежеп, «баяу» иондарды үдете қозғайды.



1 сурет 2 сурет

Бұл құбылыс пайда болған электр өрісінің бағыты диффузия күшіне қарсы болғандықтан диффузиялық потенциалдар айрымын тудырыды.

Ол Гендерсон теңдеуіне сәйкес: $\varphi = \frac{u-v}{u+v}\frac{RT}{nF}\ln\frac{C_1}{C_2}$ (1) өрнегімен анықталады. Мұндағы «u» - катионның жылдамдығы, «v» - анионның жылдамдығы, «R» - газ тұрақтысы, «T» - абсолютті температура, «n» - ионның валеттілігі, «F» - Фарадей саны, «C_1» – диффузияның басталатын аймағындағы ионның мөлшері, «C_2» - диффузияның аяқталатын аймағындағы ионның мөлшері. Бұл өрнектен диффузиялық потенциалдың шамасы катион мен анионның қозғалғыштықтарының айырмашылығына, олардың мөлшеріне тікелей байланыстылығы байқалады. Егер катион мен анионның жылдамдығы тең болса, немесе мөлшерлік айырмашылық болмаса, онда диффузиялық потенциалдың шамасы ноль болады.

Биологиялық жүйелерде потенциалдлың бұл түрі негізінен жасушаның механикалық түрде зақымдалуы кезінде байқалады. Бұл кезде иондардың зақымдалған аймақтан зақымдалмаған аймаққа қарай диффузиясы байқалады.

2. Мембраналық потенциалды диффузиялық потенциалдың дербес түрі деп қарастыруға болады. Жоғарыда қарастырылған мысалдағы кеуек бөгетті, катиондарды ғана өткізетін жартылай өткізгіш мембранамен ауыстырайық
(2 сурет) . Бұл жағдайда мембрана арқылы аниондар тіптен өте алмайды, олар үшін мембрана жабық, ыдыстың оң жағына тек сутегі иондары ғана өтеді. Баяу иондардың жылдамдығы v=0 болғандықтан (1) теңдеу Нернст теңдеуіне айналады:

$$\varphi = -\frac{RT}{nF}\ln\frac{C_1}{C_2} \quad (2).$$

3. Фазалық потенциалдар араласпайтын екі фазалық күйдегі заттар шекарасында (судағы электролит ертіндісі мен май) пайда болады. Мысалы, анионға салыстырғанда катиондар майлы ортада жақсы еритін болса, онда ол майлы ортаны сулы ортаға қарағанда оң зарядтайды.

Мембараналық потенциалдың пайда болуы туралы алғашқы теорияны Бернштейн ұсынды. Ал Ходжкин, Хаксли және Катцтар тәжірибе арқылы тексеріп дұрыстығын дәлелдеді. Бұл ғалымдар биопотенциалдың пайда болуында иондық айырмашылықтың үлкен қызымет атқаратындығын, иондардың жасуша мен оны қоршаған ортада таралу механизмі

туралы негігзі идеяларды ұсынды. Бұл теорияға сәйкес тыныштық пен әрекет потенциалы мембраналық түрге жатады. Оның пайда болуының негізгі себебі жасуша мембранасының иондарды таңдап өткізу әсерінен жасушаның іші мен сыртқы орталарындағы иондардың таралуы әр түрлі болуынан және оны белсенді тасымалдау арқылы ұстап тұруынан болады. Зерттеулер калий мен натрий иондары жасушаның ішкі және сырқы орталарында таралуы әр түрлі болатындығын дәлелдеп отыр. Оны биопотенциалдың пайда болуының ең негізгі себебінің бірі ретінде қарастырады. Сыртқы ортаға салыстырғанда калий ионы жасуша ішінде 20-40 есе көп болады. Ал керісінше жасуша аралық сыртқы ортада натрий ионының мөлшері, ішкі ортаға салыстырғанда 10-20 есе көп болады. Калий иондарының оң зарядтары жасуша ішіндегі органикалық аниондармен (аспарагин, уксус, пирожүзім т.б.) жойылып (компенсацияланып), орта электрлік бейтарап күйге енеді. Ходжкин, Хаксли және Катц теорияларына сәйкес қозбаған күйдегі мембрана негізінен калий иондарын ғана өткізеді. Мөлшерлік айырмашылық салдарынан калий иондары сыртқы ортаға қарай тасымалданады, ал натрий иондары мембрана арқылы өте алмайды, осының салдарынан мембрананың сырқы беті оң, ішкі беті теріс зарядталады. Сыртқы ортаға өткен калий иондары сол ортадағы оң зарядтармен қосылып ортаны оң зарядтайды. Калий иондары өзімен бірге оң зарядтардың біраз бөлігін ала кетеді, соның салдарынан мембрананың ішкі беті теріс зарядталынады. Бұл үдеріс иондардың ағынында динамикалық тепе - теңдік орнағанға дейін жүреді.

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

$$\varphi = \frac{RT}{nF} \ln \frac{[K]_i}{[K]_e} \qquad (3),$$

мұндағы $[K]_I$, $[K]_e$ – жасушаның ішкі мен сырқы орталардағы калий иондарының мөлшері. Нернст теңдеуі арқылы әртүрлі жасушалар үшін есептелінген потенциалдар айырымы, тәжірибе арқылы анықталған мәніне жақын болды.

Жүргізілген тәжірибелер арқылы биопотенциалдың пайда болуының калилік механизмі толығымен дәледенді. Сыртқы ортадағы калий мөлшерін үлкен шамада өзгерткенде потенциал шамасы (3) өрнекке сәйкес өзгереді, ал бұл орталардағы калий мөлшерін бірдей етіп алғанда тыныштық потенциалының шамасы нөлге тең болды.

Дәл жүргізілген зерттеулер мембрананың аз мөлшерде натрий мен хлор иондарында өткізетінін көрсетті. Олай болса тыныштық потенциалы осы үш ион диффузиясы әсерінен пайда болады. Сонымен мембранадағы тыныштық потенциалыны K^+, Na^+ және Cl^- иондарының көмегімен пайда болады. Оның шамасы Гольдман-Ходжкин- Катц теңдеуі арқылы анықталынады:

$$\varphi = \frac{RT}{nF} \ln \frac{P_K[K]_i + P_{Na}[Na]_i + P_{Cl}[Cl]_e}{P_K[K]_e + P_{Na}[Na]_e + P_{Cl}[Cl]_i} \qquad (4),$$

мұндағы P_K, P_{Na}, P_{Cl} - мембрананың иондарды өткізгіштік коэффициенті, [K], [Na] және [Cl] иондардың жасуша ішіндегі (i) және сыртындағы (e) мөлшері.

Ходжкин және Катц мәліметтері бойынша, кальмар аксонының тыныштық күйі үшін өткішгіштік коэффициенттерінің ара қатнасы

$P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1: 0{,}04 : 0.45$ тең болады.

Сыртқы факторладың әсерінен жасуша қозған күйге көшеді, мұны жасушаның тітіркендіргіштерге берген жауабы деп қараған жөн. Жасуша мембранасының электрлік күйінің, соның ішінде потенциалдар айырымының өзгеруін жасушаның қозуының басты белгісі ретінде сыналады. Әрекет потенциалының қазіргі заманғы теориясы: жасуша аралық потенциалдарды бұру, мембранадағы кернеуді тұрақтандыру, радиоизотоптарды қолдану

сияқты т.б. әдістер негізінде пайда болды.

1938 жылы Коул мен Кертис қозу кезінде жасуша мембранасының электрлік өткізгіштігінің аз уақыт аралығында күрт артанынын анықтады. Бұл кездері цитоплазманың жалпы кедергісі өзгермеген. Қозу кезіндегі кедергінің кемуін мембрананың кейбір иондарды өткізуінің артуымен ғана түсіндіруге болады, олай дейтініміз зарядтарды тек иондар ғана тасымалдайды, ал олар кедергінің кемуіне тікелей ықпал етеді.

$P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 20 : 0{,}45$ тең болған, ал тыныштық күйде бұл көрсеткіш $P_K : P_{Na} : P_{Cl} = 1 : 0.04 : 0{,}45$ болатын. Олай болса, қозу фазасы кезінде хлор мен калий иондарын өткізу дәрежесі өзгермейді, ал натрий үшін бұл шама 500 есе артады.

4. Иллюстрациялы материалдар: көрме, слайдтар.

5. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Заманауи физика. 2- бөлім: оқулық Алматы: 2014
3. Бижігітов Т. Жалпы физика курсы: оқулық - Алматы: Экономика, 2013
4. Ермекова Ж.К. Жалпы физика. Молекулалық физика және термодинамика: Оқу құралы.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-120с.

- Қосымша:

1. Амерханова Ш.К. Физика-химиялық анализ әдістер: әдістемелк нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Phusical-chemical methods of analysis: Laboratory manual on the discipline/ Ш.К. Амерханова.- Алматы: Эверо, 2016. - 196 бет.

- Электронды ресурстар:

1. Жалпы физика курсы. Құлбекұлы М., 2014 https://aknurpress.kz/reader/web/1733
2. Молекулалық физика. Спабекова Р.С., 2017 https://aknurpress.kz/reader/web/1613
3. Койчубеков Б.К. және т.б. «ФИЗИКА (фармация мамандығына арналған дәрістер жинағы)»: оқу құралы/ Б.К. Койчубеков, А.К. Бражанова, С. Букеев.– Алматы: «Эверо» баспасы, 2020, 162 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/865/
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 https://aknurpress.kz/reader/web/1608 Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/.
5. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 https://aknurpress.kz/reader/web/1867
6. 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/

6. Қорытынды сұрақтары (кері байланысы):

1. Биомембранадағы потенциалдың түрлері, олрадың пайда болу механизмдерін түсіндір?
2. Тыныштық потенциалы, ол қалай пайда болады?
3. Гольдман – Ходжкин – Катц теңдеуін түсіндір?
4. Әрекет потенциалы, ол қалай пайда болады?

№ 10 Дәріс

1. Тақырыбы: Фотобиологиялық үдерістер.

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

3. Дәріс тезистері:

Биологиялық жүйеде сәулелік энергияның жұтылуы кезінде жүретін үдерістерді фотобиологиялық деп атайды. Барлық фотобиологиялық үдерістер негізгі үш топқа бөлінеді:

1. Бірінші топқа адам денесінің жұтқан күн сәулесі энергиясының әсерінен жүретін биологиялық маңызды қосылыстардың фотосинтездік үдерістері жатады. Солардың ішінде ең маңыздыларына жасыл өсімдіктер, бактериялар мен балдырларда түзілетін көмірсутектерінің фотосинтезі жатады. Көмірсутектерінің фотосинтезі - барлық биологиялық жүйеде бос энергия артатын жалғыз биологиялық үдеріс. Ал қалған өсімдіктер мен жануарларда жүретін үдерістер күн сәулесі энергиясының әсерінен жинақталған химиялық байланыстардың потенциальдық энергиясының әсерінен жүреді. Синтетикалық үдерістерге негізгі синтетикалық пигмент – хлорофиллдің синтезі жатады.
2. Фотобиологиялық үдерістердің екінші тобына химиялық синтез және жүйе энергиясының артуына байланыссыз жүретін үдерістерді жатқызуға болады. Бұл күрделі және сонымен қатар заңдылықты қатал сақтайтын құбылыс . Мысалы өсемдік бөліктерінің күнге қарай қозғалысы, тәуліктік, жылдық ырғақ және т.б. Осы үдерістің арқасында өсімдіктердің дамуы мен өсуі реттеліп отырады. Бұл жағдайда жарық сәулесі мәлімет тасушы қызыметін атқарады.
3. Фотобиологиялық үдерістердің үшінші тобына жарық әсерінен тірі құрылымдар зақымдалатын, биологиялық маңызды қосылыстар бұзылатын үдерістер жатады. Бұл бұзылулар энергиясы көп ультра күлгін сәулелер жұтылғанда байқалады.

Фотохимиялық реакциялар барлық фотобиологиялық үдерістердің негізі болып табылады. Негізгі фотохимиялық реакцияларға мыналар жатады:

- Фотоионизация – бұл жұтылған жарық кванттың электронды молекула құрамынан сыртқа ұрып шығаруы. Фотоионизация кезінде иондар немесе бос радикалдар түзіледі.
- Фотототықсыздану және фотототығуы – бұл электронды бір молекуладан екінші басқа молекулаға тасымалдау. Бұл жағдайда бір молекула тотығады, ал басқасы тотықсызданады.
- Фотодиссоциация – бұл жұтылған жарық кванттың әсерінен молекулалардың ионға ыдырау үдерісі.
- Фотоизомеризация – бұл жарықтың әсерінен молекулалардың кеңістіктік пішінінің (конфигурациясының) яғни молекулалардың құрылымының өзгеруі.
- Фотодимеризация – бұл жарық фотондарының әсерінен мономерлердің арасында химиялық байланыстардың түзілуі.

Сонымен 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.

Кез-келген фотохимиялық реакция екі кзеңде жүреді:

1. Фотохимиялық реакцияның бірінші кезеңі - жарық кезең. Бұл кезеңде таза физикалық үдеріс жүреді яғни молекула жарық квантын жұтады да қозу күйіне келеді:

A + hϑ → A*, мұндағы «*A*» — жарықты жұтатын зат молекуласы (пигменттің молекуласы мысалы: родопсин немесе хлорофилл молекуласы); «*A**» - «hϑ» квантын жұтқаннан кейін қозу жағдайындағы сол молекула.

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 көбейеді.

Бойында артық энергияның қоры бар қозған молекула фотохимиялық реакцияға түсуі мүмкін. 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 бітеді.

2. Фотохимиялық реакцияның екінші кезеңі - қараңғы кезең. Алғашқы тотықтандырғыштар және тотықсыздандырғыш радикалдардың сыртқы орбиталарында бірікпеген электрондар болғандықтан, олар жоғары химиялық белсенді болып келеді. Сондықтан олар қараңғы жерде де тотығу-тотықсыздану реакцияларын жүргізе алады. Бірінші тотықсыздандырғыштар және тотықтырғыштар биохимиялық реакциялармен бірігеді және оларды өзгертеді. Биохимиялық реакциялардың өзгеруі ағзаның жалпы физиологиялық күйінің өзгеруіне және қандай-да бір физиологиялық үдерістің жүруіне алып келеді.

Сонымен кез-келген фотобиологиялық үдерістің тізбесі мынындай:

Жарық квантын жұту → фотохимиялық реакция → химиялық және биохимиялық реакция → физиологиялық үдеріс. Физиологиялық үдеріс ретінде мыналарды атауға болады:

- фотосинтез кезінде оттегінің бөлінуі;
- өсімдік жапырақтарының күнге қарай қозғалуы;
- жануарлардың жарық сәулесіне реакциясы;
- ағза ұлпаларының күшті жарық сәулесімен жарықталғанда өзінің қызыметін тоқтатуы (өлуі).

Бұдан басқа қозған молекуланың энергиясы манандай бағыттарда жұмсалады:

- жарық шығарады (люминесценция);
- жылуға ауысады;
- басқа молекулаға беріледі (энергияның миграциясы);
- молекула триплеттік күйге енуі мүмкін.

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

4. Иллюстрациялы материалдар: көрме, слайдтар.

5. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Заманауи физика. 2- бөлім: оқулық Алматы: 2014
3. Бижігітов Т. Жалпы физика курсы: оқулық - Алматы: Экономика, 2013
4. Ермекова Ж.К. Жалпы физика. Молекулалық физика және термодинамика: Оқу құралы.- Алматы: ТОО Эверо, 2024.-120с.

- Қосымша:

1. Амерханова Ш.К. Физика-химиялық анализ әдістер: әдістемелк нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Phusical-chemical methods of analysis: Laboratory manual on the discipline/ Ш.К. Амерханова.- Алматы: Эверо, 2016. - 196 бет.

- Электронды ресурстар:

1. Жалпы физика курсы. Құлбекұлы М., 2014 https://aknurpress.kz/reader/web/1733
2. Молекулалық физика. Спабекова Р.С., 2017 https://aknurpress.kz/reader/web/1613
3. Койчубеков Б.К. және т.б. «ФИЗИКА (фармация мамандығына арналған дәрістер жинағы)»: оқу құралы/ Б.К. Койчубеков, А.К. Бражанова, С. Букеев.– Алматы: «Эверо» баспасы, 2020, 162 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/865/
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 https://aknurpress.kz/reader/web/1608
Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/.
5. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 https://aknurpress.kz/reader/web/1867
6. Медициналық биофизика мен медтехникалар бойынша лабораториялық практикум. Оқу құралы./ Ү.А.Байзак, Қ.Ж.Құдабаев. – Алматы: «Эверо» 2020ж. -304 б. https://elib.kz/ru/search/read_book/51/

6. Қорытынды сұрақтары (кері байланысы):

1. Фотобиологиялық үдерістердің негізгі топтарын атаңыздар?
2. Фотохимиялық реакциялардың түрлері атаңыздар?
3. Фотохимиялық реакциялардың негізгі кезеңдерінің айырмашалығын атаңыздар?