

## ПРАКТИКАЛЫҚ САБАҚТАРҒА АРНАЛҒАН ӘДІСТЕМЕЛІК ҰСЫНЫСТАР

**Пәні:** Физика

**Пән коды:** Fiz 1202

**БББ атауы:** 6B07201 «Фармацевтикалық өндіріс технологиясы»

**Оқу сағаттары/кредиттерінің көлемі:** – 150/5

**Курс және семестрлік оқу:** 1/1

**Практикалық (семинарлық) сабақтар:** 40

Практикалық сабақтарға арналған әдістемелік ұсыныстар «физика» пәнінің жұмыс бағдарламасына (силлабус) сәйкес әзірленген және кафедра мәжілісінде талқыланды.

Хаттама № 11 « 30 » 05 2024 ж.

Кафедра меңгерушісі: Иванова М.Б.



## № 1 Сабақ

- Тақырыбы: №1 жұмыс.** Визкозиметрдің көмегімен сұйықтардың тұтқырлық коэффициентін анықтау.
- Мақсаты:** сұйықтардың тұтқырлық коэффициенттерін анықтау тәсілін оқыту.
- Оқыту міндеттері:** Визкозиметр құралының көмегімен сұйықтардың тұтқырлық коэффициентін анықтауды үйрету
- Тақырыптың негізгі сұрақтары:**
  - Сұйықтардағы тасымал құбылыстарының физикалық негізі қандай?
  - Сұйықтың тұтқырлығы, Ньютон теңдеуі және Пуазейл формуласы қалай өрнектеледі?
  - Сұйықтың тұтқырлық коэффициент және оны анықтау тәсілдері қандай?
  - Сұйықтың тұтқырлық коэффициенті температураға және қысымға қалай тәуелді болады?

**Оқыту және оқыту әдістері:** жұптасып жұмыс жасау

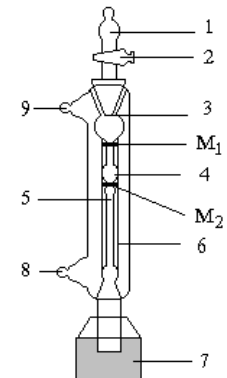
• **Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:**

- ВПЖ-3 шыны визкозиметрі
- Термометр.
- Зерттелетін ерітінді.
- Қалыпта ерітінді.
- Секундомер.

**Капиллярлы визкозиметрдің құрылысы:**

ВПЖ-3 шыны визкозиметрі 1-сурет:

1 – насадқа, 2 – шыны шүмек, 3 – насадканы визкозиметрмен қосатын конус, 4 –  $M_1$  және  $M_2$  белгілері бар капиллярлы резервуар, 5 – капиллярлы түтік, 7 – су немесе зерттелетін сұйық құйылған шыны ыдыс.



1-сурет

• **Жұмыстың орындалу реті:**

- Визкозиметрдің құрылысы, тәжірибенің физикалық негізін жете меңгеру керек.
- Тазартылған судың температурасын өлшеп алып, сол температурадағы судың  $\rho_0$  тығыздығы мен  $\eta_0$  тұтқырлық коэффициентін арнайы кестеден анықтау керек. Ал зерттелетін сұйықтардың  $\rho$  тығыздықтары осы сұйықтар құйылған ыдыстардың сыртында көрсетілген.
- Шыны шүмекті (2) ашып, резиналы сорғыштың көмегімен (немесе басқа бір жолмен) насадқа (1) арқылы оның ортасына жететіндей етіп су тартып, содан кейін шыны шүмекті жабу керек.
- Визкозиметрден насадканы ажыратқан кезде судың төмен қарай ағуы басталады.
- Судың ағысы басталмас бұрын секундомерді дайындау керек.
- Судың жоғарғы деңгейі  $M_1$  белгіден өте берген кезде секундомерді қосып, су деңгейі  $M_2$  белгісінен өткен кезде тоқтатып, судың екі белгі аралығын ағып өту уақыты –  $t_0$  анықта. Тәжірибені 5-7 рет қайтала.
- Судың орнына зерттелетін сұйық (ерітінді) алып, 2, 3, 4, 5 және 6 нұсқауларды қайталап шығу керек.
- Зерттелінетін сұйықтың әрбіреуі үшін тәжірибені 5-7 рет қайтала.
- Тәжірибелердің нәтижелерін төмендегі кестеге енгіз.

№	Тазартылған су			Зерттелінетін сұйық		
	$\rho_0, \text{кг/м}^3$	$t_0, \text{с}$	$\eta_0, \text{Па}\cdot\text{с}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$t, \text{с}$	$\eta, \text{Па}\cdot\text{с}$
1						
2						
3						

4					
5					
Орташа					

10. Зерттелетін сұйықтың  $\eta$  тұтқырлық коэффициентін мына өрнек арқылы есептеп шығар:

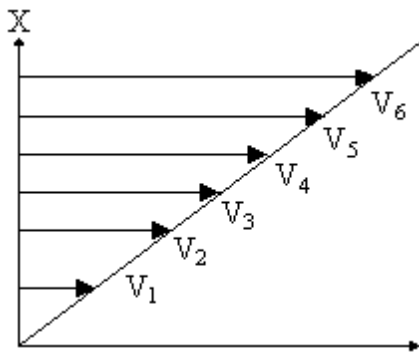
$$\eta = \frac{\eta_0 \cdot \rho \cdot t}{\rho_0 \cdot t_0},$$

мұндағы  $\rho$  – зерттелінетін сұйықтың (ерітіндінің) тығыздығы,  $\rho_0$  –

тазартылған судың тығыздығы,  $t_0$  – тазартылған судың екі белгі арасын ағып өту уақытының мәні,  $t$  – зерттелінетін сұйықтың екі белгі арасын ағып өту уақытының мәні.

• **Қысқаша теория.**

Нақты сұйықтардың ағыны бірнеше қабаттардың өзара күшпен әсерлесу жағдайында өтеді, сондықтан әсерлесу күшінің бағыты сол қабаттарға жүргізілген жанама бағытымен бағыттас болады. Бұл құбылыс сұйықтардағы ішкі үйкеліс немесе тұтқырлық деп аталады. Тұтқыр сұйықтың горизонталь бағыттағы ағысын қарастырайық (2-сурет).



2-сурет

Шартты түрде сұйықты бірнеше қабаттардан (1, 2, 3, 4, 5) тұрады делік. Сұйықтың ең төменгі ”түпкі” қабаты қозғалмайтын болсын. Сұйық қабаттарының жылдамдығы қабат жоғарылаған сайын арта түседі де ( $v_1 < v_2 < v_3 < v_4 < v_5 < v_6$ ), газбен шектескен  $v_6$  қабатының жылдамдығы ең жоғарғы мәнге ие болады. Сұйық қабаттары бір-бірімен күшпен әсерлесе-тіндігін айттық.

Мысалы, үшінші қабат екінші қабаттың жылдамдығын

арттыруға тырысады да, ал өзі осы қабат тарапынан кедергіге ұшырайды, сонымен бірге төртінші қабат тарапынан жылдамдық алады, т.с.с. қабаттар арасындағы  $F$  үйкеліс күшінің шамасы әсерлесуші қабаттардың  $S$ –ауданына,  $(dv/dx)$ –жылдамдықтың градиентіне тура пропорционал болады:  $F = \eta \cdot (dv/dx) \cdot S$ . (2)

Бұл теңдеу Ньютон теңдеуі деп аталады.  $\eta$  - тұтқырлық коэффициентінің шамасы температура мен қысымға тәуелді, яғни температура жоғарылаған кезде сұйық молекулаларының тепе-теңдік қалпы өзгеріп, сұйықтың аққыштығы артады, ал тұтқырлығы кемиді. Қысым артқан сайын сұйықтардың тұтқырлығы арта түседі, өйткені молекуланың тепе-теңдік күйдің маңында жасайтын тербелмелі қозғалысына қажетті уақыт (релаксация уақыты) артады, яғни сұйықтың тұтқырлығы релаксация уақытына тура пропорционал болады.

Сұйықтардың тұтқырлығын тәжірибе жүзінде анықтауға арналған әдістер жиынтығын вискозиметрия деп, ал оған қажетті құралды вискозиметр деп атайды. Капиллярлық

вискозиметр тәсіліндегі (1) есептеу формуласын  $V = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot t \cdot dP}{8 \cdot \eta \cdot L}$ , түрдегі Пуазейл

формуласынан шығарып алуға болады. Мұндағы  $V$  – радиусы  $R$  капилляр түтік арқылы өтетін сұйықтың көлемі,  $dP = P_1 - P_2$  – түтіктің шеткі ұштарындағы қысымдардың айырымы,  $L$  – түтіктің ұзындығы,  $t$  – сұйықтың ағып өту уақыты. Капилляр түтік арқылы ағып өтетін

тазартылған судың көлемі  $V_0 = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot t_{op} \cdot dP_0}{8 \cdot \eta_0 \cdot L}$ , ал зерттелетін сұйықтың ағып өткен

көлемі  $V = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot t_{op} \cdot dP}{8 \cdot \eta \cdot L}$  болсын.

$M_1$  және  $M_2$  белгілеріндегі қысымдардың өзгерісі  $dP_0 = \rho_0 \cdot g \cdot h_0$ ,  $dP = \rho \cdot g \cdot h$  болады. Екі

белгі арасында  $V_0 = V$  шарты орындалады деп алсақ, онда

$$\frac{\pi \cdot R^4 \cdot \rho_0 \cdot g \cdot h_0 \cdot t_{0op}}{8 \cdot \eta_0 \cdot L} = \frac{\pi \cdot R^4 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot t_{op}}{8 \cdot \eta \cdot L}$$

бұдан (1) түрдегі  $\eta = \frac{\eta_0 \cdot \rho \cdot t_{op}}{\rho_0 \cdot t_{0op}}$ , есептеу формуласы алынады.

**6. Бағалау әдістері:** ауызша сұрау

**7. 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/865/)
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 <https://aknurpress.kz/reader/web/1608>
5. Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б <http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/>.
6. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 <https://aknurpress.kz/reader/web/1867>
7. 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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

**8. Бақылау:**

1. Ішкі үйкеліс күші дегеніміз не?
2. Тұтқыр сұйықтың ағысына арналған Ньютон теңдеуі қалай өрнектеледі?
3. Сұйықтың тұтқырлығы температураға қалай тәуелді болады?
4. Пуазейл формуласы қалай өрнектеледі?
5. Тұтқырлық коэффициентін есептеуге қажетті формуланы қалай қорытып шығарады?

## № 2 Сабақ

1. **Тақырыбы: № 2 жұмыс.** Сұйықтардың беттік керілу коэффициентін анықтау.
2. **Мақсаты:** Беттік керілу коэффициентінің ерітінді концентрациясына тәуелділігін зерттеуді оқыту.
3. **Оқыту міндеттері:** Биологиялық сұйықтардың беттік керілу коэффициентін анықтауды үйрену.
4. **Тақырыптың негізгі сұрақтары:**
  1. Беттік керілу коэффициентін анықтау әдістері қандай?
  2. Беттік керілуді тамшының үзіліп түсу әдісімен анықтаудың физикалық негізі қандай?

3. Беттік керілу коэффициентінің ерітінді концентрациясына қалай байланысты болады?
4. Беттік керілу коэффициентін есептейтін формуланы қалай қорытып шығарады?

**5. Оқыту және оқыту әдістері жұптасып жұмыс жасау**

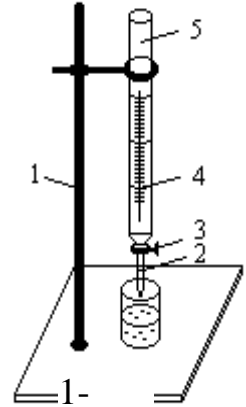
• **Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:**

1. Тамызғыш.
2. Термометр.
3. Зерттелетін ерітінділер.
4. Қалыпта ерітінді.

• **Қондырғының сипаттамасы.**

Сұйықтың (немесе ерітіндінің) беттік керілу коэффициентін тамшының үзіліп түсу әдісімен анықтау үшін штативке (1) тік жағдайда орнатылған тамшылатқыш қолданылады (1-сурет).

Тамшылатқыш – төменгі үшкір ұшында (2) сұйықтың тамшылауын реттеп отыратын бұрандасы (кран) (3) бар шыны түтік (5). Оның бүйірінде құйылған сұйықтың көлемін анықтауға арналған арнайы бөліктер (шкала) (4) көрсетілген.



• **Жұмыстың орындалу реті**

**1-тапсырма. Тамшының үзіліп түсу әдісімен беттік керілу коэффициентін анықтау.**

1. Тамшылатқышты жуып, оны штативке тік жағдайда бекітіп, оған көлемі 2-3 мл тазартылған су құю керек.
2. Тазартылған судың температурасын өлшеп алып, сол температурадағы судың  $\rho_0$  тығыздығы мен  $\sigma_0$  беттік керілу коэффициентін арнайы кестеден анықтау керек. Ал зерттелетін сұйықтардың  $\rho$  тығыздықтары белгілі (осы сұйықтар құйылған ыдыстардың сыртында көрсетілген).
3. Кранды ашып су тамшысын санау керек. Тәжірибені үш рет қайталап тамшылар санының  $n_{0, орт}$  орташа мәнін, әрі оның температурасын өлшеп соған сәйкес тығыздығын анықтау керек.
4. Тамшылатқышқа концентрациясы берілген ерітіндіні құйып, белгілі көлемдегі (2-3 мл)  $n$  тамшылардың санын анықтау керек. Тәжірибені үш рет қайталап,  $n_{орт}$  орташа мәнін табу керек.
5. Концентрациясы белгілі қалған ерітінділер үшін тәжірибені жоғарыдағыдай ретпен қайталап шығу керек.

6. Әрбір ерітінді үшін беттік керілу коэффициентін  $\sigma = \frac{\sigma_0 \cdot \rho \cdot n_{0, орт}}{\rho_0 \cdot n_{орт}}$ , формуланың көмегімен есептеу керек. Мұндағы  $\rho_0$ ,  $\sigma_0$  – тазартылған судың тығыздығы мен беттік керілу коэффициенті (олардың мәндері арнайы кестеден алынады);  $\rho$  – концентрациясын белгілі ерітіндінің тығыздығы (ол ерітінді құйылған ыдыстың сыртында көрсетілген).

№	$n_0$	$\rho_0$	$\sigma_0$	$C_1 = \%$			$C_2 = \%$			$C_3 = \%$			$C_x = ?$		
				$n$	$\rho$	$\sigma$	$n$	$\rho$	$\sigma$	$n$	$\rho$	$\sigma$	$N$	$\rho$	$\sigma$
1															
2															
3															
ср															

7. Өлшеу және есептеу нәтижелерін төмендегі кестеге ендіру керек.
8. Беттік керілу коэффициентінің ерітінді концентрациясына тәуелділігін көрсететін  $\sigma = f(C)$  графигін салу керек.
9. Тәжірибе нәтижесіне талдау жасау керек.

## 2-тапсырма. Белгісіз ерітіндінің концентрациясын анықтау.

1. Концентрациясы белгісіз ерітіндіні тамшылатқышқа құйып, белгілі көлемдегі (2-3 мл) тамшының  $n_x$  санын табу керек. Тәжірибені үш рет қайталап, орташа мәнін анықтау керек.

2. Концентрациясы белгісіз ерітіндінің беттік керілу коэффициентін 
$$\sigma = \frac{\sigma_0 \cdot \rho \cdot n_{0,opt}}{\rho_0 \cdot n_{opt}}$$

формуласымен есептеу керек.

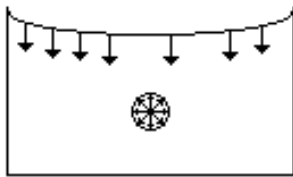
3.  $\sigma = f(C)$  графигінен белгісіз сұйықтың  $C_x$  концентрациясын анықтау керек.

4. Өлшеу нәтижесін кестеге ендіру керек.

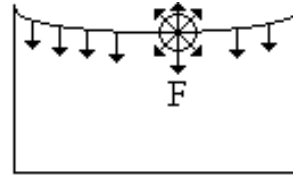
### • Қысқаша теория.

Сұйықтың беттік керілу құбылысы молекула аралық әсерлесулерден пайда болады. Оны сұйықтың түбінде және беткі қабатында орналасқан молекулаларға әсер ететін күштердің пайда болу табиғатынан байқауға болады.

Егер молекула сұйықтың терең қабатында орналасқан болса (2-сурет), оған, оны қоршаған молекулалар тарапынан әсер ететін қорытқы  $F$  күші нөлге тең болады. Егер молекула сұйықтың беткі қабатында орналасқан болса (3-сурет), онда оған жоғарғы жағынан қоршаған ауа, яғни газ молекулалары тарапынан әсер ететін күштің шамасынан, сұйық молекулалары тарапынан әсер ететін тарту күшінің шамасы басым болады. Яғни  $F$  қорытқы күш нөлге тең болмайды. Бұл күш молекуланы сұйықтың беткі қабатынан төменге (ішке) қарай тартуға тырысады. Осы күшті сан жағынан сипаттау үшін  $\sigma$  беттік керілу коэффициенті деген шама енгізіледі.



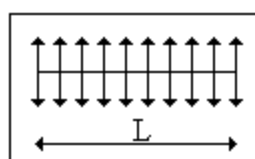
2-сурет.



3-сурет.

Сұйықтың терең қабатындағы молекуланы беткі қабатқа шығару үшін  $F$  күшке қарсы  $A$  жұмысын атқару керек. Беттік қабаттың бірлік ауданына сәйкес келетін осы жұмыстың шамасын  $\sigma = dA/dS$  беттік керілу коэффициенті деп атайды. Ол сұйықтың еркін бетінің бірлік ауданына сәйкес келетін  $W$  беттік энергия шамасына сан жағынан тең болады, яғни  $\sigma = dW/dS$ .

Егер сұйық молекулаларына сыртқы күштер әсер етпесе, онда олар ең аз энергияға сәйкес келетін және бетінің ауданы ең кіші болатын шар пішінін алуға тырысады. Осындай құбылыстар әсерінен сұйықтың беттік қабаты тығыздалып, сұйық бетін жұқа қабат (пленка) жауып тұрғандай әсер пайда болады. Осылайша беттік қабатқа жүргізілген жанама бойымен бағытталатын беттік керілу күші пайда болады. Осы күш әсерінен беттік қабаттағы молекулалар бір-біріне жақын орналасады. Егер беттік қабаттан ойша ұзындығы  $L$  кесіндіні бөліп алсақ, онда беттік керілу күші осы кесіндіге перпендикуляр бағытта орналасады (4-сурет).



4-сурет.

Беттік керілу коэффициентін осы күш арқылы да өрнектеуге болады. Ол беттік керілу



күшінің, сол күш әсер ететін кесінді ұзындығына қатынасымен анықталады:  
 $\sigma = F/L$

Беттік керілу коэффициентінің өлшем бірлігі  $[\sigma] = \text{Дж}/\text{м}^2 = \text{Н}/\text{м}$ .

Беттік керілу температураға тығыз байланысты. Ол температура жоғарылаған сайын сызықты түрде төмендейді. Сонымен қатар сұйықтардың беттік керілуін оларға беттік белсенді заттар қосу арқылы да төмендетуге болады.

Беттік белсенді заттар деп сұйықтың беткі қабатында абсорбцияланып, соның әсерінен оның беттік керілуін төмендететін заттарды атайды. Су үшін мұндай заттарға эфир, спирт, сабын тағы басқалар жатады.

Медициналық тәжірибеде беттік керілуді анықтау үшін тамшының үзіліп түсу әдісі қолданылады. Сұйық саңылау немесе вертикаль түтік арқылы баяу аққан кезде тамшы пайда болады. Тамшының сұйықтан үзіліп түсер кезінде пайда болған мойын радиусы түтік, не саңлау радиусынан көп кіші болады (5-сурет).

Ауырлық  $P = \rho \cdot g \cdot V$  күші мен  $F = 2\pi \cdot r \cdot \sigma$  беттік керілу күштері тең болғанда тамшы үзіліп түседі. Мұндағы  $r$  – тамшы мойынының радиусы,  $\rho$  – сұйық тығыздығы,  $V$  – тамшының көлемі. Сонда  $2\pi \cdot r \cdot \sigma = \rho \cdot g \cdot V$ , осыдан

$$\sigma = \frac{\rho \cdot g \cdot V}{2\pi \cdot r} \quad (1)$$

Тамшының сұйықтан үзіліп түсер кезінде пайда болған мойын радиусын өлшеу мүмкін бола бермейді. Сондықтан салыстыру әдісі қолданады.

Егер стандартты сұйықтың  $\sigma_0$  беттік керілу коэффициенті белгілі болса, онда

$$\sigma_0 = \frac{\rho_0 \cdot g \cdot V_0}{2\pi \cdot r} \quad (2)$$

деп жазуға болады. Су мен зерттелінетін сұйықтың бірдей көлемдеріндегі тамшы санын анықтауға болады. Бір тамшының көлемі стандартты сұйық (су) үшін  $V_0 = V_1/n_0$  болса, ал зерттелетін сұйық үшін  $V = V_1/n$ .

Осы өрнектерді (1) және (2) қойып, олардың қатынасы

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = \frac{\rho \cdot n_0}{\rho_0 \cdot n} \quad \text{немесе} \quad \sigma = \frac{\sigma_0 \cdot \rho \cdot n_0}{\rho_0 \cdot n} \quad \text{болады.}$$

## 6. Бағалау әдістері: ауызша сұрау

## 7. 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.

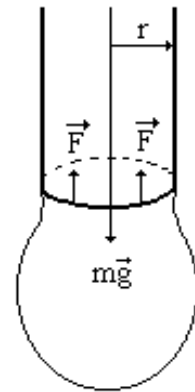
- Қосымша:

1. Амерханова Ш.К. Физика-химиялық анализ әдістер: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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»

5-сурет.





баспасы, 2020, 162 б. [https://elib.kz/ru/search/read\\_book/865/](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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

### 8. Бақылау:

1. Беттік керілу құбылысының табиғаты қандай?
2. Беттік керілу күші деп нені айтамыз және оның бағыты қалай бағытталған?
3. Беттік - белсенді заттар дегеніміз не?
4. Беттік керілуді тамшының үзіліп түсу әдісімен анықтау неге негізделген?
5. Беттік керілу коэффициентінің сұйықтың температурасына, ерітінді концентрациясына қалай тәуелді болады?
6. Беттік керілу құбылысының медицинадағы маңызы неде?
7. Газ эмболиясы дегеніміз не?

### № 3 Сабақ

1. **Тақырыбы: №3 жұмыс.** Қағаз бетіндегі иондардың қозғалғыштығын электрофорез тәсілімен анықтау.

2. **Мақсаты:** Электрофорез әдісімен ионның қозғалғыштығын анықтауды оқыту.

3. **Оқыту міндеттері:** Көптеген аурудың түрлерінің белгілерін алдын ала білу үшін, қан плазмасындағы ақ уыздың фракцияларын сандық және сапалық жағынан талдауда электрофорез әдісін қолдануды үйрену.

#### 4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:

1. Электр тоғы дегеніміз не?
2. Электр өрісінің сипаттамалары қандай?
3. Тұрақты ток дегеніміз не?
4. Электролиттердегі электр тоғы дегеніміз не?
5. **Оқыту және оқыту әдістері:** жұптасып жұмыс жасау

- **Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:**

1. Электрофоретикалық камера.
2. ЭФ камераны қоректендіретін ток көзі.
3. Skanion фото-денситометрі.
- 4 Шыны ыдыстар.
- 5 Микропипетка.
- 6 Аппликатор.
- 7 Диспокард.
- 8 Филтрлі қағаз.
9. Шыны пластинка.
- 10 Инфрақызыл шам.
11. «Simacel N» буферлі ерітінді.
12. «Red Ponceau S» бояйтын ерітінді.
13. «Destaining and Clearing» жуатын ерітінді.
14. Ацетат-целлюлозалы (АЦ) мембрана.

- **Жұмыстың орындалу реті:**



1. ЭФ камераға «Simacel N» буферлі ерітіндісінен 250 мл құйып, камераның бір шетін ақырын көтеріп, ерітінді анод пен катод арасында бір бедей таралатындай ету керек. Камераның екі бөлігінде буфер ерітіндісінің деңгейі бірдей болуы керек
  2. Шыны ыдысқа «Simacel N» буфер ерітіндісінен 50–100 мл құямыз. Таза ацетил целлюлозды мембрана (АЦМ) қағазын буфер ерітіндісіне бір шетінен бастап 5–10 мин. *жайлап* батыру керек, себебі мембрана тесіктерінде ауа қалып кетуі мүмкін.
  3. АЦМ буфер ерітіндісінен алып, екі сүзгіш (фильтр) қағазының арасына қойып, жеңіл басу арқылы артық буфер ерітіндісінен айыру керек.
  4. АЦМ-сын арнайы көпірге орнату керек. Ол үшін АЦМ-сының бір жағындағы саңлауын көпірдің арнайы бөлігіндегі орынға, ал екінші жағын қарсы жағындағы орынға кигізу керек.
  5. Зерттелінетін затты тамызатын диспокартка арнайы дозатормен 11 мкл қан сарысуын алып, сәйкес ұяшықтарды толтыру керек.
  6. Апликаторды тік ұстап, диспокарттың сәйкес ұяшықтарын жайлап басу керек. Бұл кезде апликатордың тістерінің кеуекті беті зерттелінетін затты өзіне сіңіріп алады. Апликатордың әрбір тісіне диспокарттың белгілі бір ұяшығы сәйкес келеді. Апликатормен алынған бірінші нәтижені сүзгіш қағазға ал содан кейін АЦ мембранаға апликатордың көмегімен қан сарысуын тамызу керек. Ол үшін апликаторды АЦ мембрананың катод жағындағы арнайы көпірдің саңлауына 3-5 секунд ішінде жанасатында етіп орнату керек.
  7. АЦ мембранасы орнатылған көпірдің нүкте қойылған жағын міндетті түрде катодқа сәйкестендіріп камераның ішіне орнату керек.
  8. ЭФ камераның қақпағын жабу керек.
    - 8.1. «Display» пернесін басып, «жоғары» және «төмен» пернелері арқылы экрандағы кернеуді 200 В-қа қою керек.
    - 8.2. «Display» пернесін басу арқылы экрандағы ток шамасының 5 мА – ден аспау керектігін қадағалау керек.
    - 8.3. «Display» пернесін басып, «жоғары» және «төмен» пернелері арқылы экрандағы уақытты 30 мин.-қа қою керек.
    - 8.4. «Start» пернесін басу керек, сол кезде уақыттың кері санауы басталады.
- Ескерту: Камераның желісін түсіне қарай, қызыл түсін – қызылға, қара түсін – қараға қосу керек.
9. Уақыт біткеннен кейін ток көзінен ажыратып, камераның қақпағын тік жоғары қисайтпай ашу керек. АЦ мембранаға тамшылардың тамып кетпеуін қатаң түрде қадағалау қажет.
  10. «Red Ponceau S» 150 мл. көлемінде боялған ерітінді құйылатын ыдыс дайындап, АЦ мембранасын 5-10 минут боялған ерітіндіге батырып, оны міндетті түрде бірнеше рет араластырып отыру керек.
  11. Боялған мембрананы түссіздендіру және жуу үшін 200-300мл. «Destaining & Trasparency» ерітінді құйылатын ыдыс дайындау керек.
  12. АЦ мембранасын салап жуу керек. Егер мембрана қағазы көгілдір болса - 3 минут сары түсті болса - 4 минут ерітіндіде ұстау қажет.
  13. АЦ мембрананың бетіндегі ерітіндінің қалдықтарын, ауа көпіршіктерінен тазарту үшін шыны пластинканың бетіне орналастырып, екінші шыны пластинкамен жайлап қыру керек.
  14. АЦ мембрананы кептіргіш шкафта немесе инфрақызыл шамның астында 70-100 °С –та шыны пластинканың бетіне қойып, 3 – 5 минут кептіру керек.
  15. Skanion фото-денситометр арқылы 525 нм толқын ұзындығында электрофореграмманы талдау.
  16. Денситометрдің оптикалық жүйесі толық тыныштану үшін 5 минут күту керек. Содан кейін экранда «№1-ші бағдарлама – қан сарысуының ақуыздары» деген бас мәзір шығады.
  17. Зертеуге арналған бөліктің қақпағын ашып, шыны пластинка бетіндегі электрофореграмманы дұрыс ораластырып, оның қақпағын жауып ,«SCAN» пернесін басу керек. Сол кезде экранда:

18. Ақуыздың жалпы мәнін (PROTEINS) енгіз деген сұрау шығады, оның орнына 7,8 деген санды енгізіп, «ENTER» пернесін басу керек.

19. Егер ұзындықты (LENGTN) өзгерту керек болса қалаған мәнді таңдап алып енгізгеннен кейін «ENTER» пернесін басу керек. Егер керек болмаса сол жердегі берілген шаманы алу үшін «ENTER» пернесін басу керек.

20. Егер идентификациялық ретін (SAMPLE) өзгерту керек болса қалаған мәнді таңдап алып енгізгеннен кейін «ENTER» пернесін басу керек. Егер керек болмаса сол жердегі берілген шаманы алу үшін «ENTER» пернесін басу керек.

21. Зертеу басталғанда экранда «READING...» деген жазу пайда болады. Бірнеше уақыттан кейін қағаз бетінде барлық нәтиже басылып шығады. Егер STOP пернесін басса қондырғы бас мәзірге қайта келеді.

22. Электрофореграмма арқылы иондардың қозғалғыштығын анықтау:

22.1. ЭФ камераны токпен қоректендіретін ток көзінің экрандағы кернеу (U) және уақытты (t) жазып алу керек.

22.2. Электрофореграммадан (2 сурет) АЦ мембрананың ерітіндіге батырылған екі ұштарының арақашықтығы «L», және мембрана бетінде иондардың жылжыған қашықтығы «X»-ті өлшеу керек.

22.3. Өлшеу нәтижелерін 1-кестеге енгізу керек:

1-кесте

U (В)	t (сек)	L (м)	X (м)	b (м/В·с)

22.4. Иондардың қозғалғыштығын  $b = \frac{v}{E} = \frac{X \cdot L}{U \cdot t}$  формуласымен есептеу керек.

### Қысқаша теориялық мағлұмат.

Электр өрісіне орналасқан электролиттердегі иондарға екі күш әсер етеді. Біріншісі электр өрісі тарапынан әсер ететін күш  $F_e = qE$  (мұндағы q-ионның заряды, E-электр өрісінің кернеулігі), екіншісі электролиттің кедергі күші  $F_r = -kv$ .  $F_r$  күші ионды қоршап тұрған молекулалар тарапынан түсірілген күш. Бұл күш молекулалардың өзара әсерлесуінен пайда болады. Ион қозғалған кезде, тұтқыр орта тарапынан оған кедергі жасайды. Бұл кедергі күші ионның жылдамдығына тура пропорционал өзгеріп отырады  $F_r = -kf(v)$ . Мұндағы k-ортаның кедергі коэффициенті.

Уақыттың бастапқы кезеңінде ионның қозғалысы үдемелі, ал күштер:  $F_e = F_r$  теңескен кезден бастап бір қалыпты болды. Сондықтан  $qE = kv$ , бұдан ионның жылдамдығы  $v = q/k \cdot E$  өрнегімен сипатталады. Егер  $q/k = b$  яғни ионның қозғалғыштығы деп белгілесек, онда  $v = b \cdot E$  болады. Соңғы формуланы талдай отырып, егер электр өрісінің кернеулігі  $E = 1В$  болса, онда ионның қозғалғыштығы «b» ( $b = v$ ) ионның электролиттегі жылдамдығын сипаттайды.

Қан сарсуындағы иондардың қозғалғыштығын анықтау үшін, олардың қозғалысын сипаттайтын шамалардың мәндерін білу керек.

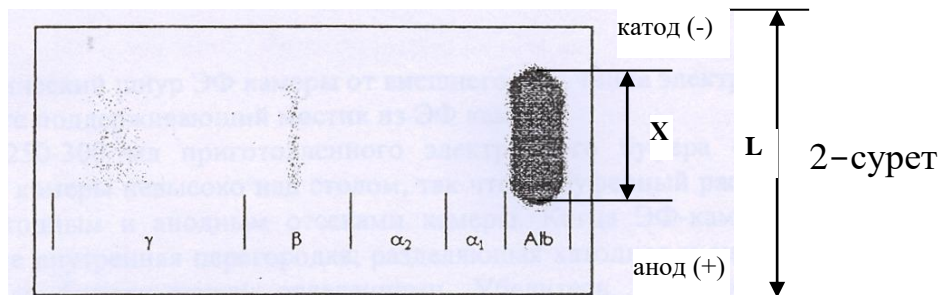
Қондырғыны ток көзіне қосқанда, иондар «t» - уақыт ішінде қозғалып, «X» қашықтықта орын ауыстырады. «X» және «t» уақытты өлшеу арқылы, жылдамдықты  $v = X / t$  формуласы арқылы анықтауға болады.

Кернеу «U» мен электр өрісінің кернеулігі «E» арасындағы байланысты ескере отырып,  $E = U/L$  формуласын алуға болады. Мұндағы U- кернеу, X - ион ығысқан ара қашықтық (1-сурет), L - кернеу түсетін ара қашықтық. Сондықтан иондардың қозғалғыштығын:

$$b = v/E = X \cdot L / U \cdot t \quad (\text{м/В} \cdot \text{с}) \text{ формуласымен анықтауға болады.}$$

Осы формуланы пайдаланып зерттеліп отырған электролиттің иондарының қозғалғыштығы «b»-ны анықтауға болады.

Иондардың қозғалғыштығы әр түрлі иондар үшін, өзіндік ерекше сипаты бар шама болып табылады, сондықтан иондардың қозғалғыштығына сүйене отырып, олардың түрлерін анықтауға, егер оның құрамында қоспа болса, электр өрісінде ажыратуға болады. Тек қана жеңіл иондар емес, өлшемі үлкен ион (мысалы, коллоидты) бөлшектері де электр өрісінде қозғала алады. Бөлшектердің қозғалуы, олардың массасы мен зарядына байланысты.



Электрофорез медицинада қан сарысуының, асқазан сөлінің ақуыз құрамының бөліктерін анықтау үшін қолданылады. Себебі ақуыз фракциясының (альбумин, альфа, бета, гамма, және глобулиндер т.б.) қозғалғыштығы әртүрлі, сондықтан олар электр өрісінің әсерінен бөлінеді. Олар түссіз болғандықтан, алынған электрофореграмма кептіріліп, содан кейін сәйкес бояғыштар мен боялады. Электрофореграмма арқылы алынған фракциялардың сандық қатынасын анықтайды.

Электрофорездің бұл әдісі арқылы қан сарысуындағы ақуыз фракциясының бес аймағын алуға болады, ал қан плазмасында бұдан басқа бета және гамма аймағының арасында қосымша фракция түзетін фибриноген байқалады.

Альбумин – анодқа қарай жылдам қозғалатын ең үлкен фракция. Ал  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -глобулиндері – анодқа қарай баяу қозғалатын фракциялар.

Бұл шамалардың қалыпты мәндері науқастың жасына, тұратын жеріне және т.б. байланысты болғандықтан әр лаборатория өзіндік мәндерін ұсынады:

Альбумин:	52,0— 70,0 %
Глобулиндер:	
Альфа 1	3,5— 6,0 %
Альфа 2	6,9—10,5 %
Бета	7,3—13,0 %
Гамма	12,0—19,0 %

## 6. Бағалау әдістері: ауызша сұрау

## 7. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Замануи 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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://elibr.kz/ru/search/read\\_book/865/](https://elibr.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://elibr.kz/ru/search/read\\_book/51/](https://elibr.kz/ru/search/read_book/51/)

### 8. Бақылау:

1. Ион қалай қозғалады
2. Ионның қозғалғыштығы дегеніміз не?
3. Ионның қозғалғыштығын анықтайтын формула қандай?
4. Электрфорез фармацияда не үшін қолданылады?

### № 4 Сабақ.

**1. №4 жұмыс:** КФК-3 фотометрінің көмегімен ерітінділердің концентрациясын анықтау.

**2. Мақсаты:** Фармацевтік препараттардың концентрациясын калибровтік график көмегімен анықтау тәсілдерін оқыту.

**3. Оқыту міндеттері:** фотометрдің құрылысын, онымен жұмыс істеуді жете меңгерту.

**4.Тақырыптың негізгі сұрақтары:**

1. Жарықтың жұтылуы дегеніміз не?
2. Бугер – Ламберт – Бер заңы қалай өрнектеледі?
3. КФК – 3 құрылысы қандай бөліктерден тұрады?
4. Заттардың оптикалық тығыздығы қалай анықталады?
5. Концентрациясы белгісіз боялған ерітіндінің ( $C_x$ ) концентрациясын қалай анықтайды?

**5. Оқыту және оқыту әдістері:** жұптасып жұмыс жасау

• **Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:**

1. Фотоэлектрлік фотометр КФК-3
2. Зерттелетін ерітінділер.
3. Қалыпта ерітінді.
4. Кюветалар.

• **Құралдың жалпы сипаттамасы**

**Фотометр қондырғысының сипаттамасы.**

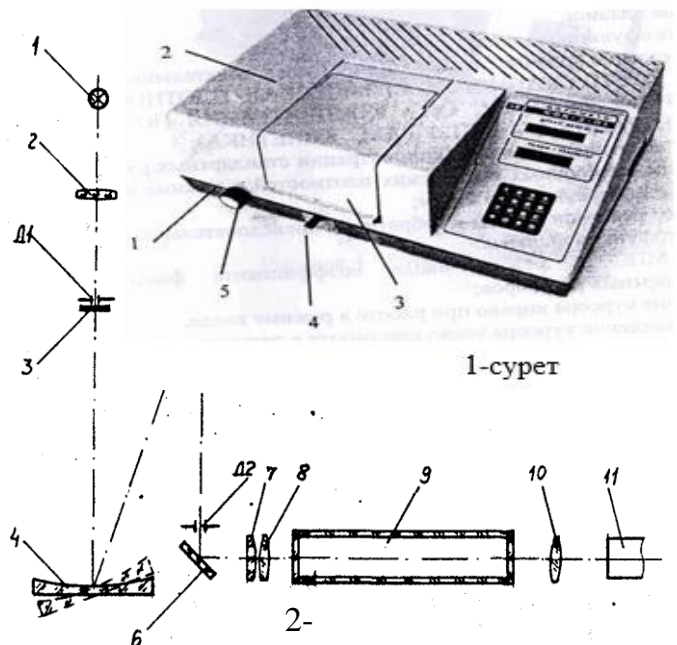
Фотометрдің сыртқы көрінісі 1- суретте көрсетілген.

- 1 – фотометрдің бөлшектері бекітілетін астыңғы бөлігі;
- 2 – фотометрдің сыртқы қорабы;
- 3 – кювета бөлігінің қақпағы;
- 4- жарық жолына кюветаларды кезегімен ауыстыруға арналған қозғаушы тетік;
- 5 – толқын ұзындығын реттейтін тетік.

**1- Фотометрдің оптикалық сызбасы.**

Фотометрдің оптикалық сызбасы 2- суретте көрсетілген.

- 1 - шамның қыл сымы;



- 2 - конденсор;
- 3- Д1 – түсу саңылауы;
- 4 – дифракциялық тор;
- 5 – ойыс айна;
- 6 – Д2- шығу саңылауы;
- 7-8- объектив;
- 9 – кювета;
- 10 - жинағыш линза;
- 11 – жарықты қабылдағыш.

• **Жұмыстың орындалу реті:**

**I- бөлім**

**I. Фотометрді жұмысқа дайындау.**

1. Фотометр қондырғысын ток көзіне қосу үшін, «Сеть» тетігін басу керек;

2. Қондырғының жұмысқа дайындығы автоматты түрде орындалады:

- Индикатор шамы жанып, экранда “Прогрев прибора” деген жазу және кері саналатын уақыт көрсетіледі;
- 10 минут өткеннен кейін фотометрдің жұмысқа дайындығы туралы сигнал беріліп индикаторда «Готов к работе, Введите режим» - деген жазу шығады.

**II. Ертіндідегі заттың концентрациясын анықтау:**

Ертіндідегі заттың концентрациясын анықтау мына ретпен жүргізіледі:

1. Толқын ұзындығын таңдау;
2. Ертіндінің оптикалық тығыздығын анықтау;
3. F - факторизация коэффициентінің мәнін анықтау;

**1. Толқын ұзындығын таңдау.**

- 1.1. Толқын ұзындығын реттейтін тетік арқылы керекті өлшенетін толқын ұзындығын таңдап алу керек;
- 1.2. Таңдап алынған кюветалардың біреуіне тазартылған су және берілген ертінділердің ішінен түсінің бояуы орташа ертіндіні құю керек;
- 1.3. Кювета бөлігінің артқы ұяшығына тазартылған су құйылған кюветаны ал ертіндіні құйылған кюветаны алдыңғы ұяшығына орналастыру керек;
- 1.4. «Кювета бөлігін ауыстыру тетігі» арқылы, жарық ағыны тазартылған суы бар кювета арқылы өтедідей етіп кюветаны орналастыру керек;
- 1.5. Кювета бөлігінің қақпағын жабу керек;
- 1.6. (“D”) – пернесін басқанда «A – Оптическая плотность» - өлшеу режимін таңдау керек;
- 1.7. “#”- пернесін басқанда индикаторда “Градуировка” жазуы пайда болады;
- 1.8. 3-5 с кейін “Измерение”,  $A = 0,000 \pm 0,002$ ) деген жазу шығады;
- 1.9. «Кювета бөлігін ауыстыру тетігі» арқылы, жарық ағыны зерттелінетін сұйық бар кювета арқылы өтедідей етіп кюветаны орналастыру керек. Сонда индикаторда зерттелінетін сұйықтың оптикалық тығыздығының мәні шығады;
- 1.10. Өлшеуді толқын ұзындығының ( $\lambda$ ) мәнін өзгерте отырып, оптикалық тығыздықтың (A) мәні ең үлкен мәнге жеткенше жалғастыру керек;
- 1.11. Алынған нәтижені 1- кестеге енгізу керек;

1-кесте.

Толқын ұзындығы $\lambda$ , нм							
Оптикалық тығыздық, A							

1.12. Кестеден оптикалық тығыздықтың ең үлкен мәніне сәйкес келетін толқын ұзындығын таңдап алу керек.

**2. Ертіндінің оптикалық тығыздығын анықтау.**



2.1. Таңдап алынған толқын ұзындығына үшін концентрациясы белгілі бірінші ертіндіні кюветаға құйып, 1.1.-1.9. пункттерге сәйкес оптикалық тығыздығын анықтау керек.

2.2. Қалған ертінділер үшін 2.1. пунктін қайталау керек.

2.3. Алынған нәтижені 2- кестеге енгізу керек.

2- кесте

Таңдалып алынған толқын ұзындығы $\lambda$ , нм	Ертіндінің концентрациясы $C$ , %						
	Оптикалық тығыздық, $A$						

2.4. Кестеден концентрацияның орташа мәніне сәйкес келетін оптикалық тығыздықты таңдап алу керек.

2.5.  $K_\phi$  – факторизация коэффициентін таңдап алынған орташа мәнге сәйкес анықтау керек:

$$K_\phi = \frac{C}{A}$$

## II- бөлім.

### III. Фактор бойынша ертіндідегі заттың концентрациясын өлшеу.

1.1. Фотометрді I- бөлімдегі 1- 2 пункті бойынша жұмысқа дайындау керек;

1.2. «D»- режим таңдау пернесі арқылы «Сф – Концентрация по фактору» өлшеу режимін таңдау керек;

1.3. «B» – пернесін басқанда индикаторда «Введите»  $K_\phi = 0.000$  жазуы пайда болады. Бұл кезде курсор  $K_\phi$  – мәнінің бірінші разрядында тұрады.

1.4. «B» (курсорды оңға) және «A» (курсорды солға) пернелерінің көмегімен 1-ші бөлемдігі  $K_\phi$ -мәнін енгізуге болады.

*Ескерту:* Егер  $K_\phi$  – мәнін таңдау кезінде қателік жіберілсе, онда курсорды қажетті сан пернесіне апарып, қайта басу керек.

1.5. Таңдап алынған кюветалардың біреуіне тазартылған су және зерттелетін ертіндіні құю керек.

1.6. Кювета бөлігінің артқы ұяшығына тазартылған су құйылған кюветаны ал ертіндіні құйылған кюветаны алдыңғы ұяшығына орналастыру керек.

1.7. «Кювета бөлігін ауыстыру тетігі» арқылы, жарық ағыны тазартылған суы бар кювета арқылы өтедідей етіп кюветаны орналастыру керек.

1.8. Кювета бөлігінің қақпағын жабу керек.

1.9. «D» – пернесін басу арқылы «Сф – Концентрация по фактору» - өлшеу режимін таңдау керек.

1.10. «#»- пернесін басқанда индикаторда «Градуировка» жазуы шығады.

1.11. 3-5 с кейін «Измерение,  $C_\phi = 0.000 \pm 0.002$ » деген жазу шығады.

1.12. «Кювета бөлігін ауыстыру тетігі» арқылы, жарық ағыны зерттелінетін сұйық бар кювета арқылы өтедідей етіп кюветаны орналастыру керек. Сонда индикаторда зерттелінетін сұйықтың концентрациясының ( $C_\phi$ ) мәні шығады.

1.13. «D» – пернесін басу арқылы «A – Оптическая плотность» - өлшеу режимін таңдау керек.

1.14. «#»- пернесін басқанда индикаторда «Градуировка» жазуы шығады.

1.15. 3-5 с кейін «Измерение»,  $A = 0,000 \pm 0,002$ ) деген жазу шығады.

1.16. «Кювета бөлігін ауыстыру тетігі» арқылы, жарық ағыны зерттелінетін сұйық бар кювета арқылы өтедідей етіп кюветаны орналастыру керек. Сонда индикаторда зерттелінетін сұйықтың оптикалық тығыздығының мәні шығады.

1.17. Қалған ертінділер үшін 1.5. – 1.16. пунктін қайталау керек.

1.18. Алынған нәтижені 3- кестеге енгізу керек;

3 - кесте

Таңдапып алынған	Ертіндінің реттік №						
------------------	---------------------	--	--	--	--	--	--

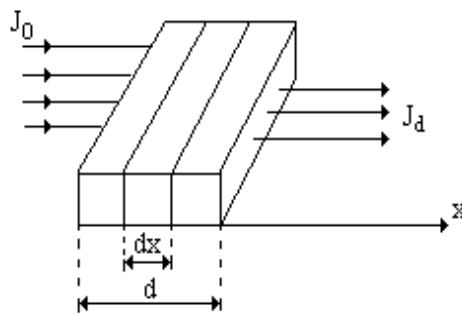
Толқын ұзындығы $\lambda$ , нм							
	Ерітіндінің концентрациясы $C_f$ %						
	Оптикалық тығыздық, $A$						

1.19 Оптикалық тығыздықтың концентрацияға тәуелді сызбасын  $A=f(C_f)$  салу керек.

## 2 Қысқаша теория.

Жарық толқыны басқа зат арқылы өткенде сол затты құрайтын атомдарды, электрондарды еріксіз тербеліске түсіреді. Оған жарық толқынының біраз энергиясы жұмсалады да, соның әсерінен жарық толқынының интенсивтілігі төмендейді.

Осы үдеріспен қатар жарық толқынының энергиясы басқа түрлерге де жұмсалады. Мысалы, атомдар мен молекулалардың жылулық әсеріне, атомдардың қозуына, оларды иондауға жарық толқынының энергиясы жұмсалады. Жарық толқыны энергиясының заттың ішкі энергиясына және де басқа түріне айналып кетуін жарықтың жұтылуы деп атайды. Қалыңдығы өте аз ( $dx$ ) заттан өткен жарықтың интенсивтілігінің азаюы ( $dJ$ ), осы қалыңдыққа және жарықтың интенсивтілігіне ( $J$ ) тура пропорционал (3-сурет) болады, яғни:  $dJ = -k \cdot J \cdot dx$  (1), мұндағы  $k$  - жұтылудың натурал көрсеткіші, ол заттың табиғаты мен жарық толқынның ұзындығына байланысты болады. Ал "минус" таңба жарық интенсивтілігінің азайатындығын көрсетеді, яғни  $dJ < 0$ . Қалыңдығы  $d$ -ға тең заттан өткен жарықтың жұтылу заңдылығын табу үшін, (1)-өрнекті интегралдасақ, онда келесі өрнек шығады:  $J_d = J_0 e^{-kd}$  (2)



3-сурет

Бұл жарықтың жұтылуына арналған Бугер-Ламберт заңы. Мұндағы  $J_d$  - заттан өткен жарықтың интенсивтілігі,  $J_0$  - зат бетіне түскен жарықтың интенсивтілігі.

Егер  $d=1/k$  болса, онда  $J_d = J_0/d = J_0/2,72$  болады, яғни зат қалыңдығы жұтылу коэффициентінің натурал көрсеткішінің кері шамасына тең болған жағдайда, зат қабатынан өткен жарық интенсивтілігі 2,72 есе кемиді. Олай болса жұтылу коэффициентінің натурал көрсеткіші деп, жарық интенсивтілігін 2,72 есе азайтатын зат қабатының қалыңдығына кері шаманы айтады.

Әр түрлі ерітінділерден өткен жарықтың жұтылу құбылысын зерттеу дәрігерлер, фармацевтер, биологтар үшін маңызы зор.

Ерітінділерде жарықтың жұтылу құбылысы ерітілген зат молекулаларының концентрациясына ( $C$ ) тікелей байланысты. А. Бер түрлі ерітінділердегі жарықтың жұтылуын зерттей келіп олардың жұтылу коэффициенті  $k = \chi \cdot d \cdot C$  тең екендігін анықтады. Олай болса ерітінділер үшін жарықтың жұтылуы мына түрде жазылады:

$$J_d = J_0 e^{-k_d d} \text{ Оны Бугер-Ламберт-Бер заңы деп атайды.}$$

Жарықтың жұтылуы құбылысын сипаттау үшін өткізу коэффициенті  $\tau = I_d/I_0$  және оптикалық тығыздық  $D = \lg(1/\tau)$  деген шамалар қолданылады.

Өткізу коэффициенті деп заттан немесе ерітіндіден өткен жарық ағынының осы заттың немесе ерітіндінің бетіне түскен жарық ағынына қатынасын айтады.

$$\text{Оптикалық тығыздық деп } D = \lg(1/\tau) = \lg(I_0/I_d) = \chi \cdot d \cdot C \text{ шамасын айтады.}$$

**6. Бағалау әдістері:** ауызша сұрау

## 7. 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/865/)
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 <https://aknurpress.kz/reader/web/1608>
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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

## 8.Бақылау:

1. Жарықтың жұтылуы дегеніміз не?
2. Бугер–Ламберт–Бер біріккен заңы қалай өрнектеледі?
3. Өткізу және жұтылу коэффициенті дегеніміз не?
4. Ертіндінің оптикалық тығыздығы деп нені айтамыз.
5. Жұтылу көрсеткіші толқын ұзындығы мен дене күйіне қалай байланысты болады?

## № 5 Сабақ

**1. Тақырыбы:** №5 жұмыс. Поляриметр арқылы оптикалық белсенді заттардың концентрациясын анықтау.

**2. Мақсаты:** Табиғи және поляризацияланған жарықтың кейбір қасиеттерін білу.

**3. Оқыту міндеттері:** Поляриметр құрылысымен танысу және оның көмегімен оптикалық белсенді (активті) заттардың концентрациясын анықтауды үйрету.

**4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:**

1. Табиғи және поляризацияланған жарықтың айырмашылығы неде?
2. Малюс заңы қалай өрнектеледі?
3. Поляриметрдің оптикалық құрлысы қандай бөліктерден тұрады?
4. Оптикалық – белсенді заттар дегеніміз не?
5. Поляриметр фармацияда не үшін қолданылады?

**5. Оқыту және оқыту әдістері:** зертханалық жұмыс, жұптасып жұмыс істеу

• Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:

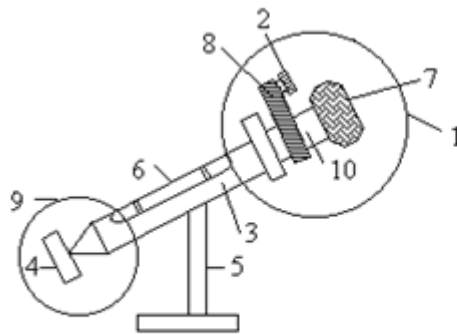
1. П-161 поляриметрі.



2. Жарық көзі.
3. Кювета.
4. Концентрациясы белгілі қант ерітіндісі.
5. Концентрациясы белгісіз қант ерітіндісі

• Қондырғының құрылысы:

- |                     |                                     |
|---------------------|-------------------------------------|
| 1 Анализатор бөлігі | 2 Есептегіш лупа                    |
| 3 Жалғағыш түтік    | 4 Айна                              |
| 5 Штатив            | 6 Кювета                            |
| 7 Окуляр            | 8 Анализаторды айналдырғыш дөңгелек |
| 9 Поляратор бөлігі  | 10 Көру түтігі                      |

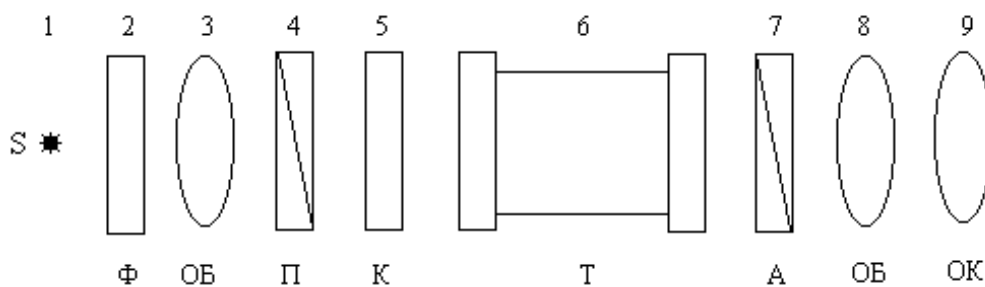


1-сурет.



2-сурет.

Қондырғының анализатор бөлігі (1) жарықты поляризациялаушы бөлігімен (9) жалғағыш түтік (3) арқылы қосылған. Жалғағыш түтікке ерітіндіні құятын ұзындығы 0,95 дм кювета (6) орналастырылады және оған айна (4) бекітілген. Окулярдың көмегімен көру аймағының үшке бөлінгенін, ал оны бұрау арқылы оның кескінін анық көруге болады (2-сурет). Поляриметр қондырғысы (3-сурет) поляризатордан (4), қызғылт – сары түсті жарық (2) фильтрінен, кварцты (5) пластинкадан тұрады.

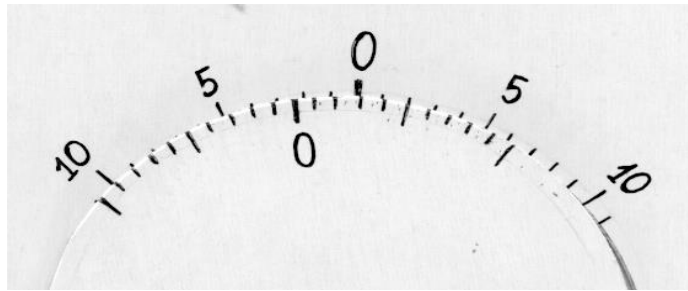


3-сурет. Поляриметрдің оптикалық сызбасы.

1–жарық көзі, 2–жарық фильтрі, 3–объектив, 4–поляризатор, 5–кварцты пластинка, 6–кювета, 7–анализатор, 8–объектив, 9–окуляр.

I. Лимба және нониус.

Оптикалық белсенді заттардың поляризация жазықтығын бұру бұрышы өте аз болғандықтан, бұл құралда өте кіші бұрыштық шамаларды дәл өлшеу үшін лимб және нониус қолданылады (4-сурет).



4-сурет.

Қозғалмайтын жоғарғы шкала лимба деп аталынады. Оның нөлдік белгісінің оң және сол жағы бірдей 20 бөлікке бөлінген. Лимба шкаласының әр бөлігінің құны  $1^{\circ}$ -қа тең. Осы жазықтықта лимба шкаласымен шектесіп, оңға және солға қозғалатын төменгі шкала – нониус орналасқан. Оның нөлдік белгісінің екі жағы да бірдей 10 бөлікке бөлінген. Нониус шкаласының әр бөлігінің құны  $0,1^{\circ}$ -қа тең.

Өлшенетін бұрыштың таңбасы нониустың "0" белгісінің орналасу жағдайына тәуелді: егер нониустың "0" белгісі лимба шкаласындағы "0" белгінің оң жағында орналасса, онда өлшенген бұрыш-оң, ал сол жағында орналасса-теріс таңбалы болады.

• **Жұмыстың орындалу реті:**

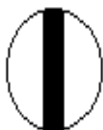
1. Ішіне тазартылған су немесе зерттелетін сұйық құйылған кюветаны жалғағыш түтікке орналастыр.
2. Айнадан шағылған жарық ағыны кювета арқылы өтетін болсын. Оны көру түтігі және окуляр арқылы бақыла.
3. Айнаны бұрай отырып, окуляр арқылы көру аймағын мүмкіндігінше жарық анық етіп алғанда суреттегідей кескін көрінуі тиіс.



немесе



4. Анализаторды айналдырғыш дөңгелекті бұрай отырып, суреттегідей көру аймағының жарықтылығы бірдей кескін ал.

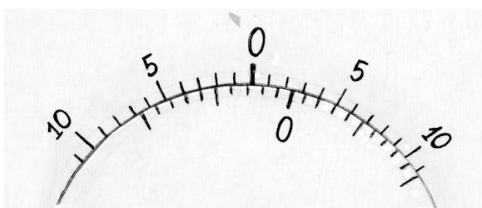


немесе

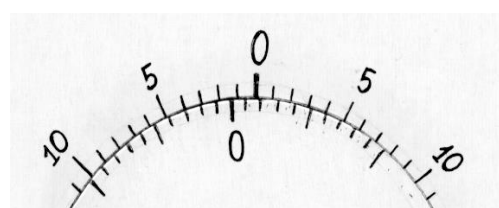


**а) Поляриметрдің нөлдік санақ нүктесін анықтау.**

Бұл тапсырманы орындау үшін бос немесе тазартылған сумен толтырылған кювета қолданылады. Көру аймағының жарықтылығын бірдей етіп алған соң (6 сурет), лимба мен нониус "0" белгілерінің аралығында, жоғарғы шкала бойынша қанша толық бөлік бар екендігін анықтау керек (1-сурет), ол  $\varphi_0$  өлшенетін бұрыштың толық бөлігін құрайды.



а) Лимба шкаласында толық екі бөлік бар.

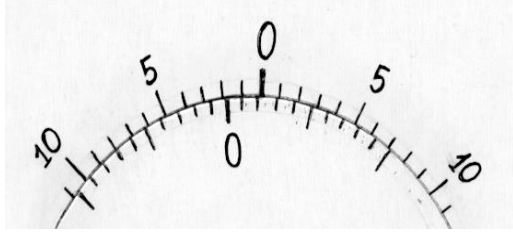


б) Лимба шкаласында толық бір бөлік бар.

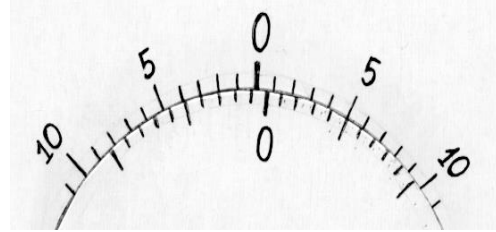
1-сурет.



Нониус шкаласының бойынан лимба шкаласының кез келгенімен дәл келетін бөлікті анықтау керек, ол өлшенетін бұрыштың ондық бөлігін құрайды (2-сурет).

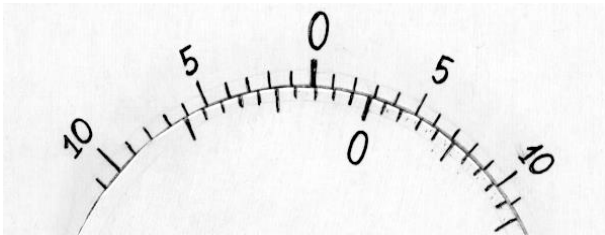


а) Нониус шкаласының сол жағының 7-ші бөлігі дәл келеді.

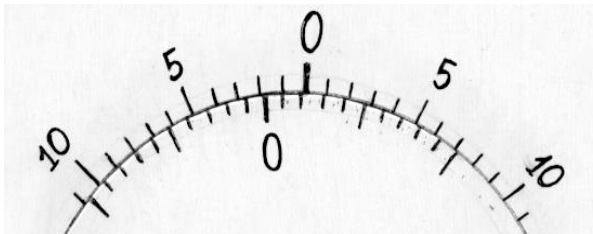


б) Нониус шкаласының сол жағының 5-ші бөлігі дәл келеді. 2-сурет.

Егер нониус шкаласының "0" белгісі лимба шкаласының "0" белгісінің сол жағында орналасса, онда нониус шкаласының дәл келетін бөлігін нониус "0"-нің сол жағынан іздеу керек (8а-сурет). Егер нониустың "0" белгісі лимба шкаласының "0" белгісінің оң жағында орналасса, онда нониус шкаласының дәл келетін бөлігін нониус "0"-нің оң жағынан іздеу керек (8б-сурет).



1-мысал: нониустың "0"- белгісі лимба шкаласының оң жағындағы 2 және 3-ші бөліктердің аралығында орналасқан. Ал нониустың 6-шы бөлігі лимба шкаласының біреуімен дәл келген. Сонда поляриметрдің нольдік санақ нүктесі  $\varphi_0 = +2,6^0$ -қа тең болады.



2-мысал: нониустың "0"-белгісі лимба шкаласының сол жағындағы 1-ші және 2-ші бөліктерінің аралығында орналасқан. Ал нониустың 7-ші бөлігі лимба шкаласының біреуімен дәл келген. Сонда поляриметрдің нольдік санақ нүктесі  $\varphi_0 = -1,7^0$ -қа тең болады.

### б) Бұру бұрышын анықтау:

1. Кюветаға концентрациясы белгілі ерітіндіні құйып, оны жалғағыш түтікке орналастыр. Анализаторды айналдырушы дөңгелекті бұрай отырып, көру аймағының жарықтылығын бірдей етіп алып, поляризация жазықтығының бұрылған  $\varphi$  - бұрышын анықтау керек.

2. Анықталған  $\varphi$  бұрышы мен поляриметрдің  $\varphi_0$  нольдік санақ нүктесінің айырымы оптикалық белсенді заттың поляризация жазықтығын бұратын бұрышына тең болады:

$$d\varphi = \varphi - \varphi_0.$$

3. Қант ерітіндісінің меншікті бұруын:  $\alpha_0 = \frac{100 \cdot d\varphi}{C \cdot L}$  өрнегімен есептеу керек,

мұндағы  $d\varphi$ —концентрациясы белгілі ерітіндінің поляризация жазықтығын бұру бұрышы,  $C$ —ерітіндінің концентрациясы,  $L$ —кюветаның ұзындығы ( $L=0,95$  дм);

4. Кюветаға концентрациясы белгісіз ерітінді құйып, поляриметр арқылы  $d\varphi_x$  бұру бұрышын өлшеу керек. Ол  $d\varphi_x = \varphi_x - \varphi_0$  тең.

5. Оның концентрациясын  $C_x = \frac{100 \cdot d\varphi_x}{\alpha_0 \cdot L}$  өрнегімен есептеу керек, мұндағы



L–кюветаның ұзындығы ( $L=0,95$  дм),  $\alpha_0$ –қант ерітіндісінің меншікті бұруы.

б. Тәжірибені 3 рет қайталап, өлшеу және есептеулер нәтижелерін төмендегі кестеге енгізу керек.

№	Бұрыштар, (градус)			$\alpha_0$ , градус·см <sup>3</sup> /дм·г	C,(г/100см <sup>3</sup> )	C <sub>x</sub> , г/см <sup>3</sup>
	$\varphi_0$	$\varphi$	$\varphi_x$			
1						
2						
3						
орт						

• **Қысқаша теория.**

Жарық дегеніміз электромагниттік толқын. Жарықтың химиялық және биологиялық әсері негізінен электромагниттік толқынның электр өрісі құраушыларына байланысты. Сондықтан да электр өрісі кернеулік векторын «E» жарық векторы деп атайды. Табиғи жарық дегеніміз жарық көзінен тараған көптеген атомдармен молекулалардың шығарған сәуле толқындарының жиыны. Жарық векторы барлық бағытта бірдей тербелетіндіктен, олардың тербеліс жазықтығы кеңістіктегі орнын үнемі өзгертіп отырады.

Егер жарық векторы «E» белгілі бір жазықтықта тербелсе, ондай жарықты толық поляризацияланған жарық деп атайды.

Жарық векторы «E» тербелетін жазықтық-поляризация жазықтығы деп аталады. Көз табиғи жарықтан поляризацияланған жарықты ажырата алмайды, бірақ поляризацияланған жарықты бірқатар құбылыстар арқылы алуға болады.

Табиғи жарықтан поляризацияланған жарықты алу үшін табиғи жарық жолына поляризатор (Николь призмасы, поляроид т.б) қойылады. Олар тек бір (бас) жазықтыққа ғана параллель тербелістерді өткізеді, ал перпендикуляр тербелістерді өзінде ұстап қалады.

Поляризатордан өткен жарықтың толық поляризацияланғандығын тексеру үшін оның жолына екінші кристалл (поляризатор) қояды. Оны анализатор деп атайды.

Поляризацияланған жарық интенсивтігі Малюс заңымен  $I=I_0 \cos^2 \varphi$  анықталады, мұндағы  $I_0$  - анализаторға түкен,  $I$  - анализатордан өткен поляризацияланған жарықтың интенсивтілігі,  $\varphi$  - поляризатор мен анализатор жазықтықтарының арасындағы бұрыш.

Егер анализатор мен поляризатордың жазықтықтары өзара параллель болса, онда  $\varphi=0$  немесе  $\varphi=\pi$  мәндеріне сәйкес  $\cos \varphi=\pm 1$  болады. Бұл жағдайда көру аймағы ең үлкен (max) жарықталынады яғни поляризацияланған жарық анализатордан өткенде өз интенсивтігін өзгертпейді. Малюс заңына сәйкес  $I=I_0$  болады.

Егер анализатор мен поляризатордың жазықтықтары өзара перпендикуляр болса, онда  $\varphi=\pi/2$  немесе  $\varphi=3\pi/2$  мәндеріне сәйкес келеді, онда  $\cos \varphi=0$  болады. Бұл жағдайда көру аймағы күнгүр болады, яғни жарық интенсивтілігі Малюс заңына сәйкес  $I=0$  болады.

Оптикалық белсенді заттар деп поляризация жазықтығын бұратын қасиеті бар заттарды айтады. Оларға киноварь, кварц, глюкоза, сахароза шарап қышқылы, скипидар, ақ уыз, көмірсутектері эфир майлары т.б. және оптикалық белсенді заттардың белсенді емес сұйықтардағы ерітінділері (судағы қант ерітіндісі, алма қышқылы, камфора спиртінің ерітіндісі т.б.), жатады.

Оптикалық белсенді заттардың поляризация жазықтығын бұру бұрышы ( $\varphi$ ) заттың қалыңдығына ( $d$ ) байланысты, яғни  $\varphi =\alpha_0 \cdot d$ , мұндағы  $\alpha_0$  - заттың меншікті бұруы деп аталады. Ол қалыңдығы 1 мм заттың поляризация жазықтығын бұру бұрышына тең болады (град./мм).

Егер оптикалық белсенді зат ерітінді түрінде кездесе, онда ( $\varphi$ ) бұрышының шамасы сұйықтың ( $d$ ) қалыңдығына, табиғатына және оның (C) концентрациясына байланысты болады  $\varphi=\alpha_0 \cdot d \cdot C$  (Био заңы). Мұндағы  $\alpha_0$ -сан мәні 20° C температурадағы ерітінді арқылы

өтетін толқын ұзындығы 589,3 нм сәуленің бұрылу бұрышына тең шама. Мысалы, қант ерітіндісі үшін меншікті бұруы  $66,46 \text{ см}^3/\text{дм}\cdot\text{г}$  тең.

Жалпы, поляризацияланған жарық оптикалық белсенді сұйықтар арқылы өткенде оның жазықтығының бұрылуын өлшеуге арналған әдісті поляриметрия, ал оны өлшейтін құралды поляриметр деп атайды.

Зат молекулаларының кеңістікте орналасу ерекшеліктеріне байланысты, бір заттың өзі поляризация жазықтығын оңға (d - типті) немесе солға (L-типті) бұрушы болып бөлінеді. Осыған қарамастан олардың  $\alpha_0$  меншікті бұруы бірдей болады. Табиғи оптикалық белсенділіктен басқа, магнит өрісінде орналасқан заттарда оптикалық белсенділік қасиет пайда болатын жағдайларда кездеседі.

**6. Бағалау әдістері:** ауызша сұрау

### 7. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Замануи 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/865/)
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 <https://aknurpress.kz/reader/web/1608>
5. Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б <http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/>.
6. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 <https://aknurpress.kz/reader/web/1867>
7. 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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

### 8. Бақылау

1. Поляризацияланған жарық
2. Поляризатор және анализатор
3. Меншікті бұру бұрышы

## № 6 Сабақ

**1. Тақырыбы:** №6 жұмыс. Электрлік емес шамаларды өлшеу (датчиктер).

**2. Мақсаты:** Датчиктердің түрлерімен және оларды сипаттайтын шамалармен, жұмыс істеу принциптерімен, қолданылуымен танысу. Әр түрлі лаборатория-лық датчиктердің сипаттамаларын анықтау.

**3. Оқыту міндеттері:** Физиологиялық және диагностикалық зерттеулер кезінде өлшенетін шамалардың басым көпшілігінің табиғаты механикалық, жылулық немесе акустикалық

болып келеді. Мысалы тамырлардағы қан қысымы, ағзаның температурасы, жүрек дыбысы және т.б. көптеген физиологиялық факторлардың (өзгерістердің) табиғаты электрлік емес. Мұндай мәліметтерді өлшеу үшін оларды алдын ала электрлік сигналдарға (токқа) айналдыру қажет. Бұл датчиктердің көмегімен іске асырылады. Датчиктер диагностикалық медициналық қондырғылардың негізгі элементтері болып табылады.

#### 4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:

- Студенттің біліп келуге тиісті мәліметтері:

1. Датчиктердің қызметін.
2. Датчиктердің жұмыс істеу принципін.
3. Датчиктердің түрлерін.
4. Оларды сипаттайтын шамаларды.

- Студенттің меңгеріп келуге тиісті дағдылары:

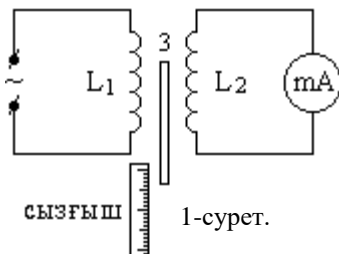
1. Датчиктерді қызметіне қарай сұрыптауды.
2. Оларды медициналық қондырғыларға қосуды.
3. Датчиктермен жабдықталған медициналық қондырғылармен жұмыс істеуді.
4. Алынған мәліметтер бойынша датчиктің сипаттамасын анықтауды.

#### 5. Оқыту және оқыту әдістері: жұптасып жұмыс істеу

##### Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:

1. Индуктивті катушкалар.
2. Ток көзі.
3. Микроамперметр.
4. Өзекше.
5. Өлшеу сызғышы.

- Жұмыстың орындалу реті.



##### а) Индуктивті датчикпен жұмыс істеу.

Тізбектегі (1 сурет)  $L_1$  катушкаға шамасы 3-6 (В) айнымалы кернеу берген кезде пайда болатын айнымалы магнит өрісі екінші катушкада э.қ.к. тудырады да, тізбек арқылы ток жүреді. Бұл токтың шамасы өзекшенің орын ауыстыруына пропорционал болады. Мұндағы: кіріс шама өзекшенің ығысуы – ( $r$  см), шығыс шама пайда болған индукциялы ток – ( $i$  мкА)

1. 1-суретке сәйкес тізбекті құрастырып, оны ток көзіне қосу керек қосу керек.
2. Катушка өзекшесін сызғыш бойымен жылжытып, микроамперметр стрелкасының ең аз ауытқуына сәйкес келетін орынды анықта. Сызғыш бойындағы осы орын бастапқы санақ нүктесі болып есептелінеді.
3. Өзекшені сызғыш бойымен 1-2 см аралыққа жылжыта отырып микроамперметрдің көрсетуін ( $i$ ) және соған сәйкес келетін ығысуды ( $r$ ) сызғыш арқылы анықтау керек.
4. Алынған мәліметтерді төмендегі кестеге жазу керек.

$r$ , см							
$I$ , мкА							

5.  $i=f(r)$  тәуелділік графигін сызу керек.

6. Осы тәуелділік графигінен датчиктің  $S=di/dr$  сезгіштігін есептеу керек.

7. Тізбекті ток көзінен ажырату керек.

- Қысқаша теория.

Диагностикалық мақсаттарда адам ағзасындағы түрлі физиологиялық шамаларды өлшеуге тура келеді. Олардың көбінің табиғаты электрлік емес, мысалы тамырдағы қанның қысымы, жүректің соғуы, дененің температурасы, т.б. физиологиялық факторлар (өзгерістер) жатады. Мұндай шамаларды тіркеу датчик деп аталатын құрал арқылы іске асырылады.

Датчик деп электрлік емес шамаларды пропорционалды түрде электрлік сигналдарға айналдыратын құралды атайды. Медициналық датчиктер зерттелінетін ағза мен алынған мәліметті тіркейтін, құрал арасын байланыстыратын бөлік қызметін атқарады.

Датчикке сырттан әсер ететін, яғни түрлендіретін (өлшенетін) шаманы (X) - кіріс сигналы деп, ал түрлендірілген (өлшенген) шамалардың әсерінен датчикте пайда болған электр сигналын, яғни ток күшін, кернеуді, кедергіні, жиілікті (Y) - шығыс сигналы деп атайды. Кіріс сигналына қан қысымын, ұлпаның қанға толуын, жүректің соғуын т.б. шамаларды жатқызуға болады.

Датчиктердің (Y) - шығыс сигналының (X) кіріс сигналына функционалды тәуелділігін  $Y=f(X)$ , не оның сызбасын датчиктердің сипаттамалары деп, ал  $S=dY/dX$  өрнегімен анықталынатын шаманы яғни шығыс сигнал өзгерісінің кіріс сигнал өзгерісіне қатынасын датчиктің сезгіштігі деп атайды. Сезгіштік шекарасы деп датчик сезе алатын кіріс сигналының ең аз өзгерісін атайды.

Датчиктер генераторлы және параметрлі деген топтарға бөлінеді. Генераторлы датчиктер деп өлшенетін шамалардың әсерінен датчикте электр қозғаушы күш (э.қ.к.) пайда болатын датчиктерді айтады. Мұндай датчиктерге ток көздерінің қажеті жоқ. Датчиктер генераторлы және параметрлі деген топтарға бөлінеді. Генераторлы датчиктер деп өлшенетін жеп өлшенетін шаманың әсерінен датчик параметрлерінің бірі (оның кедергісі, сиымдылығы, индуктивтілігі, өткізгіштілігі т.б.) өзгертін датчиктерді айтады. Мұндай датчиктер сыртқы ток көздерінсіз жұмыс істей алмайды, әрі олар тізбектей жалғанады.

### **Генераторлы датчиктер.**

Мұндай датчиктер э.қ.к. пайда болуына байланысты мынадай түрлерге бөлінеді:

1. *Термоэлектрлік.* Датчиктің бұл түрі әр- текті екі металл өткізгіш (терможұп) түйіспесінің (контактысының) температурасы әр түрлі болуы себепті тізбекте термо э.қ.к. пайда болуына негізделген. Егер өткізгіштің біреуінің температурасы тұрақты болса, онда пайда болатын термо э.қ.к.  $E_T=f(T)$  екінші өткізгіш температурасына тәуелді болады. Температураны өлшеу үшін термо э.қ.к. өлшейтін милливольтметр шкаласын температура бойынша бөлсе жеткілікті.

Терможұп арнаулы қоспалардан жасалынады. Олар медицинада дене мүшесінің, ұлпа ішінің температурасын өлшеуде пайдаланады.

2. *Индукциялы.* Датчиктің бұл түрі өлшенетін шаманың әсерінен контурды (катушканы) қиып өтетін магнит ағынының өзгеру салдарынан, сол контурда пайда болатын индукциялы э.қ.к. пайда болуына негізделген.

Мұндай датчиктер көмегімен жылдамдықты, егер алынған сигналды дифференциалдаса онда үдеуді, интегралдаса орын ауыстыруды өлшеуге болады. Сондай-ақ өкпені желдету, діріл параметрлерін, баллистокардио-граммаларды тіркеу үшін қолданады.

3. *Пьезоэлектрлік.* Датчиктің бұл түрі өлшенетін шаманың әсерінен пьезокристалды деформациялау кезінде оның беттерінде екі түрлі электрлік зарядтардың пайда болуына негізделген.

Пьезокристалл ретінде кварц, сегнет тұзы, керамика т.б. қолданылады. Мұндай деректер жылдам өзгертін қысымның параметрлерін, механикалық кернеуді, артериялық және веналық қан қысымын, пульсті өлшеуде, фонокардиограмманы жазуда пайдаланады.

4. *Оптикалық.* Датчиктің бұл түрі фотоэффект құбылысына негізделген. Мұндай датчиктер ретінде вакуумды немесе вентильді фотоэлементтер қолданылады. Олар негізінен интенсивтілігі аз жарық ағынын, биолюминесценцияны, хемилюминесценцияны өлшеуде сондай-ақ кескіннің жарықтылығын күшейтуде, рентген және инфрақызыл сәулелерін көруде пайдаланады.

### **Параметрлік датчиктер**

1. *Реостатты.* Бұл датчиктің негізгі элементі меншікті кедергісі үлкен өткізгіштен жасалған реостат. Өлшенетін шаманың әсерінен реостат тиегін жылжытып, оның активті кедергісін өзгертеді. Мұндай датчиктермен орын ауыстыруды, қысымды, өлшеуге болады.

2. *Сиымдылықты.* Бұл датчиктің негізгі элементі - конденсатор. Өлшенетін шаманың әсерінен конденсатор астарларының ара қашықтығы мен диэлектрлік өтімділігі өзгереді, ол конденсатордың сиымдылығы мен сиымдылық кедергінің өзгеруіне алып келеді. Сиымдылықты датчиктер өте аз орын ауыстыруды, қалыңдықты, сұйық деңгейін, ауа ылғалдығын және зат құрамын өлшеуде қолданылады.

3. *Тензометрлі.* Датчиктің бұл түрі сыртқы әсер нәтижесінде өткізгіш кедергісінің өзгеруіне негізделген, яғни  $R = f(F)$ . Оның негізгі элементі салыстырмалы тензосезімталдығы жоғары материал. Мұндай датчиктер деформацияны, механикалық кернеуді, күшті, күш моментін, қан тамыры қысымын өлшеуде, пневмограмманы жазуда қолданылады.

4. *Индуктивті.* Датчиктің бұл түрі катушка индуктивтілігінің катушка өзекшесінің орналасуына байланысты өзгертіндігіне негізделген. Өзекшеге әсер ететін күш катушка индуктивтілігін, яғни тізбектің толық кедергісін өзгертеді. Мұндай датчиктер орын ауыстыруды, қысымды, ортопедия және хирургияда қолданылатын материалдардың серпімділік қасиетін зерттеуде қолданылады.

5. *Терморезисторлы.* Датчиктің бұл түрі жартылай өткізгіш кедергісінің температураға байланысты өзгертіндігіне негізделген. Терморезисторлы параметрлік датчиктердің негізгі элементі жартылай өткізгіш болып табылады. Мұндай датчиктер медициналық термометрлерде қолданылады.

6. *Фоторезистор.* Датчиктің бұл түрі жартылай өткізгіш кедергісінің жарық ағынына байланысты өзгертіндігіне негізделген. Фоторезисторлы параметрлік датчиктердің негізгі элементі жартылай өткізгіш болып табылады. Мұндай датчиктер перифериялық қан тамырлардағы оксигемоглобинді анықтауда, ұлпаның қанмен қамтамасыз етілуін тексеруде қолданылады.

**6. Бағалау әдістері:** ауызша сұрау

**7. Әдебиеттер:**

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Замануи 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

### 8. Бақылау сұрақтар:

1. Датчик деп қандай құралды атайды?
2. Датчиктердің түрлері қандай?
3. Генераторлы датчик деп қандай құралды атайды?
4. Параметрлі датчик деп қандай құралды атайды?
5. Датчиктердің сезгіштік шекарасы дегеніміз не?

## № 7 Сабақ

**1. Тақырыбы: №7 жұмыс.** Рефрактометр көмегімен сұйықтардың сындыру көрсеткішін анықтау.

**2. Мақсаты:** Рефрактометрдің құрылысымен, зертеу әдістерімен таныстыру және сұйық заттардың, дәрілік препараттардың (ерітінділердің) сындыру көрсеткіштерін өлшеуді білу.

**3. Оқыту міндеттері:**Сыну көрсеткішінің ерітінді концентрациясына тәуелділігін графикпен кескіндеу және одан ерітіндінің концентрациясын анықтауды үйрену.

### 4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:

1. Жарықтың сыну және шағылу заңдарының айырмашылығы неде?
2. Толық шағылу құбылысы қай кезде байқалады?
3. Толық шағылудың шектік бұрышы дегеніміз не?
4. Рефрактометр фармацияда не үшін қолданылады?
5. Әр түрлі ерітінділердің сыну көрсеткіштерін қалай анықталады?
6. Белгісіз ерітіндінің концентрациясы қалай анықталады?

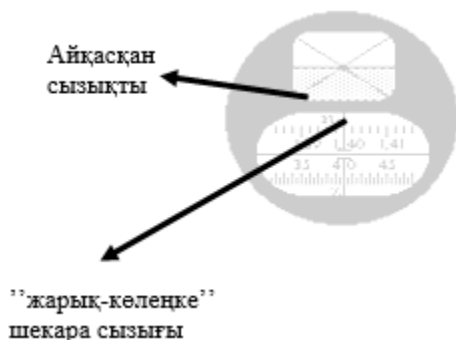
**5. Оқыту және оқыту әдістері:** зертханалық жұмыс, жұптасып жұмыс істеу.

### Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:

1. ИРФ-454 Б2М рефрактометрі.
2. Тазартылған су.
3. Зерттелетін ерітінділер.
4. Тамызғыш.

#### • Жұмысты орындау реті:

1. Жарық көзін (немесе күн сәулесін) рефрактометрдің жоғарғы призмасының саңлауына тура түсетіндей етіп орналастыру керек.
2. Рефрактометрдің жоғарғы призмасын көтеріп, төменгі призмасына пипетка-мен тазартылған (дистилденген) судың 3-5 тамшысын тамызып, жоғарғы призманы жауып қою керек.



3. Окулярды фокустей отырып, көру аймағындағы айқасқан сызықтың (крест) және шкаланың айқын кескінін алу керек.

4. Егер "жарық-көлеңке" шекара сызығы түрлі-түсті болса, онда рефрактометрдің оң жақ бүйірінде орналасқан компенсаторды бұрай отырып, түрлі - түсті жолақты жою қажет.

5. Рефрактометрдің сол жақ бүйірінде орналасқан бұранданы бұрай отырып, "жарық-көлеңке" кескінін бөліп тұрған шекара сызығын айқасқан сызықтың



қибылдық жеріне дәл келтіру керек. Сол кезде шкаладағы визир сызығы  $20^{\circ}$  С тазартылған судың сындыру көрсеткішінің  $n=1,333$  мәніне сәйкес келеді.

6. Өртүрлі концентрациядағы ертінділердің "n" сындыру көрсеткішін өлшеу үшін төменгі призмаға әр түрлі концентрациядағы ертіндіні кезек-кезек тамызып, әрбір ертінді үшін сындыру көрсеткішінің мәнін үш реттен өлшеу керек. Өлшеу және есептеу нәтижелерін 1-кестеге енгізу керек.

1-кесте

№	C%	N1	N2	N3	n
1					
2					
3					
4					
5					
6					

7. Сындыру көрсеткішінің концентрацияға тәуелділігінің  $n=f(C)$  графигін салу керек.

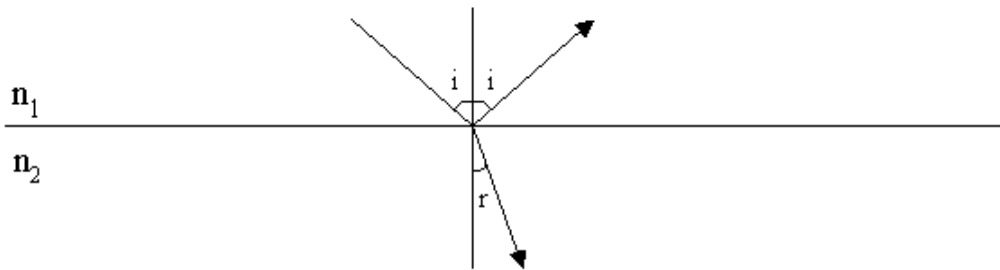
8. Концентрациясы белгісіз ертіндінің сындыру көрсеткішін өлшеп, жоғарыдағы салынған графигтен оның концентрациясын анықтау керек.

• **Қысқаша теория.**

Жарық толқыны сындыру көрсеткіштері  $n_1$  және  $n_2$  болатын екі ортаны бөліп тұрған шекарадан өткенде жарықтың жылдамдығы мен таралу бағыты өзгереді. Бұл құбылысты жарықтың сынуы немесе рефракциясы деп атайды (3-сурет).

Жарықтың шағылу және сыну заңы.

1. Түскен, сынған, шағылған сәуле және ортаны бөлетін шекарадағы сәуле түскен нүктеге тұрғызылған перпендикуляр бір жазықтықта жатады.



3-сурет.

2. Түсу бұрышы шағылу бұрышына тең болады.

3. Түсу бұрышы синусының сыну бұрышы синусына қатынасы жарық-тың бірінші және екінші ортадағы таралу жылдамдықтарының қатынасына тең. Оны *ортаның салыстырмалы сындыру көрсеткіші* деп атайды.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = n_{21} \quad (1)$$

мұндағы  $i$ —түсу бұрышы,  $r$ —сыну бұрышы,  $v_1$  және  $v_2$ — бірінші және екінші орталардағы жарықтың таралу жылдамдықтары,  $n_{21}$  — ортаның салыстырмалы сындыру көрсеткіші.

Жарықтың вакуумдегі таралу жылдамдығының ортадағы таралу жылдамдығына қатынасы *ортаның абсолюттік сындыру көрсеткіші* деп аталынады:  $n = c/v$  (2)

мұндағы  $c$ —жарықтың вакуумдегі ( $3 \cdot 10^8$  м/с), ал  $v$ — оның берілген ортадағы таралу жылдамдығы.

Осыларды ескеріп (1) және (2) өрнектерден:  $n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{cn_2}{cn_1} = \frac{n_2}{n_1}$ , яғни ортаның

абсолютті сыну көрсеткіштерінің қатнасы, сол ортаның салыстырмалы сыну көрсеткішіне тең.

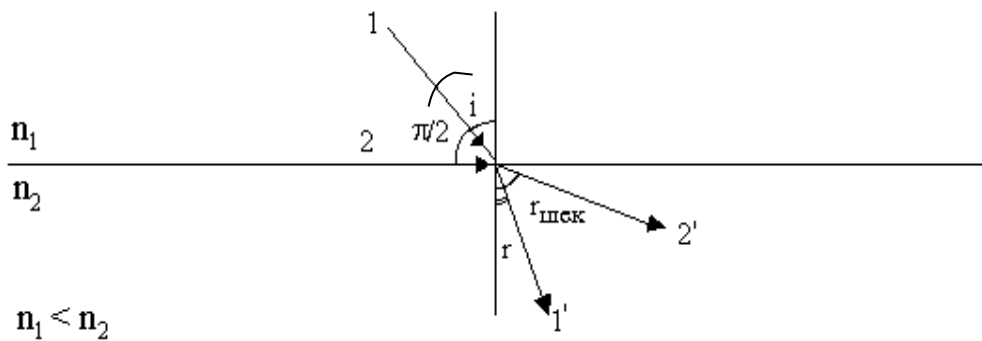
Егер жарық оптикалық тығыздығы аз ортадан көп ортаға өтсе яғни  $n_1 < n_2$  болса, онда  $r$ - сыну бұрышы  $i$ - түсу бұрышынан кіші болады, яғни  $r < i$  шарты орындалады (4-сурет).

Егер сәуле екі ортаның шекарасына мейлінше үлкен бұрышпен түссе, яғни  $i = \pi/2$  (сәуле шекара сызығы бойымен түседі), онда ол  $r < \pi/2$  бұрышпен сынады. Бұл бұрыш берілген орталар үшін сынудың ең үлкен немесе  $r_{\text{шек}}$  шектік бұрышы деп аталады. Бұндай жағдайда жарықтың сыну заңы мына түрде жазылады:  $n_{21} = \frac{\sin(\pi/2)}{\sin(r_{\text{шек}})} = \frac{1}{\sin(r_{\text{шек}})} = \frac{n_2}{n_1}$

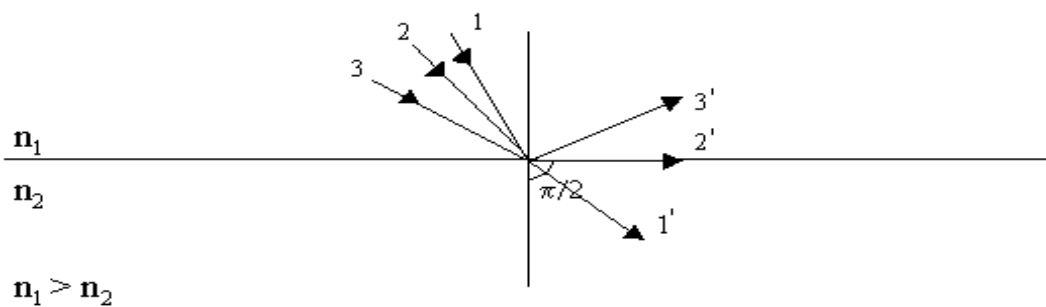
немесе  $\sin(r_{\text{шек}}) = \frac{n_1}{n_2}$ .

Егер жарық оптикалық тығыздығы үлкен ортадан кіші ортаға өтсе яғни  $n_1 > n_2$  болса, онда сыну бұрышы түсу бұрышынан артық болады, яғни  $r > i$  (5-сурет).

Егер сәуленің түсу бұрышы (2) жағдайға сәйкес келсе, онда сәуле үшін сыну бұрышы  $\pi/2$ -ге тең болады, сондықтан сынған сәуле орталарды бөліп тұрған шекара бойымен тарайды (2'). Бұл құбылысты толық шағылу, ал оған сәйкес келетін бұрышты толық шағылудың шектік бұрышы  $i_{\text{шек}}$  деп атайды. Түсу бұрышын одан ары (3) үлкейткенмен, сәуленің сынуы байқалмайды, ол орталарды бөліп тұрған шекарадан шағыласады (3').



4-сурет.



5-сурет

$$n_{21} = \frac{\sin(i_{\text{шек}})}{\sin(\pi/2)} = \frac{n_2}{n_1}$$

мұнан

$$\sin(i_{\text{шек}}) = \frac{n_2}{n_1}$$

Сонымен, берілген орталар үшін сынудың шектік бұрышы мен толық шағылудың шектік бұрышы олардың сындыру көрсеткіштеріне тәуелді болады.

Бұл жағдай заттардың сындыру көрсеткіштерін анықтайтын құрал – рефрактометрде пайдаланылады. Ол судың, дәрілік заттардың тазалығын, қан сарысуы мен ақ уыз

концентрациясын анықтауда және әртүрлі заттарды эталонмен сәйкестендіруде (идентификациялау) қолданылады.

**6. Бағалау әдістері:** ауызша сұрау

**7. 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/865/)
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 <https://aknurpress.kz/reader/web/1608>
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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

**8. Бақылау:**

1. Жарықтың сыну және шағылу заңдарының айырмашылығы неде?
2. Толық шағылу құбылысы қай кезде байқалады?
3. Толық шағылудың шектік бұрышы дегеніміз не?
- 4.Рефрактометр фармацияда не үшін қолданылады?
2. Әр түрлі ерітінділердің сыну көрсеткіштерін қалай анықталады?
3. Белгісіз ерітіндінің концентрациясы қалай анықталады?

## № 8 Сабақ.

**1. Тақырыбы: №8 жұмыс:** Спектрофотометр құралы арқылы жұтылған жарық энергиясын тіркеу.

**2. Мақсаты:** Спектрофотометрдің жұмыс істеу принципімен, құрылысын жете меңгерту.

**3. Оқыту міндеттері:**Ерітінділердің оптикалық тығыздығының толқын ұзындығы мен концентрацияға тәуелділігін зерттеу әдістерін меңгеру.

**4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:**

1. Жарық жұтылуы дегеніміз не?
2. Бугер –Ламберт –Бер біріккен заңы қалай өрнектеледі?
3. Өткізу коэффициенті қалай анықталады?
4. Ертіндінің оптикалық тығыздығы қалай анықталады?
5. Жұтылу көрсеткіші жарықтың толқын ұзындығына және заттың күйіне қалай тәуелді

болады?

**5. Оқыту және оқыту әдістері:** зертханалық жұмыс, жұптасып жұмыс істеу

**Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:**

1. PD-303S спектрофотометрі
2. Тазартылған су.
3. Зерттелуші ерітінділер.
4. Арнайы пробиркалар.

• **Спектрофотометрдің құрылысы.**

Сандық спектрофотометр PD-303S сұйық кристалды дисплеймен жабдықталған қондырғы. Жарық өткізгіштің, абсорбцияның, концентрацияның және әртүрлі факторлердің тікелей өлшеу нәтижелері толық талданып экранға шығарылады. Сондықтан сыналатын ерітіндінің концентрациясын анықтаудың қажеттілігі жоқ. Спектрофотометрдің режимдерін ауыстырып қосқышы жарық өткізгіштік коэффициентінің, абсорбцияның, концентрацияның араларындағы байланысты және әртүрлі факторларға, уақытқа сәйкес өлшеу режимдерін таңдап алуға мүмкіндік береді. Толқын ұзындығын баптау тетігі қажетті толқын ұзындығын таңдап алуға мүмкіндік береді.

• **Спектрофотометрдің жұмыс істеу принципі.**

Спектрофотометрдің оптикалық жүйесі

Спектрофотометрдің өте жоғары сезімтал кремнийден жасалған фотодетекторы (9) 340 нм ден 1000 нм аралығында, детекторды немесе сүзгіні ауыстырмай жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Берілген толқын ұзындықтары арасында жарық өткізу жолағы 8 нм құрайды.

Дифракциялық тордың (4) жоғары тығыздығы (1200 линий/мм) жоғары фотометриялық өлшеу дәлдігін қамтамасыз етеді.

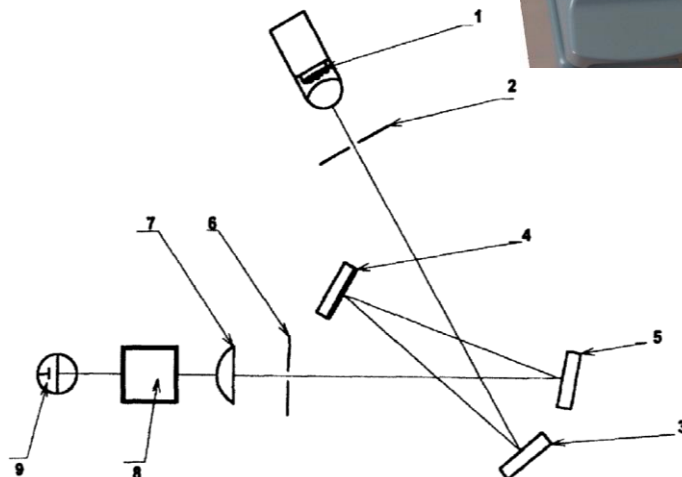


**PD-303S қондырғысы.**

1. Қақпағы ашылатын өлшеу камерасы.
2. Толқын ұзындығын таңдап алатын тетік.
3. Индикатор
4. Сұйық-кристалды (СК) дисплей
5. Басқару тақтасы.



1- сурет



1. Жарық көзі (линзалы криптон шамы).
2. Жарық түсетін саңлау.
3. Ойыс айна.
4. Дифракциялық тор.
5. Жазық айна.
6. Кесіп тастайтын саңлау.
7. Линза.
8. Кювета.
9. Кремниден жасалған фотодетектор



СК дисплей

Басқару пернелері

Басқару пернелері:

1. ITEM - реті
  2. MODE - режимі
  3. ZERO - нөл
  4. BLANK/T100%
  5. STD - стандарт
  6. T% - T%
  7. ABS - абсорбция
  8. CONC- концентрация
  9. START – старт
  10. A-Z
  11. 0-9
- Өлшенетін шамалардың параметрлерін таңдап алу;
  - 1-аты, 2-қалыпты шаманаң мәнін орнату, 3-концентрацияның өлшем бірлігі, 4-өлшеудің режимін таңдау, 5-автобаспа режимі, 6-форматты таңдау, 7-козғалыс жылдамдығы, 8-қосудың режимін таңдау;
  - T=0% - ды орнату
  - Бланк/T100% - T=100% және ABS=0.000 орнату;
  - стандарттың концентрациясын орнату;
  - жарық өткізгіштікті өлшеу;
  - абсорбцияны өлшеу;
  - концентрацияны өлшеу;
  - өлшеуді бастау;
  - алфавиті/сандарды ауыстыратын перне;
  - сандық пернелер;

• **Жұмыстың орындалу реті:**

Жалпы жұмысты орындау мынадай ретпен жүргізіледі:

- 1) Қондырғыны жұмысқа дайындау.
- 2) Құралдың жарық өткізу коэффициенті T=0%; T=100% өлшеуді меңгеру.
- 3) Экспериментке (жұмысқа) қажетті толқын ұзындығын таңдау.
- 4) Таңдап алынған толқын ұзындығына сәйкес әртүрлі ерітінділердің абсорбциясын және концентрациясын өлшеу.
- 5) Эксперимент нәтижесі бойынша T=f(C) тәуелділік сызбасын тұрғызу.

**1) Қондырғыны жұмысқа дайындау:**

1. Қондырғыны өшіріп қосқыш арқылы тоқ көзіне қос. Сол кезде индикатор жанып, экранда **[Warning Up 900]** - деген жазу пайда болады.
2. 900 секундтан кейін экранда **[Item-0 [Ready] / [WL xxx]]** (Пункт-О [Готов]/[длина волны xxxx]) - деген жазу пайда болады.
3. BLANK/T100% тапсырасын орынау үшін таза дистилляцияланған су немесе таза еріткіш (реагент) дайындау керек.
4. [MODE] [4] (1:Normal/2:Timer) [SET] өлшеу режимін орнату:
  - 4.1. [MODE] пернесін басу керек;
  - 4.2. [4] пернесін басу керек;
  - 4.3. «Normal» режимін таңдап алу үшін, 1 таңдап алып [SET] – і басу керек;
  - 4.4. «Timer» режимін таңдап алу үшін, 2 таңдап алып [SET] – і басу керек;
  - 4.5. Өлшеу жүргізу үшін жалпы уақыт аралығын енгізіп, [SET] (1-60 с) – і басу керек;
  - 4.6. Өлшеу жүргізу үшін жалпы уақытты енгізіп, [SET] (1-5940 с) – і басу керек;
  - 4.7. Өлшеуді аяқтағаннан кейін **[Item]** - пернесін басу керек;



## 2) Құралдың жарық өткізгіштіктік (T%) коэффициентін өлшеу:

1. [ITEM] - пернесін басу керек;
2. Item No. с 0 по 5.- қажетісін таңдап алу керек;
3. [SET] - пернесін басу керек;
4. WAVELENGTH тетігін бұрай отырып қажетті толқын ұзындығына қою керек.

• Transmittance (T=0%) арқылы жарық өткізгіштігін нөлге келтіру:

1. Өлшеу камерасында кюветтің жоқ екендігіне көз жеткізу керек.
2. Камераның қақпағын жауып, [ZERO] - пернесін басу керек;
3. Нөлге келтіру бірнеше секундтан кейін аяқталады.

*Егер экранда "[ZERO] Error higt" ([НОЛЬ]- деген хабарлама шықса, онда қате өте көп яғни камераның қақпағының жабық, өлшеу камерасында кюветтің жоқ екендігін тексеру керек.*

• Transmittance (T=100%) жарық өткізгіштігін орнату:

1. Таңдап алынған кюветаға 1 мл-ден кем емес таза дистилляцияланған су немесе таза еріткіш құйып, оны өлшеу камерасына орналастыру керек;
2. Камераның қақпағын жауып, [BLANK] - пернесін басу керек;
3. T=100% - келтіру бірнеше секундтан кейін аяқталады.

*Егер экранда "[BLANK] Error low" ([БЛАНК] ]- деген хабарлама шықса, онда қате өте аз яғни бланк ретінде дұрыс ерітінді қолданғанын және шамның жануын тексеру керек.*

## 3) Экспериментке қажетті толқын ұзындығын таңдау:

1. [T%] - пернесін басу керек.
2. Берілген ерітінділердің ішінен кюветаға қоюлығы орташа, көлемі 1 мл-ден кем емес ерітіндіні құйып, оны өлшеу камерасына орналастыру керек.
3. Камераның қақпағын жауып, [START] - пернесін басу керек.
4. Өлшеуді аяқтағаннан кейін экранның оң жағында «T%- : 82.5% 1-3 №1 WL 860» жазу шығады.
5. Толқын ұзындығын 340 нм мен 1000 нм аралықта белігі бір шамаға (1нм, ..., 10 нм) өзгерте отырып жарық өткізгіштіктің (T%) ең үлкен мәнін анықтау керек.
6. Осы мәнге сәйкес келетін толқын ұзындығын таңдап алу керек.
7. Өлшеу аяқталған кезде [SET] немесе [ITEM] - пернесін басу керек.

## 4) Таңдап алынған толқын ұзындығына сәйкес әртүрлі ерітінділердің абсорбциясын және концентрациясын өлшеу.

1. Кюветаға 1 мл-ден кем емес бірінші ерітіндіні құйып, оны өлшеу камерасына орналастыру керек.

2. [ABS] - пернесін басу керек. Өлшеу аяқтағаннан кейін экранның оң жағында жазылған шаманы жазып алу керек.

3. [CONS] - пернесін басу керек. Өлшеу аяқтағаннан кейін экранның оң жағында жазылған шаманы жазып алу керек.

4. [T%] - пернесін басу керек. Өлшеу аяқтағаннан кейін экранның оң жағында жазылған шаманы жазып алу керек.

5. Қалған ерітінділер үшін 1, 2, 3, 4 пунктін қайталау керек.

6. Өлшеу аяқталған кезде [SET] немесе [ITEM] - пернесін басу керек.

5) Зерттеу нәтижелеріне сәйкес абсорбцияның концентрацияға  $ABS = f(CONC)$ , яғни  $D = f(C)$  тәуелділік сызбасын салу керек.

### • Қысқаша теория.

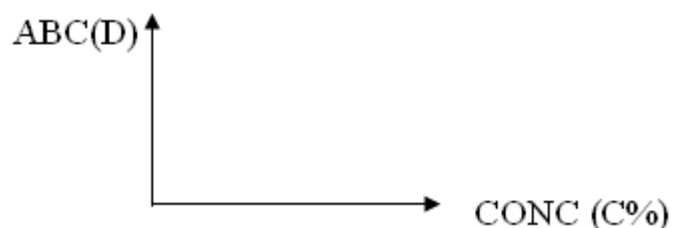
Жарықтың жұтылуы. Бугер–Ламберт–Бер заңы. Жарық толқыны басқа

зат арқылы өткенде сол затты құрайтын атомдарды, электрондарды еріксіз тербеліске

ABS : 1.024 mg/dl  
1-3 No. 1 WL 860

CONC: 1.024 mg/dl  
1-3 No. 1 WL 860

T% - : 82.5%  
1-3 No. 1 WL 860



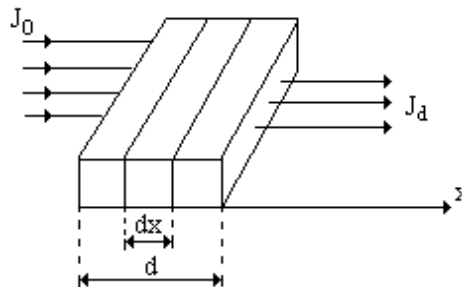
түсіреді. Оған жарық толқынының біраз энергиясы жұмсалады да, соның әсерінен жарық толқынының интенсивтілігі төмендейді.

Осы үдеріспен қатар жарық толқынының энергиясы басқа түрлерге де жұмсалады. Мысалы, атомдар мен молекулалардың жылулық әсеріне, атомдардың қозуына, оларды иондауға жарық толқынының энергиясы жұмсалады.

Жарық толқыны энергиясының заттың ішкі энергиясына және де басқа түріне айналып кетуін жарықтың жұтылуы деп атайды. Біртекті ортаға сәулелері параллель түскен монохромат жарықтың жұтылуын П.Бугер мен И.Ламберт анықтап береді. Қалыңдығы өте аз ( $dx$ ) заттан өткен жарықтың интенсивтілігінің азаюы ( $dj$ ), осы қалыңдыққа және жарықтың интенсивтілігіне ( $J$ ) тура пропорционал (3-сурет) болады, яғни:  $dJ = -k \cdot J \cdot dx$  (1), мұндағы  $k$  - жұтылудың натурал көрсеткіші, ол заттың табиғаты мен жарық толқынның ұзындығына байланысты болады.

Ал "минус" таңба жарық интенсивтілігінің азаятындығын көрсетеді, яғни  $dJ < 0$ . Қалыңдығы  $d$ -ға тең заттан өткен жарықтың жұтылу заңдылығын табу үшін, (1)-өрнекті интегралду керек. Сонда  $J_d = J_0 e^{-kd}$  (2) жарықтың жұтылуына арналған Бугер-Ламберт заңы шығады. Мұндағы  $J_d$  - заттан өткен жарықтың интенсивтілігі,  $J_0$  - зат бетіне түскен жарықтың интенсивтілігі.

Егер  $d = 1/k$  болса, онда  $J_d = J_0/d = J_0/2,72$  болады, яғни зат қалыңдығы жұтылу коэффициентінің натурал көрсеткішінің кері шамасына тең болған жағдайда, зат қабатынан өткен жарық интенсивтілігі 2,72 есе кемиді. Олай болса жұтылу коэффициентінің натурал көрсеткіші деп, жарық интенсивтілігін 2,72 немесе «e» есе азайтатын зат қабатының қалыңдығына кері шаманы айтады.



3-сурет.

Әр түрлі ерітінділерден өткен жарықтың жұтылу құбылысын зерттеу дәрігерлер, фармацевтер, биологтар үшін маңызы зор.

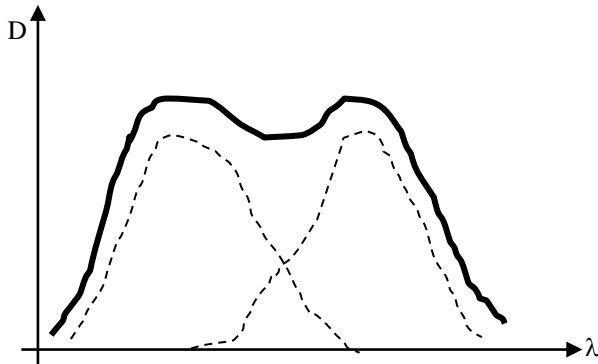
Ерітінділерде жарықтың жұтылу құбылысы ерітілген зат молекулаларының концентрациясына ( $C$ ) тікелей байланысты. А.Бер түрлі ерітінділердегі жарықтың жұтылуын зерттей келіп олардың жұту коэффициенті  $k = \chi \cdot d \cdot C$  тең екендігін анықтады. Олай болса ерітінділер үшін жарықтың жұтылуы мына түрде жазылады:  $J = J_0 e^{-\chi d C}$ . Оны Бугер-Ламберт-Бер заңы деп атайды.

Жарықтың жұтылуы құбылысын сипаттау үшін өткізу коэффициенті  $T = I_d/I_0$  және оптикалық тығыздық  $D = \lg(1/T)$  деген шамалар да қолданылады.

Өткізу коэффициенті деп заттан немесе ерітіндіден өткен жарық ағынының осы заттың немесе ерітіндінің бетіне түскен жарық ағынына қатынасын айтады.

Оптикалық тығыздық деп  $D = \lg(1/T) = \lg(I_0/I_d) = \chi \cdot d \cdot C$  шамасын айтады.

Спектрофотометрдің көмегімен алынған жұтылу спектрі бойынша қоспалардың құрамындағы заттардың концентрациясын анықтауға болады. Егер де қоспаның құрамы өзара әсерлеспесе, онда оның оптикалық тығыздығы (D) құрамалардың оптикалық тығыздықтарының қосындысына тең болады, олай болса екі құрамды қоспа үшін оптикалық тығыздығы:



4 сурет

$D = D_1 + D_2 = \chi_1 C_1 d + \chi_2 C_2 d$  түрінде жазылады.

Қоспаның  $D=f(\lambda)$  тәуелділік сызбасы (4-суретте) тұтас сызықпен, ал қоспаның құрамдарының  $D_1=f(\lambda)$  және  $D_2=f(\lambda)$  тәуелділіктері үзік сызықтар-мен көрсетілген.

## 6. Бағалау әдістері: ауызша сұрау

### 7. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Замануи 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/865/)
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 <https://aknurpress.kz/reader/web/1608>
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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

### 7. Бақылау:

1. Жарық жұтылуы дегеніміз не?
2. Бугер –Ламберт –Бер біріккен заңы қалай өрнектеледі?
3. Өткізу коэффициенті қалай анықталады?
4. Ертіндінің оптикалық тығыздығы қалай анықталады?
5. Жұтылу көрсеткіші жарықтың толқын ұзындығына және заттың күйіне қалай тәуелді болады?

## № 9 Сабақ.

**1. Тақырыбы:** Лазер сәулесінің толқын ұзындығын өлшеу.

**2. Мақсаты:** дифракциялық тордың көмегімен лазер сәулесінің толқын ұзындығын анықтау.

**3. Оқыту міндеттері:** дифракциялық құбылыстарды пайдалана отырып, лазерлік сәулелену толқынының ұзындығын анықтай білу.

**4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:**

1. Газ лазері жұмысының жалпы принциптері.
2. Зертханалық қондырғыны баптау.
3. Дифракциялық сурет алу.
4. Лазерлік сәулелену толқынының ұзындығын анықтау.

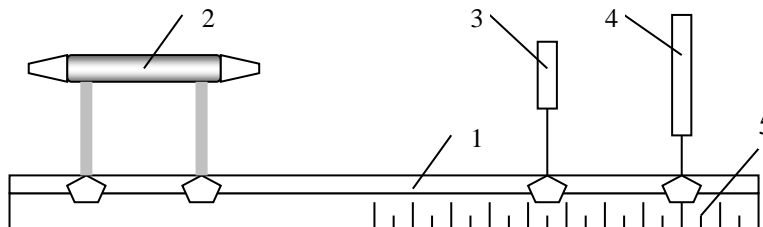
**5. Оқыту және оқыту әдістері:** зертханалық жұмыс, жұптасып жұмыс істеу.

• **Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:**

1. Лазер.
2. Дифракциялық тор.
3. Оптикалық қондырғы.
4. Экран.

• **Қондырғыға қысқаша сипатама**

Лазер сәулесінің толқын ұзындығын анықтауға арналған қондырғының схемасы 1 суретте көрсетілген. Қондырғының барлық бөліктері 1 оптикалық қондырғыда орнатылған. Лазер сәулесінің шығу терезесіне жақын жерге 2, қозғалмайтындай етіп дифракциялық тор орнатылған 3, оны вертикаль ось айналасында бұрауға болды. Дифракциялық сурет 4 экранға көрінеді. Оптикалық қондырғы бойына тор мен экран арасындағы қашықтықты өлшеу үшін шкала 5 орнатылған.



1 сурет

Лазер сәулесінің толқын ұзындығын анықтайтын формула (2) үшін, тор периоды  $s$ , максимум реті  $k$  және бұрыш  $\alpha$  керек. Қондырғының барлық бөліктері дұрыс орнатылған жағдайда, экраннан нөлінші, бірінші, екінші және т.б. ретті максимумдарды алуға болады.

Бұрыш  $\alpha$ :  $tg \alpha = \frac{x}{2L}$  өрнегінен анықтаймыз, мұндағы  $L$  – экран мен тор арасындағы ара қашықтық,  $x$  – орталық максимуммен салыстырғанда симметриялық орнатылған бірінші ретті максимум арасындағы ара қашықтық. Ал дифракциялық тордың тұрақтысы  $s$  алдын ала беріледі.

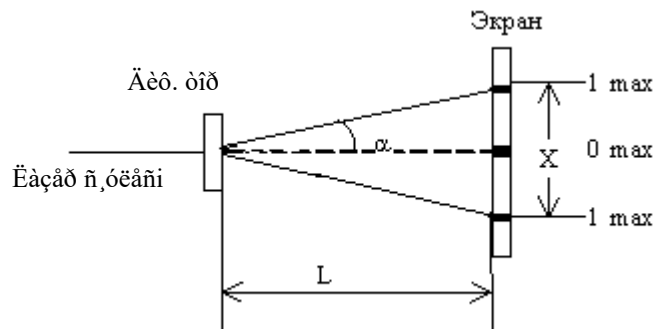
Эритроциттің өлшемін анықтау үшін, гистологиялық препарат қоянның қанының эритроцитін пайдаланамыз. Бұрыш  $\alpha$   $tg \alpha = \frac{D}{2L}$ , өрнегі бойынша анықталынады, мұндағы  $D$  – дифракциялық шеңбердің диаметрі. Дифракция кезінде экранды пайда болатын дифракциялық шеңберлер кең және шеттері анық болмағандықтан олардың диаметрін дәл анықтау үшін  $D = (D_1 + D_2)/2$ , өрнегін пайдаланған дұрыс, мұндағы  $D_1$  и  $D_2$  – шеңбердің сыртқы және ішкі диаметрлері,  $n$  – коэффициентінің мәні шеңберлер нөміріне сәйкес

алынады. Шеңберлер орталық дөңгелекті қоршап тұрған бірінші күңгірт сақинадан бастап нөмірленеді.

• **Жұмыстың орындалу реті**

**Лазер сәулесінің толқын ұзындығын анықтау:**

- оптикалық қондырғыны, дифракциялық торды, экранды және оған перпендикуляр етіп лазерді орналастыру қажет;
- лазерді қос;
- оптикалық қондырғы бойымен экранды жылжыта отырып, дифракциялық суреттің айқын кескінін алу қажет, экранда көріну максимумы 3 реттен кем болмауы қажет (2 сурет);
- оптикалық қондырғы бекітілген дифракциялық тор мен экран ара қашықтық  $L$ -ді өлше;
- бірінші ретті максимумға сәйкес келетін ара қашықтықты  $x_1$  өлше;
- бірінші реті максимум үшін  $tg \alpha = \frac{x}{2L}$  анықта;
- $tg \alpha_1$  –ді тапқан соң, кесте бойынша  $\sin \alpha_1$  –ді тап;
- газ лазер сәулесінің толқын ұзындығын  $\lambda = \frac{c}{k} \sin \alpha$  формуласы бойынша есепте;
- осылай екінші, үшінші ретті және т.б. максимумдар үшін есептеу мен өлшеуді жүргіз;
- лазер сәулесінің толқын ұзындығының  $\langle \lambda \rangle$  орта мәнін есепте;



2 сурет

- өлшеу нәтижелерін 1-ші кестеге енгіз;
- $\Delta \lambda$  толқын ұзындығының өлшеу қателіктерін есепте.

1 кесте.

№	$k$	$L$ , мм	$x$ , мм	$tg \alpha$	$\sin \alpha$	$\lambda$ , мм	$\langle \lambda \rangle$ , мм
1							
2							
3							
4							

• **Қысқаша теория.**

*Лазер сәулелері* – толқын ұзындығы өте аз электромагниттік толқын. Оны алу атомдардың (молекулалардың) сыртқы әсер ықпалынан қозған күйге өту қасиетіне негізделеді. Бұл күйде атом  $10^{-8}$  с уақыт ішінде ғана бола алады, онан соң сыртқы электромагниттік толқынның әсерінен өздігінен (спонтанды) немесе еріксіз төменгі энергетикалық күйге өтуі сәуле шығарумен қатар жүреді.

Эйнштейннің тұжырымдаған принципі бойынша: қозған атомның (молекуланың) шығарған жарық толқынының жиілігі, фазасы, поляризациясы атомға немесе молекулаға түсетін



толқындыкімен сәйкес келеді. Белгілі жағдайларда (түскен кванттардың және қозған атомдардың саны жоғары болған кезде) еріксіз өтулер есебінен квант сандарының көшкінді түрде арту үдерісі жүреді. Қысқа уақыт ішінде атомдардың қозған күйден көшкінді түрде өтуі лазер сәулесін тудырады. Лазер сәулесі басқа жарық сәулелерінен аса монохроматтылығымен (яғни белгілі толқын ұзындығымен), когеренттілігімен (яғни бірдей фазасымен), поляризациялығымен және изотроптығымен (бірдей бағыттылығымен) ерекшеленеді.

Қазіргі таңда физиотерапияда қолданылатын лазерлер жұмыстық зат бойынша (қатты, газ, сұйық, жартылай өткізгішті), толқын ұзындығы бойынша (ультракүлгін, көрінетін, инфрақызыл диапазонда) сәуле өндіруші режим бойынша (импульсті, үздіксіз) және қауіпсіздік дәрежесі бойынша кластарға бөлінеді.

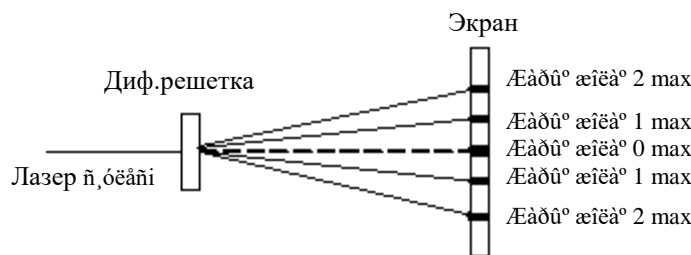
Кез-келген толқындық үдерістер сияқты лазер сәулелеріне дифракциялық құбылыстар тән.

*Дифракция* – толқындардың бөгеттерді орағытып өтуі яғни жарық сәулелерінің түзу сызықты таралудан ауытқуы. Нәтижесінде интерференция құбылысындағыдай толқындардың қосылуынан минимумдар мен максимумдар пайда болады. Дифракция құбылысын байқау үшін бөгеттің немесе саңылаудың өлшемі жарық толқын ұзындығымен шамалас болуы керек.

Дифракция құбылысын Гюйгенс-Френель принципі бойынша түсіндіруге болады.

Өлшемі жарық толқын ұзындығымен шамалас саңылауға жарық толқын-дары келіп түскенде, саңылаудың шеткі нүктелері екінші ретті жарық толқындарын тудыра отырып, жарықтың бастапқы таралу бағытын өзгертеді. Екінші ретті толқындар интерференцияланады да экранда дифракциялық максимумдар мен минимумдар пайда болады яғни фазалары сәйкес келетін толқындар бірін-бірі күшейтеді де экранда жарық аймақ, ал керісінше фазалары қарама-қарсы толқындар бірін-бірі өшіреді де қараңғы аймақ пайда болады. Бір ғана саңылаудан жарық интенсивтілігі аз дифракциялық көрініс беретіндіктен, көптеген саңылаулардан тұратын дифракциялық торды қолданады.

Дифракциялық тор - өте жіңішке, мөлдір емес аралықтармен бөлінген көптеген саңылаулар жиынтығы. Егер мөлдір саңылаулардың ені  $a$ , ал мөлдір емес аралықтың ені  $b$  болса, онда  $c=a+b$  шама тордың периоды деп аталады.



3 сурет

Жарықтың қалыпты түсу кезінде пайда болатын бас максимумдар  $c \cdot \sin \alpha = \pm k\lambda$  (1) шартына сәйкес анықталынады. Мұндағы  $k = 0, 1, 2, \dots$  – бас максимум реті (экрандағы жарық жолаққа сәйкес келетін рет саны).

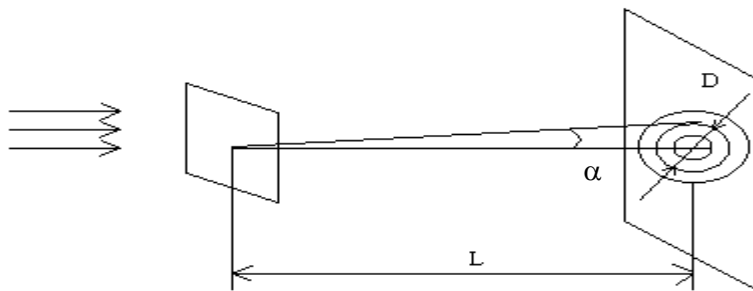
(1) өрнектегі дифракциялық тордың « $c$ »- периоды, « $\alpha$ »-бұрышы және « $k$ » - максимумның көріну реті арқылы түскен жарықтың толқын ұзындығын анықтауға болады:

$$\lambda = \frac{c}{k} \sin \alpha \quad (2)$$

Егер дифракциялық тордың орнына, шыны бетінде ретсіз орналасқан, өлшемдері бірдей, пішіні дөңгелек, өте майда бөлшектер жиынтығын алсақ, экранда әр бөлшектен

пайда болған дифракциялық кескіндердің қосындысын көруге болды. Экранда кезектесіп орналасқан жарық және күңгірт шеңберлерден тұратын дифракциялық бейне пайда болады.

Гюгенс-Френельдің дифракциялық теориясына сәйкес, параллель сәулелердің дөңгелек бөгеттерден өткенде пайда болатын күңгірт шеңберлер  $\sin \alpha_1 = 0,61 \frac{\lambda}{r}$ ,  $\sin \alpha_3 = 1,11 \frac{\lambda}{r}$ ,  $\sin \alpha_5 = 1,62 \frac{\lambda}{r}$ , шарттары орындалғанда пайда болады. Мұндағы « $\lambda$ » - жарықтың толқын ұзындығы, « $r$ » – бөгет радиусы, « $\alpha$ » - шеңбердің бұрыштық радиусы (4 сурет).



4 сурет

Ал жарық шеңбердің пайда болу шарттары:  $\sin \alpha_2 = 0,82 \frac{\lambda}{r}$ ,  $\sin \alpha_4 = 1,34 \frac{\lambda}{r}$ .

Олай болса осындай дифракциялық суреті қолдану арқылы бөлшектің сызықтық өлшемін анықтауға болды:  $r = \frac{n\lambda}{\sin \alpha}$  (3), мұндағы « $n$ » – берілген шеңберге сәйкес коэффициент.

**6. Бағалау әдістері:** ауызша сұрау

**7. Әдебиеттер:**

- Негізгі:

1. Крэйи К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйи К.С. Замануи 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/865/)
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 <https://aknurpress.kz/reader/web/1608>
5. 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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

### 8. Бақылау:

1. Дифракциялық тор. Дифракциялық тор тұрақтысы.
2. Дифракциялық тордың көмегімен жарықтың толқын ұзындығын қалай анықтауға болады?
3. Эритроцит өлшемін қалай анықтауға болады?

### № 10 Сабақ

**1. Тақырыбы: №10 жұмыс.** Линзалардың оптикалық күші және фокус аралығын анықтау.

**2. Мақсаты:** Қарапайым оптикалық жүйелердің параметрлерін оқыту.

**3. Оқыту міндеттері:** Қарапайым оптикалық жүйелерімен таныстырып, линза параметрлерін (бас фокус аралығын-  $F$ , оптикалық күшін- $D$ ) анықтауды үйрету.

**4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:**

1. Линза дегеніміз не?
2. Линзаның параметрлері қалай анықталады?
3. Қандай әдіспен линзаның бас фокус аралығын дәл анықтауға болады және оның себебі?
4. Көз-оптикалық жүйесінің қандай кемшіліктері бар?
5. Жұқа линзаның формуласы қалай өрнектеледі?

**5. Оқыту және оқытудың әдістері:** жұптасып жұмыс жасау.

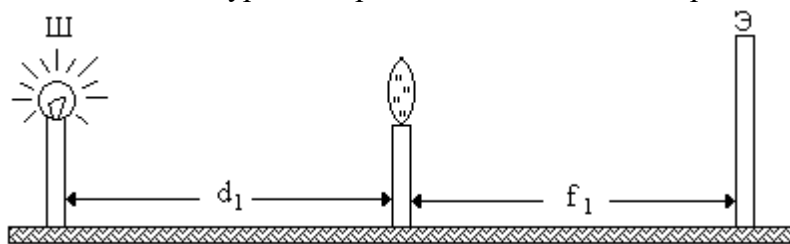
• **Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:**

1. Жарық көзі.
2. Экран.
3. Линзалар жиыны және жинағыш линза.
4. Оптикалық қондырғы.

• **Жұмыстың орындалу реті**

**I. Жинағыш линзаның бас фокус аралығы мен оптикалық күшін анықтау.**

1.1 Жинағыш линза алып, оны 1-суретте көрсетілгендей жағдайда орналастыру керек.



1-сурет

1.2 Линзаның экранмен салыстырғандағы орнын өзгерте отырып, нәрсенің экрандағы дәл, әрі айқын кескінін алу керек.

1.3 Линзадан нәрсеге дейінгі  $d_1$  және линзадан экранға дейінгі  $f_1$  қашықтықты өлшеу керек.

1.4 Жинағыш линзаның  $F_1$  бас фокус аралығы мен  $D_1$  оптикалық күшін мына

формулалармен есептеу керек:  $F_1 = \frac{d_1 f_1}{d_1 + f_1}$ ,  $D_1 = \frac{1}{F_1}$

1.5. Тәжірибені үш рет қайталау керек. Өлшеулер мен есептеу нәтижелерін 1-кестеге жазу керек.

1-кесте

Жинағыш линза					Линзалар жүйесі			Шашыратқыш линза	
№	$d_1, \text{м}$	$f_1, \text{м}$	$F_1, \text{м}$	$D_1, \text{дптр}$	$D, \text{м}$	$f, \text{м}$	$F, \text{м}$	$F_2, \text{м}$	$D_2, \text{дптр}$
1									
2									
3									
Орт. Мән									

2. Шашыратқыш линзаның бас фокус аралығы мен оптикалық күшін анықтау.

2.1 Жинағыш және шашыратқыш линзалардан тұратын линзалар жүйесін алып, 2-суреттегідей жағдайда орналастыру керек.

2.2 Линзалар жүйесінің экранмен салыстырғандағы орнын өзгерте отырып, нәрсенің экрандағы дәл, әрі айқын кескінін алу керек.

2.3 Линзалар жүйесіні нәрсеге дейінгі  $d$  және жүйеден экранға дейінгі  $f$  қашықтықты өлшеу керек.

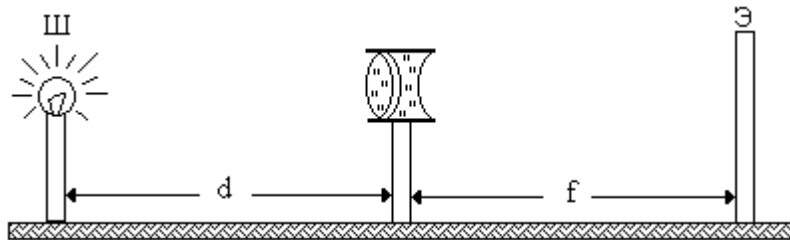
2.4 Линзалар жүйесінің  $F$  фокус аралығын мына формула бойынша есептеу керек:

$$F = \frac{d \cdot f}{d + f}$$

2.5 Шашыратқыш линзаның  $F_2$  фокус аралығы мен  $D_2$  оптикалық күшін мына формула

бойынша есептеу керек:  $F_2 = \frac{F \cdot F_1}{F_1 - F}, D_2 = \frac{1}{F_2}.$

2.6. Тәжірибені 3-рет қайталау керек. Өлшеу және есептеу нәтижелерін 1-кестеге енгізу керек.



2-сурет

3. Жинағыш линзаның бас фокус аралығы мен оптикалық күшін Бессель әдісі бойынша анықтау.

Жинағыш линзаны алып, 3-суреттегідей жағдайда орналастыру керек.

Экран мен нәрсенің (шамның) қашықтығын өзгертпей:

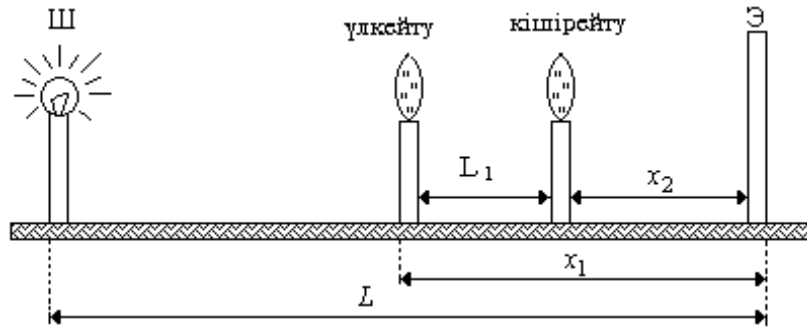
а) экрандағы нәрсенің үлкейтілген айқын кескінін ала отырып, экраннан линзаға дейінгі  $x_1$  қашықтықты өлшеу керек.

б) экрандағы нәрсенің кішірейтілген кескінін ала отырып, экраннан линзаға дейінгі  $x_2$  қашықтықты өлшеу керек.

Линзалардың екі түрлі орналасу жағдайлары үшін  $L_1 = x_1 - x_2$  қашықтығын және нәрсе мен экранның арасындағы  $L$  қашықтықты өлшеу керек.

Жинағыш линзаның  $F_1$  бас фокус аралығы мен  $D_1$  оптикалық күшін төмендегі өрнекпен

есептеу керек:  $F_1 = \frac{L^2 - L_1^2}{4 \cdot L}, D_1 = \frac{1}{F_1}.$



3-сурет

Өлшеу және есептеу нәтижелерін 2-кестеге енгізу керек.

4. Шашыратқыш линзаның бас фокус аралығы мен оптикалық күшін Бессель әдісі бойынша анықтау.

4.1 Жинағыш және шашыратқыш линзалардан тұратын линзалар жүйесін алып, 3-суреттегідей етіп орналастыру керек.

4.2 III бөлімдегі 2 және 3 тапсырмаларды қайталау керек.

4.3 Линзалар жүйесінің F фокус аралығын мына формула бойынша есептеу керек:  $F = \frac{L^2 - L_1^2}{4 \cdot L}$

4.4 Шашыратқыш линзаның F<sub>2</sub> фокус аралығы мен D<sub>2</sub> оптикалық күшін төмендегі формула бойынша есептеу керек:  $F_2 = \frac{F \cdot F_1}{F_1 - F}$ ,  $D_2 = \frac{1}{F_2}$ .

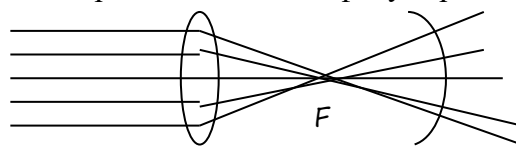
4.5 Өлшеу және есептеу нәтижелерін 2-кестеге енгізу керек.

2-кесте

Жинағыш линза				Линзалар жүйесі			Шашыратқыш линза		
№	L <sub>1</sub> ,м	L,м	F <sub>1</sub> ,м	D <sub>1</sub> ,д	L <sub>1</sub> ,м	L,м	F,м	F <sub>2</sub> ,м	D <sub>2</sub> ,д
1									
2									
3									
орт.мән									

• **Қысқаша теориялық мағлұмат.**

Оптикалық линза деп қисық сфералық беттермен шектелген біртекті мөлдір заттардан жасалған денені айтады. Егер сферамен шектелген линза қалыңдығы беттердің қисықтық радиусына салыстырғанда өте аз болса оны жұқа линза дейді. Сондықтан оны шектейтін сфераның O<sub>1</sub> және O<sub>2</sub> полюстері бір-бірімен беттеседі. Олардың беттесетін нүктесін линзаның оптикалық центрі, ал одан өтетін кезкелген түзуді оптикалық бас осі деп атайды. Линзаның оптикалық бас осіне параллель түскен жарық сәулелері одан өткенде сынып, бас ось бойының бір нүктесінде шоғырланады. Бұл нүктені линзаның бас фокусы, ал осы нүктеден линзаға дейінгі ара қашықтықты фокус аралығы- F деп атайды (1 -сурет).

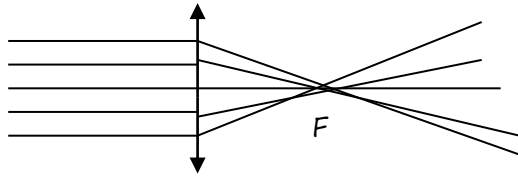


1 сурет

Бас фокус аралығына кері шаманы линзаның оптикалық күші  $D = \frac{1}{F}$  деп, оны диоптриямен өлшейді.

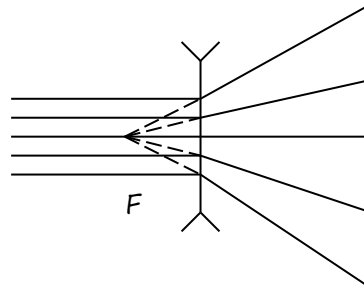


Оптикалық қасиетіне қарай линзалар жинағыш (а) және шашыратқыш (б) болып екіге бөлінеді (2-сурет).



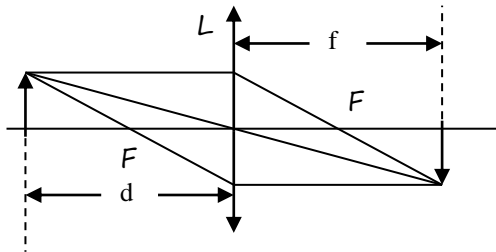
а)

2-сурет



б)

Жинағыш линзаның оптикалық центрінен нәрсеге дейінгі  $d$  қашықтық пен оның экранға дейінгі  $f$  қашықтығын және  $F$  бас фокус аралық белгілі болса, онда жұқа линзаның формуласын мына түрде жазуға болады:



осыдан

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \quad (1)$$

$$F = \frac{d \cdot f}{d + f} \quad (2)$$

ал линзаның оптикалық күші  $D = \frac{1}{F} \quad (3)$

Бас фокус аралықтары  $F_1, F_2, F_3, \dots$  болып келген жұқа линзалардан тұратын жүйенің фокус аралығын, соған сәйкес оның оптикалық күшін төмендегі жуықталған формуламен анықтауға болады:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} + \frac{1}{F_3} + \dots \text{ немесе } D = D_1 + D_2 + D_3 + \dots \quad (4)$$

Шашыратқыш линзаның бас фокус аралығы жорамал болғандықтан, алынатын кескін де жорамал болады. Сондықтан, жоғарыда айтылған тәсіл арқылы шашыратқыш линзаның бас фокус аралығын анықтау мүмкін емес. Осы линзаның фокус аралығын табу үшін жинағыш линзамен бірігіп оптикалық күші "оң" таңбалы болып келген жүйені құрайтын шашыратқыш линзаны таңдап алады. Мұндай жүйе арқылы экранда нақты кескін алынады.

Фокус аралығы  $F_2$  болып келген шашыратқыш линза мен фокус аралығы  $F_1 < F_2$  болатын жинағыш линзадан құрылған жүйе жинағыш линзаның ролін атқарады да, оның

бас фокус аралығы "оң" таңбалы болып табылады:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \quad (5)$

(5) формуладан шашыратқыш линзаның бас фокус аралығы  $F_2 = \frac{F \cdot F_1}{F_1 - F} \quad (6)$

Линзалардың оптикалық центрлерінің орнын дәл анықтау мүмкін емес. Сол себептен, Бессель линзалардың фокус аралығын анықтаудың мынадай тәсілін ұсынды: дене мен экран өз орындарында қалады да, тек линза ғана орнын өзгертіп отырады. Линзалардың фокус аралықтарын анықтау үшін оларды екі түрлі жағдайда орналастыру қажет (4-сурет). Мұндай жағдайлардағы линзаның біреуі нәрсенің үлкейтілген кескінін берсе, екіншісі кішірейтілген кескінді береді.

Егер төменгі суреттегі  $A'B'$  анық кескінінің орнына жоғарыдағы суреттегі  $AB$  нәрсенің өзін орналастырса, оның кескіні бұрын  $AB$  денесі тұрған жерде болады. Мұны былай түсіндіруге болады. Алдымен экранда нәрсенің үлкейген айқын, кері кескінін шығарып

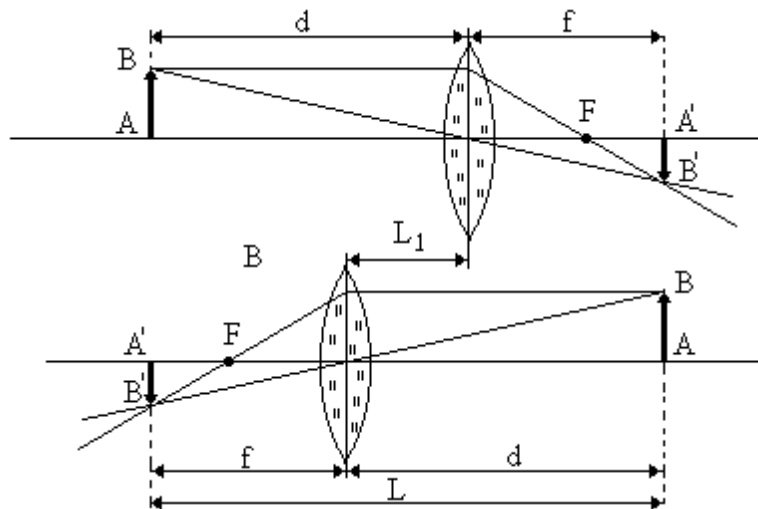
алып,  $d$  мен  $f$ -ті анықтаймыз. Содан кейін нәрсе мен экранды қозғамай, линзаны 1 орыннан 2 орынға жылжытып, олардың  $L_1$  қашықтығын өлшейміз. Соңғы тәжірибе нәтижесінде экранда заттың кішірейген айқын кері кескіні ( $A'B'$ ) алынады. Ол  $A'B'$ -тен  $f$  қашықтықта орналасады. Сонымен, линзаның көмегімен екі кескін алуға болады екен: біреуі линзаның центрінен  $f$  қашықтықтағы үлкейтілген кескін, ал екіншісі линза центрінен  $f$  қашықтықта орналасқан кішірейген кескін.  $f$  және  $d$  мәндері (1) формула арқылы байланысқан. Тәжірибе кезінде линзаның оптикалық центрі (0)  $L_1$  қашықтыққа ығысады да, осы қашықтықта линзаның кез - келген нүктесінің орнын ауыстырғанмен оның оптикалық центрінің орны өзгермейді.

4-суреттен  $L=f+d$  және  $L_1=f-d$  болады. Алғашқы теңдіктен  $f=(L-d)$ , осыны екінші теңдікке қойсақ, онда  $d=(L-L_1)/2$ , ал  $f=(L-d)$  теңдігіне « $d$ »-нің мәнін қойса  $f=(L+L_1)/2$  анықталады.

Осы шамаларды линзаның фокус аралығын анықтайтын  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$  формулаға қойса

онда, линзаның фокус аралығын  $F = \frac{L^2 - L_1^2}{4 \cdot L}$  түрінде анықтауға болады.

Линзалар медицинада кең түрде қолданылатын көптеген оптикалық құралдардың негізі болып есептелінеді (микроскоп, эндоскоп, бронхоскоп және т.б.).



4-сурет.

## 6. Бағалау әдісі: ауызша сұрау

## 7. 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

### 8.Бақылау:

6. Линза дегеніміз не?
7. Линзаның параметрлері қалай анықталады?
8. Қандай әдіспен линзаның бас фокус аралығын дәл анықтауға болады және оның себебі?
9. Көз-оптикалық жүйесінің қандай кемшіліктері бар?
10. Жұқа линзаның формуласы қалай өрнектеледі?

### № 11 Сабақ

1. Тақырыбы: №11 жұмыс: Фотоэффект құбылысы. Фотоэлементті градуировкалау және оны қолдану.

2. Мақсаты: Фотоэффект құбылысы, оның заңдарын оқыту

3. Оқыту міндеттері: Вентилді фотоэлементтің интегралдық сезімталдығын анықтауды және дене бетінің жарықталуын өлшеуді үйрету.

4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:

Фотоэлемент

Фотоэффект құбылысы

Фотоэффект заңдары

5. Оқыту және оқытудың әдістері: жұптасып жұмыс жасау.

- Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:

**Фотометрдің (люксметр) құрылысы мен жұмыс істеуі:**

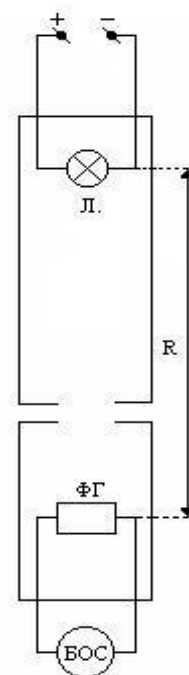
Қондырғының жұмыс істеу принципі люксметрдің жарықты қабылдағыш элементінің түскен жарық сәулесіне сәйкес оның жарықталынуын сандық түрде люкске айналдыруға негізделген. Қондырғы фотоөлшегіштен және түскен электромагниттік толқындарды өңдейтін көп тармақты иілгіш сымдармен өзара байланысқан бөліктен тұрады. Қондырғының жұмыс атқару ретін басқару мүшелері және сұйық кристалды индикатор сигналды өңдейтін бөлікте орналасқан. Сұйық кристалды индикатор 0 ден 1999 дейінгі сан шығатын қондырғының есептейтін бөлігі болып табылады. Қондырғының сыртқы көрінісі 1 суретте берілген.

**1. Жарық күшін анықтау.**

1.1 1-суретке сәйкес сызбаны жинау керек.

1.2. Фотометрдің басындағы терезені (ФГ) жарық күші «I» белгісіз электр шамын (Л) оның көрсеткіші максимал шаманы көрсететіндей етіп, одан «R» қашықтыққа орналастыру керек. Сол қашықтықты және оған сәйкес келетін сәйкес келетін «E» жарықталынуудың шамасын анықтау керек.

1.3 Шамды фотометрдің басынан (ФГ) қашықтата отырып, әр 4-5 қашықтыққа сәйкес келетін жарықталынуудың шамасы өлшеу керек. Әр қашықтыққа сәйкес жарық күшін  $I=E \cdot R^2$ ,



формулсымен анықтау керек.

#### 1.4 «R», «I» және «E» мәндерін кестеге енгізу керек.

№	R, м	E, лк	I, кд
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1.5 Жарықталынудың  $E = f(R)$  ара – қашықтыққа тәуелділік сызбасын салу керек.

#### 2. Жарықталынудың нақты мәнін анықтау.

2.1 Люксметрдің ауыстырып қосқышын бұрау арқылы қосу керек.

2.2. Фотометрдің басындағы терезені тығыз қара материалмен жабу арқылы ауыстырып қосқыштың әр түрлі жағдайында жарықталынудың  $E_{тс,лк}$  қараңғы жағдайдағы мәнін анықтау керек.

2.3. Фотометрдің басындағы терезені өлшенетін нысанның жазықтығына параллель көлеңке түспейтіндей етіп орналастыру керек.

2.4. Фотометрдің индикаторынан  $E_{изм.,лк}$  жарықталынудың шамасын анықтау керек.

2.5. Жарықталынудың нақты мәнін  $E = E_{изм.} - E_{тс}$  формуласы арқылы анықтау керек.

2.6. Нәтижелерін кестеге енгізу керек.

№	$E_{тс}$	$E_{изм.}$	E
1			
2			
3			
4			
5			

2.7. Егер индикаторда «1» белгісі шықса, онда кіріс сигналының шамасы көп болғанын көрсетеді. Бұл жағдайда келесі өлшеу диапазоныны өту керек.

2.8. Оқытушының белгілеп берген жеріндегі жұмыс аймағының жарықталынуын анықтау керек.

2.9. Қондырғыны өшіру үшін оның ауыстырып қосқышын «ВЫКЛ» жағдайына келтіру керек.

#### Қысқаша теория.

Әртүрлі заттардың бетіне жарық фотондары түскенде олардан электрондардың ұшып шығуын немесе оның электр өткізгіштік қабілетінің өзгеруін фотоэлектрлік эффект құбылысы деп атайды.

Бұл құбылыс сыртқы және ішкі фотоэффект деп екіге бөлінеді. Жарық фотондарының әсерінен заттардан электрондардың ұшып шығу құбылысын сыртқы фотоэффект деп, ал жартылай өткізгіштер мен диэлектриктерге жарықпен әсер еткенде олардың атомдарынан электрондар босанып шығады да, э.қ.к пайда болады, оны ішкі фотоэффект деп атайды.

Металлдардың бетіне жарық фотондары түскенде, жұтылу әсерінен электрондардың кинетикалық энергиясы артып, олар металлдан бөлініп шығады. Әртүрлі металлдардан электрон ұшып шығуы үшін, фотон энергиясының бір бөлігі электронды босатуға жұмсалады, оны шығу жұмысы деп атайды. Ал қалған бөлігі босап шыққан электронның кинетикалық энергиясын артыруға жұмсалады. Бұл құбылысты энергетикалық тұрғыдан

Эйнштейн мына түрде сипаттады:  $h \cdot \nu = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}$ , мұндағы:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с – Планк

тұрақтысы,  $h\nu$  – жарық фотонның энергиясы,  $A$  – электронның металдардан ұшып шығу жұмысы,  $m \cdot v_{\max}^2 / 2$  – ұшып шыққан электронның кинетикалық энергиясы. Бұл жағдайда, бір фотон бір ғана электронмен әсерлеседі және электрон фотонның энергиясын толығымен жұтады деп қарастырады.

А.Г.Столетов фотоэффект құбылысын зерттеді. Оның заңдары:

1. Уақыт бірлігінде металл бетінен ұшып шығатын фотоэлектрондардың саны металл бетіне түсетін жарық ағынына тура пропорционал (жарықтың спектрлік құрамы тұрақты болған жағдайда) болады.
2. Фотоэлектрондардың жылдамдығы түскен жарықтың жиілігіне тәуелді болады, ал оның интенсивтілігіне байланысты болмайды.
3. Фотоэффект құбылысы жарық жиілігінің белгілі бір мәнінде пайда болады. Осы мәнді фотоэффектінің қызыл шегі деп атайды. Әр түрлі металдардың қызыл шегі әр түрлі болады. Электронның металл бетінен ұшып шығуы үшін жұтылған фотонның энергиясы шығу жұмысына тең болса  $h\nu = A$ , онда фотоэлектронның кинетикалық энергиясы

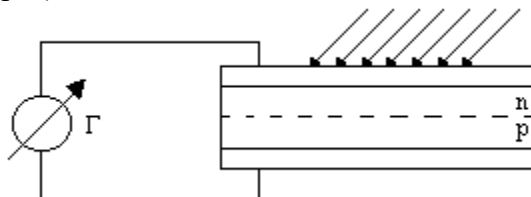
$\frac{mv_{\max}^2}{2} = 0$ , тең болады, да фотоэффекті үшін Эйнштейн теңдеуінен фотоэффектінің

қызыл шегі  $\nu = \frac{A}{h}$  өрнегімен анықталынады.

Фотоэлемент деп бетіне түскен жарықты электр энергиясына айналдыратын яғни ток көзі қызыметін атқаратын қондырғыны айтады.

Вентильді фотоэлементтер «р» және «п» түрлі жартылай өткізгіштердің түйіспесінен тұрады. Түйіспені жарықтандырғанда, жарық энергиясы электр энергиясына айналады. Оны вентильді фотоэффект немесе фотогальваникалық эффект деп атайды. Олардағы электрқозғаушы күшінің пайда болуы «р-п» типті жартылай өткізгіштерді түйістіргенде түйіспелік потенциал айырымының пайда болуына негізделген.

Егер «р-п» түйіспесі мен оның айналасына жарық фотондарын түсірсек, онда жартылай өткізгіштерде ішкі фотоэффект құбылысына сәйкес «электрон-кемтік (р-п)» жұбы пайда болады. «р-п» ауысуында электр өрісінің әсерімен зарядтар бөлінеді, яғни кемтік «п» жағынан «р» жағына, ал электрон «р» жағынан «п» жағына өте бастайды. Бұл кезде «р» және «п» жартылай өткізгіштердің арасындағы түйіспелік потенциалдар айырымының шамасы өзгереді, яғни түйіспеде фотоэлектрлік қозғаушы күш пайда болады. Бұл күштің шамасы түйіспеге түсірілген монохроматты жарықтың интенсивтілігіне тура пропорционал. Вентильді фотоэлементтердің ерекшелігі олар ешқандай ток көзін қажет етпейді, өйткені оларға жарық ағыны түскенде фотонның жұтылуының нәтижесінде электр қозғаушы күш пайда болады. Егер осындай фотоэлементті сыртқы тізбекке қосып, тізбекті тұйықтаса, онда электр тогы жүреді (2-сурет).



Ішкі фотоэффект құбылысына негізделген вентильді фотоэлементтер фармацевтикада сандық және сапалық талдау жасайтын фотоэлектрлік колориметрде, спектрофотометрлерде және фотометрлерде қолданылады. Олар жарық ағынының энергиясын электр энергиясына айналдыру қызметін атқарады.



Фотоэлементтер люксметр ретінде жұмыс орнының жарықтығын анықтау үшін қолданылады

Фотоэлементтің негізгі параметрлерінің бірі оның сезгіштігі ( $K$ ). Ол  $i$ - фототоктың осы токты тудыратын  $\Phi$ -жарық ағынына қатынасымен анықталады, яғни  $K=i/\Phi$ , мұндағы  $\Phi=E \cdot S$ , ал  $S$ –фотоэлементтердің белсенді бетінің ауданы,  $E$ –жарықталыну (лк).

Фотоэлементтердің сезгіштігі интегралдық және спектральдық деп екі түрге бөлінеді. Фотоэлементтердің бетіне түскен күрделі жарықты қабылдау қабілетін сипаттайтын шаманы интегралдық сезгіштігі, ал монохроматты жарық ағынын қабылдау қабілетін сипаттайтын шаманы спектральдық сезгіштігі деп атайды.

**6. Бағалау әдістері:** ауызша сұрау

**7. Әдебиеттер:**

- Негізгі:

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

- Қосымша:

1. Амерханова Ш.К. Физика-химиялық анализ әдістер: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/865/)
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 <https://aknurpress.kz/reader/web/1608>
5. Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б <http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/>.
6. Хамза А.К., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 <https://aknurpress.kz/reader/web/1867>
7. 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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

**8. Бақылау:**

- 1.Ішкі және сыртқы фотоэффект құбылысының айырмашылығы неде?
- 2.Фотоэффект заңдары қандай?
- 3.Фотоэффект үшін Эйнштейн теңдеуі қалай өрнектеледі?
- 4.Фотоэлементтің спектральдық және интегралдық сезімталдығы дегеніміз не?

## № 12 Сабақ

**1. Тақырыбы: №12 жұмыс. Термодинамикалық жүйенің жылу сыйымдылықтарының қатынасын анықтау.**

**2. Мақсаты:** Студенттерге газдардағы процесстерді, меншікті жылу сыйымдылықтарының қатынасын анықтауды үйрету.

**3. Оқыту мақсаты:** Клеман-Дезорм әдісімен меншікті жылу сыйымдылығының қатынасын анықтау.

**4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:**

1. Изопроецесстер.
2. Термодинамика заңдары.
3. Жылу сыйымдылықтар.

**5. Білім берудің және оқытудың әдістері:** жұптасып жұмыс жасау.

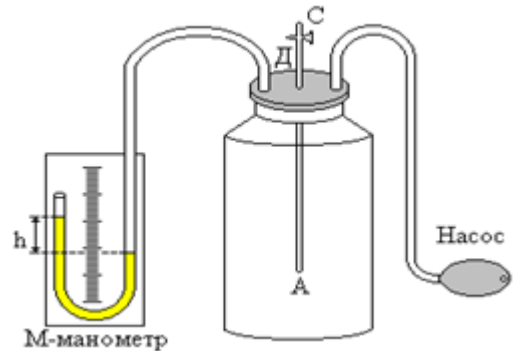
**Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:**

1. Шыны ыдыс 15л.
2. Насос.
3. Манометр

**6. Тақырып бойынша тапсырмалар:**

• **Жұмыстың орындалу реті**

1. С кранын жауып, (сурет1) насос арқылы манометрдегі сұйықтардың деңгей айырмашылығы 8-10 бөлікке жеткенше үрлеу керек.
2. Баллондағы қысым толық тұрақталған кезде яғни манометрдегі сұйық деңгейлерінің қозғалысы тоқталғанда шкала бойынша сұйық деңгейлерінің айырмашылығын  $h_1$  ді өлшейміз.
3. С кранын тез ашып манометрдегі сұйық деңгейлері теңескенде тез жабу керек. Баллондағы қысым толық тұрақталғанда манометрдегі деңгей айырмашылығы  $h_2$  өлшеу.
4. Тәжірибені 10 рет қайталау.
5. Нәтижені кестеге енгізу.



№	$h_1$ (мм)	$h_2$ (мм)	G	dG	E%
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
орта					

6.  $h_1$  және  $h_2$  нің мәндерін  $G_{ор} = \frac{h_{1ор}}{h_{1ор} - h_{2ор}}$  өрнегіне қойып есептеу

7. Салыстырмалы қателікті есептеу

$$E = dG/G_{cp} = \frac{dh_1 + dh_2}{h_1 - h_2} + \frac{dh_1}{h_1}$$

$$dh_1 = t_{0,95, (n-1)} \cdot \sqrt{\frac{(h_{11} - h_{cp})^2 + (h_{12} - h_{cp})^2 + \dots + (h_{1j} - h_{cp})^2}{n(n-1)}}$$

$$dh_2 = t_{0,95, (n-1)} \cdot \sqrt{\frac{(h_{21} - h_{cp})^2 + (h_{22} - h_{cp})^2 + \dots + (h_{2j} - h_{cp})^2}{n(n-1)}}$$

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 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 арасындаы 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 арасындаы 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  $dQ = 0$  үдеріс  $dA = -dU$  кемуі  $dA = -dU$ .

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	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.

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

$dQ = T \cdot dS$  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.

## 6. Бағалау әдістері: ауызша сұрау

## 7. 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

### 8. Бақылау:

1. Изопроецесстер.
2. Термодинамика заңдары.
3. Жылу сыйымдылықтар.

## № 13 Сабақ

**1. Тақырыбы: № 13жұмыс: Айнымалы ток тізбегіндегі индуктивтілік пен сиымдылықты өлшеу**

**2. Мақсаты:** актив, сиымдылық және индуктивтілік кедергісі бар айнымалы ток тізбектерін зерттеу.

**3. Оқыту міндеттері:** Айнымалы ток тізбегін оқып үйрену

#### 4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:

1. айнымалы ток, тізбегінің активті, индуктивті және сиымдылық кедергісін.
2. тұрақты, айнымалы ток және оларды сипаттайтын шамаларды.
3. айнымалы ток тізбегіндегі индуктивтік және сиымдылық кедергілердің формулаларын қорытып шығаруды.
4. әртүрлі элементі бар айнымалы ток тізбегі үшін ток және кернеудің векторлық диаграммаларын салуды.
5. жұмыс қондырғысының схемасын жинай алуды.

**5. Білім берудің және оқытудың әдістері:** жұптасып жұмыс жасау.

#### Өлшеу жұмыстарына қажетті құрал-жабдықтар:

Индуктивтілік катушка.

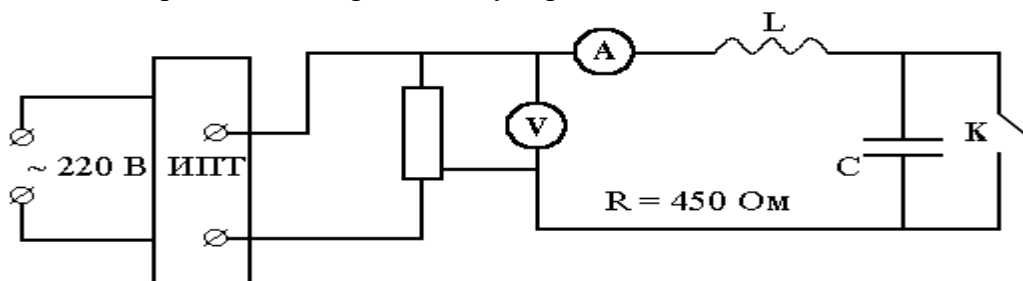
1. Конденсатор.
2. Вольтметр.
3. Кернеу реттегіш.
4. Миллиамперметр.
5. Жалғағыш сымдар.

#### Қондырғының сипаттамасы

Лабораториялық қондырғы тізбектей жалғанған индуктивтігі «L» катушкадан, сиымдылығы «C» конденсатордан, кедергісі «R» резистордан және ток күшін өлшейтін миллиамперметрден тұрады. Кернеу, шамасын реттегіш (ИПТ) арқылы беріліп вольтметр арқылы өлшенеді. Конденсатроға параллель «K» кілт қосылған, ол тұйықталғанда ток конденсатор арқылы өтпей тек катушка арқылы ғана өтеді де, тізбектің толық кедергісі катушканың активті және индуктивті кедергісінен тұрады. Ал кілт ажыратылып тұрғанда ток конденсатор зарядтайды. Қондырғының схемасы 1-суретте көрсетілген

#### 9. Жұмысты орындау реті:

1. Кілтті қосып, тізбекке «U» кернеу бере отырып, «I<sub>1</sub>» ток күшін өлшеу керек.
2. Кілтті ажыратып I<sub>2</sub> ток күшін өлшеу керек.



1-сурет.



3. Алынған мәліметтерді пайдаланып:

а) тізбектің индуктивтілік кедергісін ( $X_L$ ) анықтау керек.  $X_L = \sqrt{\left(\frac{U}{I_1}\right)^2 - R^2}$

б) катушканың индуктивтілігін ( $L$ ) анықтау керек.  $L = X_L / \omega$  ( $\omega = 2\pi f = 314 \text{ c}^{-1}$ )

в) тізбектің сымдылық кедергісін ( $X_C$ ) анықтау керек.  $X_C = X_L \pm \sqrt{\left(\frac{U}{I_2}\right)^2 - R^2}$

г) конденсатордың сымдылығын ( $C$ ) анықтау керек.  $C = \frac{1}{\omega X_C}$

4. Басқа кернеулер үшін шамаларды жоғарғыдағыдай есептеу керек.

5.  $L_{орт}$  және  $C_{орт}$  мәндерін анықтау керек.

6. Өлшенген және анықталған шамаларды 1 кестеге енгізу керек.

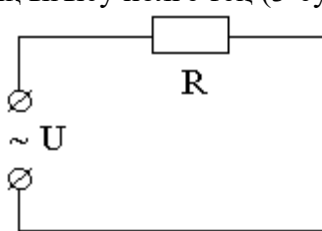
1- кесте

№	U, В	I <sub>1</sub> , А	I <sub>2</sub> , А	X <sub>L</sub> , Ом	L, Гн	X <sub>C</sub> , Ом	C, Ф	C <sub>орт</sub> , Ф
1								
2								
3								
4								

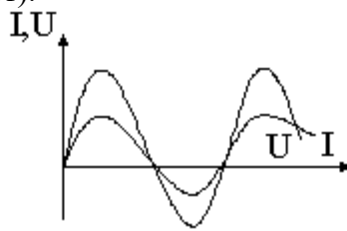
### Қысқаша теория

Айнымалы ток деп шамасы уақытқа байланысты гармоникалық заң бойынша өзгертін  $I = I_0 \sin \omega t$  токты атайды. 2-суретте тек резистор ( $R$ ) ғана бар тізбек берілген. Мұндай резисторлардың кедергілері активті деп аталады. Оларда электр энергиялары толығымен энергияның басқа түрлеріне, мысалы ішкі энергияға айналды. Ток пен кернеудің амплитудалық шамаларының « $I_0$ » мен « $U_0$ » арасындағы бұрышты фаза деп атап, оны « $\varphi$ » әрпімен белгілейді.

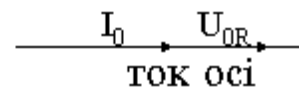
Активті кедергілерде ток пен кернеу бірдей фазада өзгереді, сондықтан оларда фазалық ығысу нөлге тең (3-сурет).



2-сурет



3-сурет



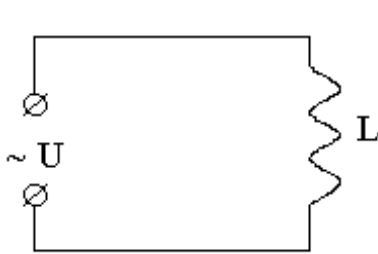
4-сурет

Гармоникалық өзгертін шамаларды векторлық диаграммамен кескіндеген ыңғайлы. Ол үшін горизонталь ось бойымен токтың амплитудалық шамасы « $I_0$ » салынады, ал кернеудің амплитудалық мәні « $U_0$ » векторын, фазаны ескере отырып токқа қатысты салады.

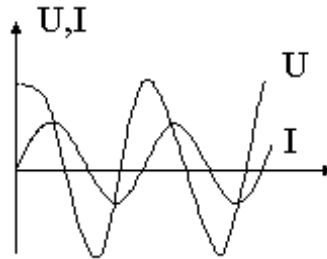
Тізбекте тек активті кедергі болған кезде резистордағы кернеу  $U_{0R} = I_0 R$  векторы горизонталь ось бойымен бағытталады. Себебі мұндай тізбектерде ток пен кернеу бірдей фазада тербелгендіктен фазалық ығысу нөлге тең (4-сурет).

Активті кедергісі өте аз, индуктивтілік  $L$  катушқасы бар тізбекте (5-сурет) кернеу ток күшінен  $\pi/2$  фаза алда жүреді (6-сурет). Бұл кезде катушкадағы өздік индукцияның электр

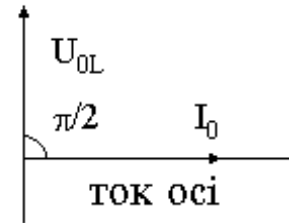
қозғаушы күші токтың өзгеруіне кедергі жасау себебінен ол кернеуден қалып қояды. 7-суретте индуктивтілігі бар тізбек үшін ток күші мен кернеудің векторлық диаграммасы берілген.



5-сурет



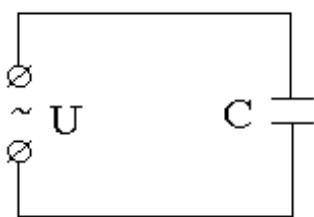
6-сурет



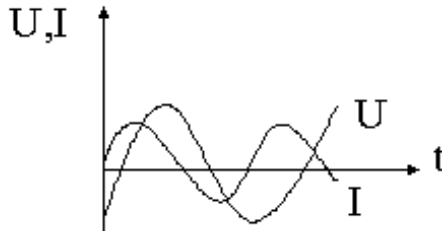
7-сурет

$U_{0L}=I_0\omega L$  шама катушкадағы кернеудің амплитудасы, ал  $X_L=\omega L$  индуктивтілік кедергі. Мұндағы  $\omega$ -айнымалы токтың циклдiк жиілігі. Индуктивтілік кедергілерінде электр энергиясының шығыны болмайды. Мұндай кедергілерді реактивті деп атайды.

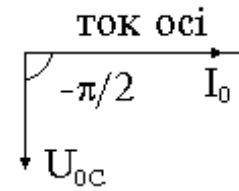
Сиймдылығы «С» конденсатор бар айнымалы ток тізбегінде кернеу ток күшінен  $\pi/2$  фаза қалып тербеледі (8,9 суреттер).



8-сурет



9-сурет

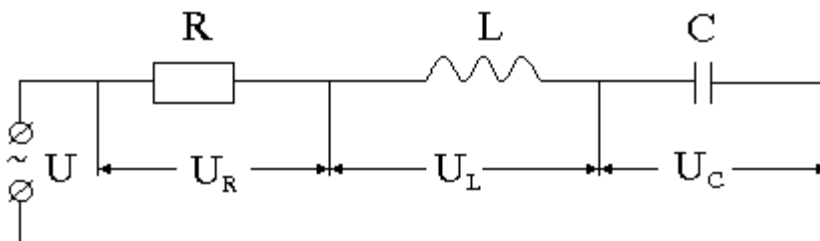


10-сурет

Векторлық диаграмма: кернеуге сәйкес келетін вектор горизонталь орналасқан ток векторы « $I_0$ » дан  $90^\circ$  бұрыш кейін салынады (10-сурет).

Сыйымдылық кедергісі  $X_C=1/(\omega C)$  тең, оның шамасы конденсатор сиймдылығы мен жиілігіне байланысты болады. Энергия шығыны болмағандықтан, сиймдылық кедергі де реактивті кедергі болады.

Реалды тізбектерде жоғарыда айтылған кедергі түрлерінің барлығы кездеседі. Енді резистордан R, катушқадан L және конденсатордан C тұратын тізбекті қарастырайық (11-сурет).



11-сурет.

Егер осындай тізбектегі ток  $I=I_0\sin\omega t$  заңымен өзгерсе, онда кернеу де  $U=U_0\sin(\omega t+\varphi)$  заңымен өзгереді. Мұндағы « $\varphi$ » –ток пен кернеу арасындағы фаза-лық ығысу.

Осындай тізбектің толық кедергісін ( $Z$ -импеданс) және фазалық ығысуын ( $\varphi$ ) анықтау үшін векторлық диаграмманы қолданайық. Егер резистордағы ( $U_{0R}$ ), индуктивті катушкадағы ( $U_{0L}$ ) және конденсатордағы ( $U_{0C}$ ) кернеудің ам-плитудалық мәндерінің векторы 12-суреттегідей болса, қорытынды кернеуді анықтау үшін осы үш кернеу

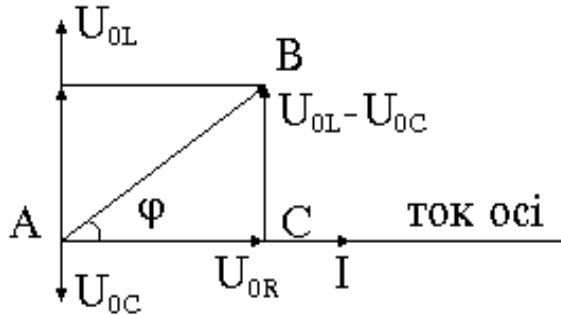
векторларын қосу керек.

Осы векторды параллелограмм әдісі бойынша қоссақ, қорытынды вектор, яғни кернеуді  $U_0 = U_{0R} + (U_{0L} - U_{0C})$  табамыз.

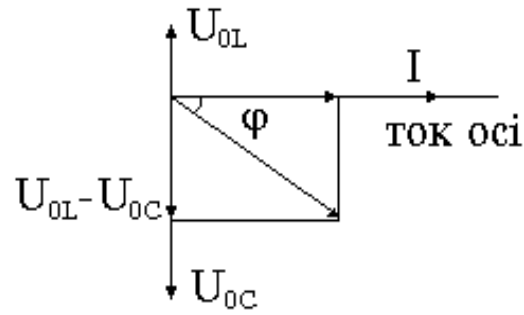
Егер  $U_{0R} = I_0 R$ ,  $U_{0L} = I_0 X_L$ ,  $U_{0C} = I_0 X_C$  ескерсек, онда 12-суреттегі ABC үшбұрышынан  $I_0^2 Z^2 = I_0^2 R^2 + I_0^2 (X_L - X_C)^2$  келіп шығады.

Мұндағы «Z» толық кедергі немесе айнымалы ток тізбегінің импедансы деп аталады.

Ол  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$  шамасына тең.



12-сурет



13-сурет

Фазалық ығысуды мына формуладан анықтауға болады:  $tg \varphi = \frac{(X_L - X_C)}{R}$ .

Соңғы өрнектен, егер  $X_L > X_C$  болса, онда  $\varphi > 0$  және қорытынды кернеу ток күшінен « $\varphi$ » бұрышына алда, егер  $X_L < X_C$  болса, онда  $\varphi < 0$  және тізбектегі қорытынды кернеу ток күшінен « $\varphi$ » бұрышына қалып тербеледі. Соңғы жағдай үшін векторлық диаграмма 13-суреттегідей болады.

Айнымалы ток тізбегі үшін Ом заңы  $I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$  түрде жазылады.

Көп жағдайда электрді өлшейтін құралдар ток пен кернеудің амплитудалық мәнінен гөрі әсерлік мәндерін өлшейді. Егер бұл мәндердің арасындағы байланысты  $I_{\text{эф}} = I_0 / \sqrt{2}$ ,

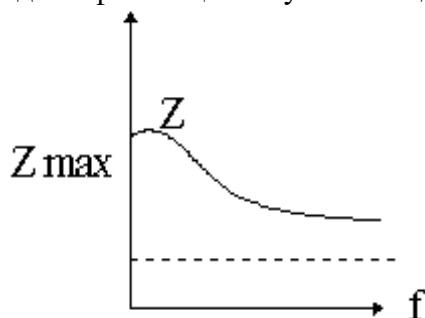
$U_{\text{эф}} = U_0 / \sqrt{2}$  ескерсек, онда Ом заңы  $I_{\text{эф}} = \frac{U_{\text{эф}}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$  түрде жазылады.

Тірі жасушалардың ұлпа аралық сұйықпен қоршалғаны, жасуша цито-плазмасы мен осы сұйықтың электролиттік қасиеті бар екені, әрі олардың өткізгіштік қабілеті нашар мембарана бөліп тұратыны белгілі. Мұндай жүйелерде статистикалық және поляризациялық сымдылық байқалды.

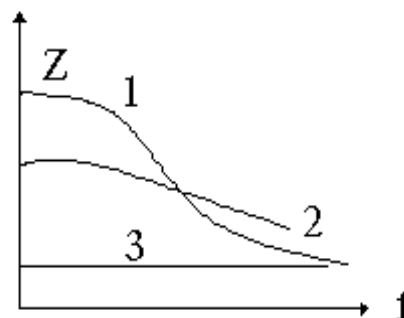
Соңғы зерттеулер тірі ұлпаның индуктивтілік қасиеті жоқ, соған сәйкес оның тек активті және сымдылық кедергісінің бар екендігін көрсетті. Тірі ұлпа арқылы айнымалы ток өткенде онда электрлік дисперсия байқалады, соның әсерінен тірі ұлпаның толық кедергісі жиілік төмендегенде белгілі шамаға дейін артады, ал жоғарылағанда ең аз мәнге ұмтылады. Электрлік дисперсия құбылысы тек тірі ұлпаға ғана тән қасиет, мысалы ұлпаның зақымдалу дәрежесіне сәйкес сызбасының тіктігі әртүрлі болады.

Ұзақ сақталған және трансплатацияланған ұлпалардың сапасын, тіршілік дәрежесін тексеруде ұлпаның электрлік өткізгіштігі немесе толық кедергісі өте ыңғайлы диагностикалық тест бола алады. Сондай-ақ тірі биологиялық ұлпалардағы фазалық ығысу

туралы көп мәлімет бере алады, мысалы: тірі ұлпа үшін 1 кГц жиілікте ток пен кернеу арасындағы фазалық ығысу  $55^{\circ}$  болады.



14-сурет



1 – тірі ұлпа

2 – зақымдалған ұлпа

3 – өлі ұлпа

15-сурет

## 7. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Замануи 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/865/)
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 <https://aknurpress.kz/reader/web/1608>
5. Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б <http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/>.
6. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 <https://aknurpress.kz/reader/web/1867>
7. 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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

## 8. Бақылау сұрақтары:

1. Айнымалы ток деп нені атаймыз?
2. Индуктивтілік және сыймдылық кедергілер қалай есептеледі?
3. Импеданс дегенеміз не?
4. Тірі ұлпаның толық кедергісінің ерекшеліктері, және оның диагностикалық қолданылуы.

## № 14 Сабақ

1. Тақырыбы: Тасымалдау құбылысы. Диффузиялық процесстер. Стационар және

стационар емес диффузия.

**2. Сабақтың мақсаты:** Заттардың селқос тасымалдау кезіндегі диффузия. Диффузияның кеңістіктегі таралуы және оның жылдамдығының өзгеруі. Мембрана арқылы дәрілердің өтімділігі мен олардың ағзаға енуі науқастың физиологиялық жай – күйіне байланысты болады.

3. Оқыту міндеттері: Диффузия құбылысының қолданылуын үйрену.

4. Оқыту және оқыту әдістері: шағын топпен жұмыс .

**5. Тақырыптың негізгі сұрақтары:**

• **Студенттің біліп келуге тиісті мәліметтері:**

-Физикада қандай процесті тасымалдану дейміз. Мысал келтір.

-Жалпы тасымалдану теңдеуі қалай жазылады.

-Диффузия механизмі.

-Диффузия қандай факторларға байланысты.

**6. Қысқаша теория.**

Диффузия деп молекулалардың жылулық қозғалысының салдарынан заттың концентрациясы көп ортадан концентрациясы аз ортаға қарай өздігінен өтуін айтады.

Фик заңы бойынша диффузияның жылдамдығы концентрация градиенті мен диффузия өтіп жатқан ауданға тура пропорционал болады:

$$\frac{dm}{dt} = -DS \frac{dl}{dx},$$

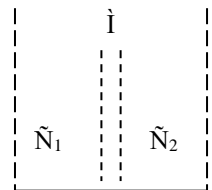
мұндағы  $dm$  – мембрана арқылы  $dt$  уақыты ішінде өткен заттың мөлшері,  $\frac{dl}{dx}$  - кон-  
центрациялық градиент,  $S$  – диффузия өтетін аудан,  $D$  – диффузия коэффициенті.

Диффузия коэффициенті – заттың табиғатына және температурасына тәуелді шама.

Концентрациялық градиент деп диффузия бағытымен зат концентрациясының әр бір ұзындық бірлігіне келетін өзгерісін айтады. Концентрациялық градиентті анықтау қиын болғандақтан, диффузияны сипатау үшін Коллендер мен Берлунд ұсынған теңдеуді пайдаланған тиімді:

$$\frac{dm}{dt} = -PS(C_1 - C_2),$$

мұндағы  $P$  - өтімділік коэффициенті диффузияның мембрана қасиеттері мен функционалдық күйіне тәуелділігін көрсетеді,  $C_1, C_2$  – заттың мембрананың ішкі және сыртқы жақтарындағы концентрациялары (сурет).



Тек кана концентрациялар айырымы салдарынан өтетін диффузияны жай диффузия деп атайды.

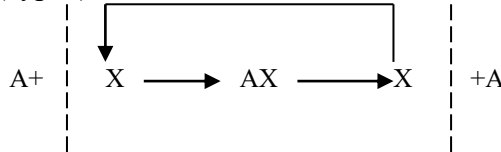
Егер мембрана ертілген заты өткізетін болса, онда ол концентрациясы жоғары жағынан концентрациясы төмен жаққа қарай өте бастайды. Бұл құбылыс концентрациялар айырымы теңескенге дейін өтеді. Зат тасымалының мұндай түрін селқос тасымал дейді.

Селқос тасымал қалай өтеді? Егер майда жақсы еритін зат болса, онда ол мембранада еріп диффузияның кәдімгі заңдарына бағына отырып, мембрана арқылы өте алады. Ал, суда еритін заттар мембранадағы каналдар арқылы өтеді. Бұл кезде де заттардың өлшемі каналдармен сәйкес келсе, мембрана арқылы өтетін тасымал диффузия заңдарына бағынады. Ал мембрана каналдарынан өлшемдері үлкен болып, өздігінен өте алмайтын заттардың (глюкоза, глицерин, аминқышқылдардың) белгілі бір концентрациялар айырымында мембрана арқылы өту жылдамдығының өте жоғары болып, Коллендер-Берлунд заңына бағынбайтындығын жеңілдетілген және алмастыру диффузияларымен түсіндіруге болады.

Жеңілдетілген диффузияны молекулалар мен иондарды тасымалдайтын, мембранада жақсы еритін арнайы заттардың көмегімен жүретін тасымал деп түсінеміз. Өздері мембранада ери алмайтын молекулалар осындай тасымалдаушы молекулалармен қосылып,



комплекс құру нәтижесінде мембрана арқылы өтеді. Тасымалдаушы молекула бос не бекітілген болып келеді (сурет).



Бір тасымалдаушы X молекуласы тасымалданатын А молекуласымен комплекс құрып, мембрана арқылы өтіп, А молекуласынан босанып, кері қайтып келіп келесі молекуланы тасуға азір болады. Ал, басқа тасымалдаушы молекулалар мембрананың бір жағынан екінші жағына өтіп жүрмей, мембрана каналында бекіп орналасқан. Бұл кезде олар тасымалданатын молекуланы бір-біріне эстафета бойынша бере отырып, мембрана арқылы клеткаға жеткізеді.

Жеңілдетілген диффузияның бір түрі – алмасу диффузиясы. Бұл кезде көмекші зат диффузияланатын А затпен комплекс құрып, мембрананың арғы бетіне қарай қозғалады. Арғы бетінде А заттың молекуласы босанады да, оның орнына В молекуласы қосылып құрылған жаңа комплекс кері қайтады.

Диффузияны жеңілдетуші комплекстердің табиғаты әлі нақтылы анықталған жоқ. Бірақ, көптеген ғалымдар болжамы бойынша клетка мембранасының липидінде ери алатын қозғалмалы комплекстер түзіледі. Осылардың көмегімен зат тасымалы жүзеге асады.

Жоғарыда айтылғандар нейтрал молекулалардың пассив тасымалын түсіндіреді. Бірақ көп жағдайда еріген зат бөлшектері зарядталған (ион) болады, мұндай бөлшектер тасымалы тек концентрациялар айырмасына емес, электр потенциалының айырмасына да тәуелді.

Сонымен, диффузия клеткадағы заттардың пассив тасымалының негізгі түрі болып табылады. Қалған пассив тасымалдар түрі су тасымалын қамтамасыз етеді. Клеткалар тіршілігінде су өте маңызды роль атқарады. Сондықтан клеткалар мен ткандердің суға деген өткізгіштігін зерттеудің маңызы зор. Су клеткалар мен ткандерге осмос, электроосмос және фильтрация арқылы өтуі мүмкін.

Судың пассив тасымалы, диффузиядан басқа, фильтрация (сіңіру) жолымен де өтеді. Бұл кезде, мембрананың екі жағындағы осмостық қысымның айырмасы су молекуласын жіңішке каналдар бойымен қозғалысқа келтіреді. Тасымал жылдамдығы Пуазейль заңы бойынша анықталады.

Тірі клеткада электрохимиялық градиент азаймалды, ол актив транспорт есесінен толықтырылып отырады. Бұл кезде зат электрохимиялық градиентке қарсы тасымалданады да, клетка жұмыс жасайды.

**6. Бағалау әдістері:** ауызша сұрау

**7. Әдебиеттер:**

- Негізгі:

1. Крэйн К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйн К.С. Замануи 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: әдістемелік нұсқаулар = Физико-химические методы анализа: методические указания = Physical-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/](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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

### 8. Бақылау:

1. Физикада қандай процесті тасымалдану дейміз. Мысал келтір.
2. Жалпы тасымалдану теңдеуі қалай жазылады.
3. Диффузия механизмі.
4. Диффузия қандай факторларға байланысты.
5. Фик теңдеуі.
6. Диффузия коэффициенті деп нені айтамыз, газдарда ол неге тәуелді.
7. Сұйықтардағы тасымалданудың ерекшеліктері.
8. Газ бен сұйықтардағы тасымалданудың айырмашылығы.

## № 15 Сабақ.

### 1. Тақырыбы: Инфрақызыл және ультракүлгін сәулелер

2. Мақсаты: Инфрақызыл және ультракүлгін сәулелердің табиғатымен танысу фармацияда қолданылуын оқып үйрену

3. Оқыту міндеттері: Фармацияда стерильдеу, кептіру әдістерінің қалай жүруін оқып Инфрақызыл сәулелерді үйрену

### 4. Тақырыптың негізгі сұрақтары:

1. Инфрақызыл сәулелер .
2. ультракүлгін сәулелер .
5. Оқыту және оқыту әдістері: шағын топпен жұмыс .

**Инфрақызыл сәуле** – көрінетін жарықтың қызыл бөлігі (0,74 мкм) мен қысқа толқынды радиосәуленің (1-2 мм) арасындағы спектр аймағына орналасқан электромагниттік сәуле. Инфрақызыл сәуле қыздыру шамын, газразряд]]ты шам шығаратын сәулелердің едәуір бөлігін құрайды.<

Кез келген жылы зат инфрақызыл сәуле шығарады.

**Инфрақызыл сәулелер** - Толқын ұзындығы 760 нм-ден 2 мм-ге ( $\lambda = 0,74$  мкм ) және ( $\lambda \sim 1—2$  мм) дейінгі аралықта жататын электромагниттік сәуле. Инфрақызыл сәуле қыздыру шамын, газразрядты шам шығаратын сәулелердің едәуір бөлігін құрайды. Инфрақызыл сәулелер электромагниттік толқындар шкаласында радиотолқындар мен көрінетін жарық арасындағы бөлікті алып жатады. Инфрақызыл сәулені 1800 жылы ағылшын ғалымы В.Гершель ашты

Инфрақызыл сәулелерінің табиғаты көрінетін жарық табиғатымен бірдей. Инфрақызыл сәулелерінің спектры жеке сызықтардан, жолақтан немесе тұтас болып келеді. Қозған атом немесе ион сызықты спектр шығарса, қозған молекула жолақ спектр шығарады. Қызған қатты немесе сұйық денелер тұтас спектрлі инфрақызыл сәулелер шығарады. Күн сәулесінің 50 пайызы инфрақызыл аймақта жатады. Электр шамынан бөлінетін сәуле энергиясының 80 пайызға жуығы инфрақызыл сәуле болып келеді. Инфрақызыл сәуленің екі маңызды сипаттамасы бар:

- толқын ұзындығы (тербеліс жиілігі)

- сәулелің интенсивтілігі.

Инфрақызыл сәулелер толқын ұзындығына байланысты үшке бөлінеді:

- жақын (0,75—1,5 мкм);
- орташа (1,5 – 5,6 мкм);
- алыс (5,6—100 мкм).

Ультракүлгін сәуле шығару — жарық сәулелері спектрінің күлгін бөлігіне іргелес орналасқан, толқын ұзындығы 400—10 нанометр (нм) аралығына сәйкес келетін электрмагниттік сәулелер. Толқын ұзындығы қысқарған сайын мөлдір денелердің оларды сіңіруі күшейе түседі, ал ұзындығы 100 нм-ден кем сәулелер толық ұсталып қалады. Көптеген ғарыш денелері, әсіресе Күн ультракүлгін сәуле шығарады. Жерге түсетін ультракүлгін сәулелер А (толқын ұзындығы 400—320 нм), В (320-290 нм) және С (290-40 нм) болып бөлінеді. "А" ультракүлгін сәулесі Жер бетіне көрінетін сәулелермен (жарық сәулелерімен) қатар келіп жетеді, айтарлықтай фотохимиялық әсері бар, мысалы, теріні "тотықтырады" (секпіл басып кетеді). "В" ультракүлгін сәулесінің едәуір бөлігі Жер атмосферасының озон қабатында 9сталынып қалады, тірі протоплазманы жою қасиеті бар. Ол көп мөлшерде әсер еткен жағдайда теріні күйдіреді, қабыршақтандырады, тері обырының кейбір түрлерінің (базальдық клеткалы ісік, терінің тікенек тәріздес клеткаларының обыры, меланома) себепші болады. Жер бетіне келіп жететін "С" ультракүлгін сәулесі толығымен дерлік атмосфера қабатында ұсталынып қалатындықтан, Жер бетіне жетпейді. Ультракүлгін сәулелер организмнің иммунитетін төмендетеді, әр түрлі көз ауруларына себепші болады.

**6. Бағалау әдістері:** ауызша сұрау

### 7. Әдебиеттер:

- Негізгі:

1. Крэйи К.С. Замануи физика. 1-бөлім: оқулық – Алматы: 2013
2. Крэйи К.С. Замануи 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 = Physical-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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/865/)
4. Атомдық және ядролық физика. Спабекова Р.С., 2015 <https://aknurpress.kz/reader/web/1608>
5. Конденсияланған күй физикасы: Оқу құралы. / Қ. Жұбанов ат. АӨМУ. - Ақтөбе: Қ. Жұбанов ат. АӨМУ БО, 2017. - 140б <http://rmebrk.kz/book/1166742rmebrk.kz/>.
6. Хамза А.Қ., Аманқұлов Т.П. Физика курсы: Оқу құралы (2-ші басылым).– Қарағанды. 2019 <https://aknurpress.kz/reader/web/1867>
7. 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/](https://elib.kz/ru/search/read_book/51/)

### 8. Бақылау:

1. Инфрақызыл сәулелер .
2. ультракүлгін сәулелер .

QNTÜSTİK-QAZAQSTAN

**MEDISINA  
AKADEMIASY**

«Qntüstik Qazaqstan medicina akademiasy» AҚ



SOUTH KAZAKHSTAN

**MEDICAL  
ACADEMY**

АО «Южно-Казакстанская медицинская академия»

Медициналық биофизика және ақпараттық технологиялар кафедрасы

«Физика» пәні бойынша тәжірибелік сабаққа арналған әдістемелік өндеу

№ 35-11(Ф)-2024

60 беттің 60-беті