

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
СОҒЛИҚНИ САҚЛАШ ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ ТИББИЁТ АКАДЕМИЯСИ
ТЕРМИЗ ФИЛИАЛИ**



**«ИНФОРМАТИКА ВА БИОФИЗИКА»
КАФЕДРАСИ**

**«БИОФИЗИКА» ФАНИДАН
ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА**

ТОШКЕНТ – 2018

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА МУНДАРИЖАСИ

Ўқув дастури	3
Ишчи ўқув дастури.....	11
Ўқув материаллари (маъруза матни).....	20
Ўқув материаллари (амалий ва лаборатория ишлари).....	90
Иловалар	173
Глоссарий.....	183
Адабиётлар рўйхати.....	199

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
СОҒЛИҚНИ САҚЛАШ ВАЗИРЛИГИ

Рўйхатга олинди:

№ БД - 2.15

2017 йил "21" 08

Соғлиқни сақлаш вазирлиги

474-с/д

2017 йил "21"



БИОФИЗИКА ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 100 000 – Гуманитар соҳа
500000 – Соғлиқни сақлаш ва ижтимоий таъминот

Таълим соҳаси: 110 000 – Педагогика
510 000 – Соғлиқни сақлаш

Таълим йўналиши: 5510100 – Даволаш иши
5111000 – Касб таълими (5510100 – Даволаш иши)
5510800 – Харбий тиббиёт (5510100 – Даволаш иши)
5510200 – Педиатрия иши

Тошкент – 2017

Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни сақлаш вазирлигининг 2017 йил
“22” 08 даги “474” сонли буйруғининг 3-илоvasи билан фан
дастури рўйхати тасдиқланган.

Фан дастури Соғлиқни сақлаш вазирлигининг Тиббиёт таълим
муассасалараро Мувофиқлаштирувчи услубий Кенгашининг 2017 йил
“24” 06 даги “2” – сонли баённомаси билан маъқулланган.

Фан дастури Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни сақлаш
вазирлигининг Тиббиёт таълим муассасалараро ишчи гуруҳ аъзолари
томонидан ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

Базарбаев М.И	- ТТА информатика, биофизика ва нормал физиология кафедраси мудир, ф-м.ф.н.
Эрметов.Э.Я	- ТТА информатика, биофизика ва нормал физиология кафедраси катта ўқитувчиси.
Собиржонов А.З.	- ТТА информатика, биофизика ва нормал физиология кафедраси ассистент.
Муллажонов И.М.	- ТТА информатика, биофизика ва нормал физиология кафедраси доцент
Нурматова Ф.Б.	Тошкент Давлат Стоматология институти, биофизика ва информатика кафедраси мудир

Такризчилар:

Исломов Ю.Н.	-Тошкент педиатрия тиббиёт институти «Биофизика ва информатика» кафедраси доценти.
Рахимова Х.Ж.	-Тошкент давлат стоматология институти, “Биофизика ва информатика” кафедраси доценти.

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашининг 2017 йил “18” 08 даги 4-сонли баённомаси билан маъқулланган.

I. Ўқув фанининг долзарблиги ва олий касбий таълимдаги ўрни

Фан ва техникавий тараққиёт жадаллашган ҳозирги даврда олий таълим тизимининг ислоҳоти, олий ўқув юртлирида фан таълими сифатини яхшилаш, хусусан, тиббиёт олий таълим муассасаларидаги ўқув жараёнининг сифатини ва омилкорлигини оширишга, тайёрланаётган мутахассисларнинг назарий билимларини, касбий маҳоратини ва кўникмаларини мустаҳкамлашга йўналтирилган.

“Биофизика” фани тиббий-биологик фан ҳисобланиб, 1-курсада таълим олаётган талабаларда ўқитилади. Мазкур фан ўқув режасида режалаштирилган умумтиббий фанлар: биология, анатомия, гистология, физиология, биологик кимё фанлари билан биргаликда ўқитилиб, уларнинг моҳиятини тушунишда муҳим ва зарур омил бўлиб хизмат қилади.

II. Ўқув фанининг мақсади ва вазифалари

Фанни ўқитишдан мақсад – бўлажак мутахассисларга организмдаги аъзо ва тизимлар фаолиятидаги физиологик жараёнларни тўғри талқин қилиш учун зарур бўлган назарий ва амалий билимларни сингдириш, организм аъзо ва туқималарида турли касалликларнинг пайдо бўлиши жараёнлари асосида биофизикавий ўзгаришларнинг бирламчилигини кўрсатишдир. Инсон организмнинг аъзо, туқима ва тизимларининг молекуляр, ҳужайра ва туқимавий биофизик хосса ва хусусиятларини тушуниш, организм ҳолатини, касалликларнинг пайдо бўлиш ва ривожланиш механизмларини ва уларни бартараф қилиш – даволашнинг янги усулларини юқори технологик савияда яратиш учун зарур бўлган замонавий физикавий билимларга эга бўлишларини таъминлашдир.

Фаннинг вазифаси - одам организми ташкилий қисмларини фаолиятини амалга оширишда физикавий ва биофизикавий қонуниятлар аҳамияти ва унда организм аъзо ва туқималарининг фаолияти асосида ётувчи умумий физикавий ва биофизикавий қонуниятларни ўрганиш, организм туқималари ва суюқликларининг механик, биоэлектрик ва оптик хоссаларини ўрганиш, уларнинг физиологик ҳолати ва анатомик тузилишида таркиб ва функциянинг бирлиги нуктаи назаридан бир бутунлигини тушуниш, ташқи муҳитнинг физикавий даволовчи ва салбий таъсирларининг асосий биофизикавий механизмлари тўғрисида тасаввурларга эга бўлиш.

Фан бўйича талабаларнинг билим, кўникма ва малакаларига қўйдаги талаблар қўйилади.

Талаба:

–Организм аъзо ва туқималарининг фаолияти асосида ётувчи умумий физикавий ва биофизикавий қонуниятларни, организм туқималари ва суюқликларининг механик, биоэлектрик ва оптик хосса ва хусусиятларини, ташқи

муҳитнинг физикавий даволовчи ва салбий таъсирларининг асосий биофизикавий механизмларини *билиши керак*;

– физикавий қонуниятларни тирик организмдаги жараёнларга тадбиқ этиш *кўникмаларига эга бўлиши керак*.

– Тиббий-биологик маълумотларни физик-техникавий асбоблар ёрдамида олиш, қайд этиш ва таҳлил этиш *малакаларига эга бўлиши керак*.

III. Асосий назарий қисм (маъруза машғулотлари)

I. Биологик тўқима ва суюқликларининг механик хусусиятлари ва молекуляр тузилиши

1- мавзу. Қаттиқ жисмлар ва биологик тўқималарнинг механик хоссалари.

Биофизика фанининг қисқача тарихи, вазифалари, назарий ва амалий тиббиёт ривожланишидаги аҳамияти.

Деформация ва унинг турлари. Биологик тўқималарнинг механик хоссалари. Одам таянч-ҳаракат аппарати, бўғинлар ва ричаглар.

2- мавзу. Товушнинг физикавий характеристикалари. Тиббиётда товушдан фойдаланиш

Товуш ва товушнинг физик ва психофизик характеристикаси. Эшитиш биофизикаси элементлари. Тиббиётда товушни ўлчашга асосланган усуллар ва асбоблар: аускультация, перкуссия, фонендоскоп, стетоскоп, фонокардиография, эхоэнцефалография.

Доплер эффекти. Ультратовушнинг диагностика ва даволашда қўлланилиши.

3-мавзу. Биореология. Биологик суюқликларнинг қовушқоқлиги. Юрак фаолиятининг физикавий асослари

Суюқликларнинг молекуляр тузилиши ва механик хоссалари.

Суюқликларнинг қовушқоқлиги. Вискозиметрия. Пуазейль формуласи. Гидравлик қаршилик. Ньютон ва ноньютон суюқликлари.

Суюқликларнинг найларда оқиши. Ламинар ва турбулент оқим. Рейнольдс сони. Сирт таранглик. Капиллярлик ҳодисалари. Газ эмболияси.

Гемодинамика. Юрак қон-томир системаси фаолиятининг физикавий асослари. Қон айланишининг механик ва электрик моделлари. Қоннинг томирларда оқиши, босим ва тезлик градиентлари. Пульс тўлқини. Юракнинг иши ва қуввати. Қоннинг капиллярларда оқиши. Сунъий қон айланиш аппарати.

4- мавзу. Термодинамика. Тирик системалар термодинамикаси

Тирик организмларда энергия манбалари. Эркин ва боғланган энергиялар. Асосий термодинамик параметрлар. Термодинамиканинг биринчи, иккинчи қонунлари ва уларнинг тирик организмга таъбиқи. Эркин энергия манбалари ва уларнинг иш бажариши усуллари. Иссиқлик баланси тенгламаси. Одам организмнинг температура баланси ва уни бошқариши турлари.

Пригожин тенгламаси. Организм ва аъзо ҳужайраларида энергия турлари, уларнинг ўзаро алмашиши усуллари ва қонуниятлари.

II. Организм тўқималарида турли ташқи таъсирлар натижасида кечадиган жараёнлар

5- мавзу. Тирик организмларда электр токи

Организм тўқималарининг электр ва магнит хоссалари. Биологик тўқима ва суюқликларнинг электр ўтказувчанлиги. Организм тўқималарининг эквивалент электр схемаси. Электр токи ҳосилавий омиллари организмга таъсирининг биофизикавий асослари.

6- мавзу. Оптика.

Ёруғликнинг хоссалари. Кўзнинг оптик тизими

Ёруғликнинг электромагнит тўлқин назарияси. Ёруғликнинг хоссалари. Ёруғликнинг дифракцияси ва интерференцияси. Оптик линзалар ва уларнинг абберрацияси. Кўзнинг оптик системаси ва унинг физик хусусиятлари. Кўриш ва ранг ажратиш сенсорикаларининг биофизикавий асослари. Кўз оптик системасининг камчиликлари ва уларни бартараф қилиши.

7- мавзу. Радиоактивлик. Ионлаштирувчи нурланишнинг организмга таъсири

Радиоактивлик. Ионлаштирувчи нурланишлар. Альфа, бетта ва гамма нурланишларнинг ҳужайра таркибий қисмини ташкил этувчи молекуляр бирлашмалари билан ўзаро таъсири. Эркин радикаллар ва уларнинг организмга таъсири. Антиоксидантлар. Активлик. Ионловчи нурларнинг дозиметрияси. Экспозицион доза. Организмнинг турли аъзоларини фаолиятини текширишда радиоактив моддалардан фойдаланиш.

I. Амалий машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотлар учун қуйидаги мавзулар тавсия этилади:

1. Физик параметрларни ўлчашда йўл қўйиладиган ҳатоликларни ҳисоблаш назарияси. Физик катталикларнинг бирликлари.
2. Организмнинг қаттиқ ва суюқ муҳитлари зичликларини аниқлаш.
3. Биомеханиканинг баъзи масалалари. Одамнинг механик иши. Эргометрия.
4. Қаттиқ жисмларнинг ва биологик тўқималарнинг Юнг модулини аниқлаш.

5. Товушнинг физик характеристикасини ва кулоқнинг эшитиш сезгирлигини аниқлаш.

6. Биологик суюқликлар қовушқоқлигини аниқлаш усулларини ўрганиш.

7. Клиникада қон босимини ўлчашнинг физик асосларини ўрганиш.

8. Термодинамика қонунларининг тирик организмга тадбиқини ўрганиш.

9. Ҳаво намлиги кўрсаткичларининг организмга таъсири физик асосларини ўрганиш.

10. Тиббиётда сирт таранглик коэффицентини аниқлашнинг аҳамияти. Сирт таранглик коэффицентини аниқлаш усулларининг ўрганиш.

11. Тиббиётда термометрия усуллари. Терможуфтни температуравий сенсор сифатида қўллашни ўрганиш.

12. Электрографиянинг физик асосларини ўрганиш.

13. Оптика асослари. Ёруғликнинг хоссалари.

14. Тиббиёт амалиётида оптикавий қонуниятлардан фойдаланиш.

15. Организм иссиқлик нурланиши. Термография ҳақида тушунча.

16. Фотометрик усулларни тиббиётда қўлланилиши.

17. Лазерлар ва улардан тиббиётда фойдаланиш. Лазер нури ёрдамида эритроцитлар диаметрини аниқлаш.

Амалий машғулотларда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини амалий масалалар, тажрибалар орқали янада бойтадилар. Машғулотлар фаол ва интерфаол усуллар ёрдамида ўтилиши, мос равишда педагогик ва ахборот технологиялар қўлланилиши мақсадга мувофиқ.

Лаборатория машғулотлар бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Лаборатория машғулотлар учун қуйидаги мавзулар тавсия этилади:

1. Қаттиқ жисмларнинг ва биологик тўқималарнинг Юнг модулини аниқлаш

2. Биологик суюқликларнинг қовушқоқлигини аниқлаш

3. Клиникада қон босимини ўлчашнинг физик асосларини ўрганиш

4. Ҳаво намлиги кўрсаткичларининг организмга таъсири физик асосларини ўрганиш

5. Терможуфтни температуравий сенсор сифатида қўллашни ўрганиш

Лаборатория машғулотлари мультимедиа қурулмалари билан ва лаборатория қурилмалари билан жиҳозланган аудиторияда ҳар бир академ. гуруҳга алоҳида ўтилади. Машғулотлар фаол ва интерфаол усуллар, илғор педагогик технологиялар ёрдамида ўтилади. Бунда кўргазмалар материаллар, видео материаллар ва ахборотлар мультимедиа қурулмалари воситаларидан фойдаланилади.

V. Мустақил таълим ва мустақил ишлар

Мустақил таълим учун тавсия этиладиган мавзулар:

1. Материянинг асосий физикавий хоссалари ва унинг турли агрегат ҳолатларидаги хусусиятлари.
2. Тажриба ўтказиш, қурилма ва ўлчов асбобларини танлаш.
3. Организм тўқималарининг зичлигини аниқлаш.
4. Организм суяқ муҳитлари зичлигини аниқлаш. Архимед қонунини ўрганиш.
5. Организмда асосий энергия алмашинув тенгламаси ва уни ташкил этувчилари.
6. Организмга ҳаво намлиги қўрсаткичининг аҳамияти.
7. Энергия ва иш. Энергиянинг сақланиш қонуни.
8. Ҳарорат ўлчов асбобларини яратиш тарихи, термометрия усуллари ва уларнинг аҳамияти
9. Куч. Айланма ҳаракат механикаси қонунлари. Масса маркази.
10. Пай ва тери намуналарини механик хоссаларини ўрганиш.
11. Ҳаракатдаги жисмнинг кинетик энергияси. Куч ва инерция моменти.
12. Суяқлик ва газлар механикаси. Босим.
13. Қовушқоқликнинг молекуляр кинетик асослари.
14. Қон томирлари орқали моддалар алмашишининг биофизикавий механизми.
15. Қон айланишининг механик ва электрик моделлари. Босимни тармоқланган найлар системасидаги тарқалиш қонуниятлари.
16. Баллистокардиографиянинг физикавий асоси.
17. Сунъий қон айланиш аппарати.
18. Қон девор томирлари орқали моддалар алмашишининг биофизикавий механизми.
19. Ошқозон-ичак трактида сўрилишнинг биофизикавий механизмлари.
20. Сирт таранглигининг молекуляр асослари. Сирт актив моддалар.
21. Электр тоқининг турли муҳитдаги табиати – диэлектриклар, ўтказгичлар ва электролитлар.
22. Электр ва магнит майдони. Организм турли тўқима ва суяқликларига электр ва магнит майдон таъсири.
23. Ўзгарувчан тоқнинг ҳосилавий градиентларини тўқималарга таъсири.
24. Организм тўқималарининг электр ўтказувчанлиги. Электр тоқининг турли муҳитдаги табиати
25. Ёруғликнинг квант ва тўлқин хоссалари
26. Атом ва квант нурланиши. Паули принципи.
27. Жисмларнинг иссиқлик нурланиши. Иссиқлик нурланиш қонунлари.
28. Электрон ва сканерловчи микроскопия.
29. Таъм ва ҳид билиш назариясининг биофизикавий асослари.
30. Тиббиётда радиоактив изотоплардан фойдаланиш.

Мустақил ўзлаштириладиган мавзулар бўйича талабалар томонидан рефератлар тайёрлаш ва уни тақдимот қилиш тавсия этилади.

Фан бўйича курс иши

Фан бўйича курс иши намунавий ўқув режада кўзда тутилмаган.

Фойдаланиладиган адабиётлар рўйхати

Асосий адабиётлар

1. Paul Davidovits. Physics in Biology and Medicine. Fourth Edition, 2013.
2. Andrey B. Rubin. Fundamentals of biophysics. Second Edition, 2014.
3. A.N.Remizov Tibbiy va biologik fizika. T.: “O’zbekiston milliy ensikopediyasi”. 2005.
4. В.О.Самойлов Медицинская биофизика, Санкт-Петербург, 2004.

Қўшимча адабиётлар

5. Физика и биофизика. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Козлова Е.К., Коржуев А.В. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012.
6. Медицинская и биологическая физика. Курс лекций с задачами : учеб.пособие. В.Н. Федорова, Е.В. Фаустов. - 2008. - 592 с.
7. Антонов В.Ф. Биофизика, Учебник для студентов вузов, 3-изд., 2006.
8. Пособие по проведению лабораторных работ по биофизике Т., I-ТашГосМи, 2004.
9. Антонов В. Ф., Архарова Г. В., Песечник В. И. Медицинская биофизика. М., ММА.: 1993.
10. Эссаулова И.А. и др. Руководство к лабораторным работам по медицинским и биологической физике.М., 1987.
11. Самойлов В.О, Медицинская биофизика, Л., 1986.
12. Кудряшов Ю. Б., Берефельд Б. С. Основы радиационного биофизике. МГУ. М.: 1982.
13. Ливенсон А. Р. Электромедицинская аппаратура. М: 1981.
14. Н.М.Ливенцев Курс физики 1, 2 том. Москва. 1981 г.
15. Ливенцев Н. М., Ливенсон А. Р. Электромедицинская аппаратура. М. 1974.
16. Хитун В.А. и др. Практикум по физике для медицинских вузов. М.: «Высшая школа», 1972 г..

Интернет сайтлари

17. <http://www.medbiophys.ru/>
18. <http://www.biophys.msu.ru/>
19. http://biophysics.spbstu.ru/useful_links
20. <http://medulka.ru/biofizika>
21. <http://www.library.biophys.msu.ru/>
22. <http://www.bio.fizteh.rg/>

Ўзбекистон Республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни сақлаш вазирлиги

Тошкент тиббиёт академияси



БИОФИЗИКА

ФАНИНИНГ ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ

Таълим соҳаси:	110000 -	Педагогика
	510000 -	Соғлиқни сақлаш
Таълим йўналишлари:	5510100 -	Даволаш иши
	5111000 -	Касб таълими (5510100-Даволаш иши)
	5510300 -	Тиббий профилактика иши

Умумий ўқув соати: 89 соат
Маъруза машгулотлар: 12 соат
Амалий машгулотлар: 54 соат
Лаборатория машгулоти: 12 соат
Мустақил таълим: 23 соат

Тошкент – 2017 й.

Фаннинг ишчи ўқув дастури Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги 2017 йил “24” августдаги 474-сонли буйруғи билан (буйруқнинг 3-илоvasи) тасдиқланган “Биофизика” фани дастури асосида тайёрланган.

Фан дастури Тошкент тиббиёт академияси Кенгашининг 2017 йил “27” августдаги “1” -сонли баёни билан тасдиқланган.

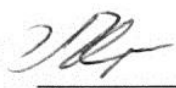
Тузувчилар:

- Базарбаев М.И. - ТТА “Информатика ва биофизика” кафедраси
мудир, физ-мат.ф.н.
- Эрметов Э.Я. - ТТА “Информатика ва биофизика” кафедраси катта
ўқитувчиси
- Собиржонов А.З. - ТТА “Информатика ва биофизика” кафедраси
ассистенти

Такризчилар:

- Исламов Ю.Н. – Тошкент педиатрия тиббиёт институти,
“Биофизика, информатика ва информатсион
технологиялар” кафедраси доценти;
- Рахимова Х.Ж. – Тошкент давлат стоматология институти,
“Биофизика ва информатика” кафедраси
доценти;

ТТА “Тиббий профилактика”
факультети декани:
2017 йил “ ____ ” _____



(имзо) М.У. Кулманова

“Информатика ва биофизика”
кафедраси мудир:
2017 йил “ ____ ” _____



(имзо) М.И. Базарбаев

1. Ўқув фани ўқитилиши бўйича услубий кўрсатмалар.

Инсон организмда содир бўладиган макрожараёнлардан ташқари, худди жонсиз табиатдаги каби молекуляр жараёнлар ҳам содир бўлади ва улар биологик системаларнинг ҳолатини белгилайди. Бундай микрожараёнларнинг физикасини тушуниш, организм ҳолатини, баъзи бир касалликларнинг табиатини тушуниш, доривор моддаларнинг таъсирини ва шу кабиларни баҳолаш учун зарурдир, ҳамда бўлғуси умумий амалиёт шифокорларида клиник фикрлаш, касаллик ва унинг белгиларини асослаш учун замин яратиб беради.

Бўлажак мутахассисларда организмдаги аъзо ва системаларнинг фаолиятидаги физиологик жараёнларни тўғри талқин қилиш учун зарур бўлган назарий ва амалий билимларни сингдириш, ҳар қандай касалликнинг пайдо бўлиши жараёнлари асосида биофизикавий ўзгаришларни бирламчилигини кўрсатишда биофизика фани муҳим ҳисобланади.

Фан бўйича талабаларнинг билим, кўникма ва малакаларига қўйдаги талаблар қўйилади. **Талаба:**

– Ташқи муҳитнинг физикавий даволовчи ва салбий таъсирларининг асосий биофизикавий механизмларини тўғрисида тасаввурларга эга бўлиш;

– Организм аъзо ва тўқималарининг фаолияти асосида ётувчи умумий физикавий ва биофизикавий қонуниятларни, организм тўқималари ва суюқликларининг механик, биоэлектрик ва оптик хосса ва хусусиятларини, ташқи муҳитнинг физикавий даволовчи ва салбий таъсирларининг асосий биофизикавий механизмларини **билиши керак**;

– физикавий қонуниятларни тирик организмдаги жараёнларга тадбиқ этиш **кўникмаларига эга бўлиши керак**.

– тиббий биологик маълумотларни физик-техникавий асбоблар ёрдамида олиш, қайд этиш ва таҳлил этиш **малакаларига эга бўлиши керак**.

2. Маъруза машғулоти

1-жадвал

№	Маърузалар мавзулари	Дарс соатлари хажми
1-семестр		
1	Қаттиқ жисмлар ва биологик тўқималарнинг механик хоссалари. Товушнинг физикавий характеристикалари. Тиббиётда товушдан фойдаланиш.	2
2	Биореология. Биологик суюқликларнинг қовушқоқлиги. Юрак фаолиятининг физикавий асослари.	2
3	<i>Термодинамика. Тирик системалар термодинамикаси.</i>	2
4	Тирик организмларда электр токи.	2
5	<i>Оптика. Ёруғликнинг хоссалари. Кўзнинг оптик системаси.</i>	2

6	Радиоактивлик. Ионлантирувчи нурланишнинг организмга таъсири.	2
---	---	---

Жами

12 соат

Маъруза машғулотлари мультимедиа қурулмалари билан жиҳозланган аудиторияда академ. гуруҳлар оқими учун ўтилади.

3. Амалий машғулотлар

2- жадвал

№	Амалий машғулотлар мавзулари	Дарс соатлари ҳажми
1-семестр		
1	Физик параметрларни ўлчашда йўл қўйиладиган хатоликларни ҳисоблаш назарияси. Физик катталикларнинг бирликлари	3
2	Организмнинг қаттиқ ва суюқ муҳитлари зичликларини аниқлаш	3
3	Товушнинг физик характеристикасини ўрганиш	3
4	Қулоқнинг эшитиш сезгирлигини аниқлаш	3
5	Қовушқоқ суюқлик ичида жисмлар ҳаракатини ўрганиш (Стокс)	3
6	Клиникада қон босимини ўлчашнинг физик асосларини ўрганиш	3
7	Термодинамика қонунларини тирик организмга тадбиқини ўрганиш	3
8	Тиббиётда сирт таранглик коэффицентини аниқлашнинг аҳамияти. Сирт таранглик коэффицентини аниқлаш усулларинини ўрганиш.	3
9	Электр ва магнит майдон. Уларнинг тирик организмларга таъсирини ўрганиш	3
10	Электрографиянинг физик асосларини ўрганиш.	3
11	Оптика асослари. Ёруғликнинг хоссаларини ўрганиш. Ёруғликнинг тўлқин узунлигини дифракцион панжара ёрдамида аниқлаш	3
12	Тиббиёт амалиётида оптиквий қонуниятлардан фойдаланиш. (Рефрактометр)	3
13	Фотометрик усулларни тиббиётда қўлланилиши	3
14	Фотоэлектрокалориметр ёрдамида суюқликнинг оптик зичлигини ва ўтказувчанлигини аниқлаш	3

Жами

42 соат

Амалий машғулотлар мультимедиа қурулмалари билан жиҳозланган аудиторияда ҳар бир академ. гуруҳга алоҳида ўтилади. Машғулотлар фаол ва интерфаол усуллар, илғор педагогик технологиялар ёрдамида ўтилади. Бунда кўргазмалар, видео материаллар ва ахборотлар мультимедиа қурулмалари воситаларидан фойдаланилади.

4. Лаборатория машғулотлар

Лаборатория машғулотлар ўқув режада кўзда тутилмаган.

№	Амалий машғулотлар мавзулари	Дарс соатлари ҳажми
1-семестр		
1	Лаборатория иши №1 Қаттиқ жисмларнинг ва биологик тўқималарнинг Юнг модулини аниқлаш	3
2	Лаборатория иши №2. Қовушқоқ суяқликларнинг трубаларда ҳаракатини ўрганиш (Оствальд Пинкевич)	3
3	Лаборатория иши № 3. Ҳаво намлиги кўрсаткичларининг организмга таъсирини физик асосларини ўрганиш	3
4	Лаборатория иши №4. Терможуфтни температуравий сенсор сифатида қўллашни ўрганиш	3

Жами

12 соат

Лаборатория машғулотлари мультимедиа қурулмалари билан ва лаборатория қурилмалари билан жиҳозланган аудиторияда ҳар бир академ. гуруҳга алоҳида ўтилади. Машғулотлар фаол ва интерфаол усуллар, илғор педагогик технологиялар ёрдамида ўтилади. Бунда кўргазмалар материаллар, видео материаллар ва ахборотлар мультимедиа қурулмалари воситаларидан фойдаланилади.

5. Мустақил таълим

4-жадвал

№	Мустақил таълим мавзулари	Даволаш, Касб таълими
1	Организм суяқ муҳитлари ва тўқималарининг зичлигини аниқлаш. Архимед қонунини ўрганиш.	2
2	Организмда асосий энергия алмашинув тенгламаси ва уни ташкил этувчилари.	2
3	Организмга ҳаво намлиги кўрсаткичларининг аҳамияти.	2
4	Ҳарорат ўлчов асбобларини яратиш тарихи, термометрия усуллари ва уларнинг аҳамияти	2
5	Пай ва тери намуналарини механик ҳоссаларини ўрганиш.	2
6	Қон томирлари орқали моддалар алмашишининг биофизикавий механизми.	2
7	Сунъий қон айланиш аппарати.	1
8	Қон девор томирлари орқали моддалар алмашишининг биофизикавий механизми.	2
9	Ошқозон-ичак трактида сўрилишнинг биофизикавий механизмлари.	2
10	Ўзгармас ва ўзгарувчан токнинг ҳамда электр ва магнит майдоннинг организм турли тўқима ва суяқликларига таъсири.	2
11	Ёруғликнинг квант ва тўлқин ҳоссалари. Фотобиологик жараёнларнинг физикавий асослари	2
12	Тиббиётда радиоактив изотоплардан фойдаланиш.	2

Жами

23 соат

Мустақил ўзлаштириладиган мавзулар бўйича талабалар томонидан рефератлар тайёрланади ва уни тақдироти ташкил қилинади.

Фан бўйича курс иши. Фан бўйича курс иши намунавий ўқув режада ва дастурда режалаштирилмаган.

6. Фан бўйича талабалар билимини баҳолаш ва назорат қилиш меъзонлари

Баҳолаш усуллари	Экспресс тестлар, ёзма ишлар, оғзаки сўров, презентациялар.		
Баҳолаш мезонлари	<p style="text-align: center;">86-100 балл «аъло»</p> <ul style="list-style-type: none"> – фанга оид назарий ва услубий тушунчаларни тўла ўзлаштира олиш; – фанга оид кўрсаткичларни мантиқий таҳлил қилишда ижодий фикрлай олиш; – ўрганилаётган жараёнлар ҳақида мустақил мушоҳада юритиш; – амалий ва лаборатория ишларида олинган катталикларни турли бирликлар системасида ифодалай олиш; – ўрганилаётган жараёнга таъсир этувчи физик омилларни аниқлаш ва уларга тўла баҳо бериш; – таҳлил натижалари асосида физик қонуниятга тўғри баҳо бериш; – организмда кечаётган физик ҳодиса, жараён тўғрисида тасаввурга эга бўлиш; – ўрганилаётган жараёнларни аналитик жадваллар, графиклар орқали ифодалаш, таҳлил этиш ва тегишли хулоса чиқариш. <p style="text-align: center;">71-85 балл «яхши»</p> <ul style="list-style-type: none"> – ўрганилаётган жараёнлар ҳақида мустақил мушоҳада юритиш; – таҳлил натижаларини тўғри акс эттира олиш; – организмда кечаётган физик ҳодиса, жараён тўғрисида тасаввурга эга бўлиш; – ўрганилаётган жараёнга таъсир этувчи физик омилларни аниқлаш ва уларга тўла баҳо бериш; – ўрганилаётган жараёнларни аналитик жадваллар, графиклар орқали ифодалаш, таҳлил этиш ва тегишли хулоса чиқариш <p style="text-align: center;">55-70 балл «қониқарли»</p> <ul style="list-style-type: none"> – ўрганилаётган жараёнга таъсир этувчи физик омилларни аниқлаш ва уларга тўла баҳо бериш; – организмда кечаётган физик ҳодиса, жараён тўғрисида тасаввурга эга бўлиш; – ўрганилаётган жараёнларни аналитик жадваллар, графиклар орқали ифодалаш, таҳлил этиш ва тегишли хулоса чиқариш. <p style="text-align: center;">0-54 балл «қониқарсиз»</p> <ul style="list-style-type: none"> – ўтилган фаннинг назарий ва услубий асосларини билмаслик; – организмда кечаётган физик ҳодиса ва жараёнларни таҳлил этиш бўйича тасаввурга эга эмаслик; – ўрганилаётган физик жараёнларга қонуниятларни қўллай олмаслик. 		
	Рейтинг баҳолаш турлари	Макс.балл, %	Ўтказиш вақти
	Жорий назорат:	50	
	Амалий ва маъруза машғулотларда фаоллиги, мунтазам равишда конспект юритиши, ҳисоблаш-	5	Семестр давомида

	график ишларини юритганлиги, тажриба натижаларини конспект дафтарда тўғри акс эттиргани учун		
	Мустақил таълим топшириқларининг ўз вақтида ва сифатли бажарилиши	5	
	Амалий машғулотларда фаоллиги, саволларга тўғри жавоб берганлиги, амалий топшириқларни тўғри ва сифатли бажарганлиги, олган натижалари асосида тўғри хулоса чиқарганлиги учун	40	
	Оралиқ назорат	20	
	Биринчи оралиқ назорат тест ва оғзаки сўров шаклда амалга оширилади.	10	9- ҳафта
	Иккинчи оралиқ назорат фақат тест шаклда амалга оширилади. Оралиқ назоратни ўтказиш вақти ўқув бўлими томонидан тасдиқланган график асосида кафедрада ўтказилади.	10	14-ҳафта
	Яқуний назорат	30	18 ҳафта
	Яқуний назорат икки босқичда амалга оширилади. Биринчи босқичда бажарилган лаборатория ва амалий машғулотлар асосида амалий кўникма шаклида ўтказилади.	15	
	Иккинчи босқичда тест марказида тест топширилади	15	
	ЖАМИ	100	

7. Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлар ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Paul Davidovits. Physics in Biology and Medicine. Fourth Edition, 2013
2. A.N.Remizov Tibbiy va biologik fizika. T.: “O’zbekiston milliy ensiklopediyasi”. 2005
3. В.О.Самойлов Медицинская биофизика, Санкт-Петербург, 2004.

Қўшимча адабиётлар

4. Н.М. Ливенцев. Физика курси. Т. 1978.
5. Qodirov O va boshq Fizika kursi. T.:2005.
6. Тиббиёт физикаси фанидан амалий машғулотлари бўйича услубий қўлланма. Т., I-ТошДавТИ, 2004.
7. А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. М., 2013.
8. Nico A.M. Compendium of Medical Physics, Medical Technology and Biophysics. Academic Medical Center University of Amsterdam. 2009
9. Andrew W. Wood. Physiology, Biophysics, and Biomedical Engineering. 2012
10. Рубин А. Б. Биофизика. 1-2 т. М., 2004.
11. Антонов В.Ф и др, Медицинская биофизика. Физические поля организма человека. М., 1993.
12. Рубин А. Биофизика клеточных процессов ,2-х т. Изд.МГУ, 2005.
13. Кудряшов Ю. Б., Берефельд Б. С. Радиацион биофизика асослари. МГУ. М.: 1982.
14. Ливенсон А. Р. Электромедицинская аппаратура. М: 1981.
15. Ливенцев Н. М., Ливенсон А. Р. Электромедицинская аппаратура. М. 1974.
16. Владимиров Ю. А. ва бошқалар. Биофизика. М., 1983.
17. Эссаулова И.А. и др. Руководство к лабораторным по медицинским и биологической физике. М., 1987.
18. Антонов В. Ф., Архарова Г. В., Песечник В. И. Медицинская биофизика. М., ММА.: 1993.
19. Антонов В. Ф., Вознесенский С.А., Черныш А. М. Медицинская биофизика. М., ММА.: 1991.

Интернет сайтлари

20. <http://biophys.ru/>
21. <http://studentam.net/>
22. <http://booka.ru/>
23. <http://medbiophys.ru/>
24. <http://medoborud.ru/>
25. <http://astana.all.biz/>
26. <http://medulka.ru/biofizika/books-page/1>
27. <http://biophysics.wisc.edu/>
28. <http://biophysics-world.com/>
29. <http://biophysics.com/>
30. <http://bu.edu/biophysics/m/>

**БИОФИЗИКА ФАНИДАН
МАЪРУЗА МАТНЛАРИ**

1-MA'RUZA

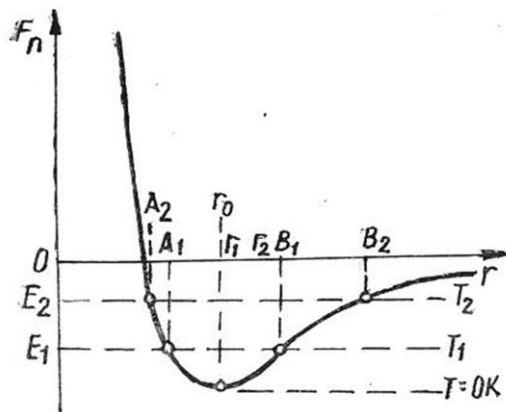
QATTIQ JISMLAR VA BIOLOGIK TO'QIMALARNING MEXANIK XOSSALARI

Qattiq jismning o'ziga xos hususiyatlaridan biri o'z shaklini saqlab qolishidir. Qattiq jismlarni kristall va amorf jismlarga ajratish mumkin.

KRISTALL VA AMORF JISMLAR. POLIMERLAR

Kristall holatning farqli xossasi anizotropiyadir, ya'ni fizik (mexanik, issiqlik, elektrik, optik) xossalarning yo'nalishga bog'liq bo'lishidir.

Kristallar anizotropiyasining sababi ularni tashkil etgan atom va molekularning tartibli joylashishidan iborat bo'lib ayrim monokristallarning tashqi ko'rinishi muntazam geometrik shaklda bo'lishida namoyon bo'ladi. Biroq, odatda, kristall jismlar polikristallari bir-biri bilan tutashib, tartibsiz joylashgan ayrim kichkina kristalchalar (kristallitlar) shaklida uchraydi. Bu holda anizotropiya kristallitlar chegarasidagina kuzatiladi.



1.1-rasm

Kristall atomlari va molekularining tartibli joylashishlari kristall (fazoviy) panjarani tashkil etib, geometrik muntazam strukturalarning tugunlarida joylashishlari bilan tushuntiriladi.

Panjara tugunlarida turgan zarrachalarning tabiati va o'zaro ta'sir kuchlarining xarakteriga qarab kristall

panjarani bir-biridan farq qiluvchi to'rt xil turga ajratish mumkin: ionli, atomli, metall va molekulyar panjaralar.

Ionli kristallning kristall panjarasi tugunlarida turli xil ishorali ionlar turadi. Ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchlari asosan Kulon kuchlaridir. Bunday kristall umuman bir butun molekula sifatida qaraladi. Atom kristall panjarasi tugunlari neytral atomlar bilan band bo'lib, ular orasida kovalent bog'lanishli ta'sirlar mavjud. Metall panjaraning barcha tugunlarida metallning musbat ionlari joylashgan. Ular orasida elektronlar xaotik harakatlanadi. Ionlar va elektronlar sistemasi metall bog'lanishni hosil qiladi. Molekulyar kristallning kristall panjarasi tugunlarida ma'lum bir yo'nalishda joylashib,

o'z o'rinlarida molekulararo o'zaro ta'sir tufayli ushlanib turuvchi molekular joylashgan.

Kristall ichidagi har qanday turdagi zarrachalarning bir-biri bilan o'zaro ta'siri potentsial E_p energiyasining ular orasidagi masofa r ga bog'lanishi orqali ifodalanadi (1.1-rasm). Egri chiziq minimumga nisbatan simmetrik emas. O'zaro ta'sirlashuvni zarrachalar orasidagi r_0 masofa $T=0^0K$ bo'lganda potentsial energiyaning minimumiga mos keladi. Aytaylik, T_1 haroratda kinetik va potentsial energiyalar yig'indisi E_1 bo'lsin. Bu zarrachaning A_1 va B_1 nuqtalar orasida tebranayotganini ko'rsatadi. Ikki zarracha orasidagi o'rtacha masofa $r_1 = (|OA_1| + |OB_1|)/2$ Agar $T_2 > T_1$ bo'lganda zarrachaning energiyasi $E_2 > E_1$ bo'lib, A_1 va A_2 orasida tebranadi. Zarrachalar orasidagi o'rtacha masofa $r_2 = (|OA_2| + |OB_2|)/2$ potentsial energiya o'zgarishini ko'rsatuvchi egri chiziq nossimmetrik bo'lgan uchun zarrachalar orasidagi o'rta masofa harorat ortishi bilan ortib boradi: $0K < T_1 < T_2 < T_3 \dots$ bo'lganda $r_0 < r_1 < r_2 < r_3$ ya'ni jismlarning issiqlikdan kengayishiga sabab bo'ladi. Amorf jismlarning asosiy makroskopik xususiyati ular xossalariining tabiiy izotropiyasida va jismlarning ichki tuzilishiga ko'ra muayyan aniq erish nuqtasining yo'qligidir.

Amorf holda bo'lgan jismlar ichki tuzilishlaridagi eng muhim bo'lgan xususiyat kristall holat uchun xos bo'lgan uzoq tartibning yo'qligi, ya'ni butun jism bo'yicha atom va atomlar gruppasining barcha yo'nalishlardagi joylashishlarida jiddiy takrorlanishning yo'qligidir.

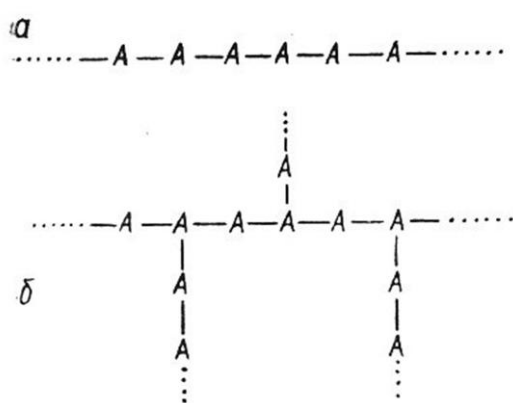
Shu bilan birga amorf holdagi moddalarda yaqin tartib, ya'ni yondosh zarrachalar joylashishida muayyan tartib mavjuddir. Masofa ortishi bilan bu tartib kamayib boradi. Amorf jismlar ichki tuzilishlarida zarrachalar kam tartibli bo'lgani sababli bir xil sharoitlarda kristallarga qaraganda katta solishtirma hajmga, entropiyaga va ichki energiyaga ega bo'ladi.

Bu jismlarning kichik bosimlar va yuqori temperaturalarda etarlicha muovzanatli holatini yuzaga keltirilishi zarrachalarning ma'lum bir vaziyatda joylashishiga va ular orasidagi masofalarga bog'liq. Yuqorida aytilganlarga asosan amorf jismlar ko'rsatilayotgan tashqi ta'sirlarning tezligiga qarab elastik yoki oquvchan bo'lib qolishi mumkin. Masalan, qora qum parchasi idish ichiga qo'yilsa, uzoq vaqtdan so'ng u idish

shaklini egallaydi, ya'ni oquvchanlik xossasini namoyon qiladi. Agar shu qora qum parchasi bolg'a bilan urilsa, xuddi mo'rt jism kabi parchalanib ketadi.

Amorflik holati ximiyavi tabiati turlicha bo'lgan moddalarga xosdir. Moddalar kichik bosim va yuqori haroratli holatlarda etarlicha harakatchandir; past molekulyar moddalar suyuq holda, yuqori molekulyar holatda esa yuqori elastiklik holatida bo'ladi. Haroratning pasayishi va bosimning oshuvi amorf jismlarning harakatchanligini kamaytiradi va ularning hammasi qattiq jism bo'lib qoladi. Qattiq amorf holatni boshqacha shishasimon holat deb ham aytiladi.

Molekulalari ko'p miqdordagi atomlardanyo ki atom gruppalaridan tuzilgan vaximiyaviy bog'lanishlar bilan birlashtirilgan uzun zanjir ko'rinishidagi moddalar polimerlar deyiladi. Polimerlarning ximiyaviy tuzilishlarining o'ziga xos xususiyatlari ularning maxsus fizik xossalarini yuzaga keltiradi.



1.2-rasm

Polimerlar past molekulyar moddalardan o'zining mexanik xossalari bilan keskin farq qiladi. Ma'lumki, qattiq jismlarning juda kichik qaytuvchan deformatsiyalarida kata mustahkamlik xarakterli. Suyuqliklar juda kichik mustahkamlikka ega bo'lsada, chegaralanmagan deformatsiyalanish

xosasiga ega. Polimerlar-mexanik xossalari jihatidan qattiq jism va suyuqliklar xossalarining birlashmasidan tashkil topgan materiallardir: ular etarlicha mustahkam va shu bilan birga etarlicha katta qaytuvchan deformatsiyalanish qobiliyatiga ega.

Deyarli barcha jonzotdan va o'simliklardan olingan materiallar, masalan, jun, muguz, soch, ipak, paxta, tabiiy kauchuk va boshqalar, shuningdek, turli genetik materiallar-sintetik kauchuk, plastmassalar, tola va boshqalar ham polimer materiallar hisoblanadi.

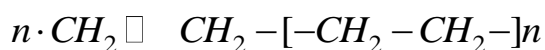
Ko'pchilik tabiiy polimer materiallar oqsil moddalardir. Sodda oqsillar-albumin, glabulin; murakkab oqsillar-kazein, keratin va kollagenlar. Agar tarkibida 85% gacha uglevodlar asosan polisaxaridlar mavjud bo'lib, ular ham polimerlar hisoblanadi.

Polimerlar mexanik xossalari bilan birga yana boshqa maxsus xossalarga ham egadir. Masalan, ularning eritmaları katta yopishqoqlikka ega. Eritma ustidagi erituvchi bug‘ning elastikligi juda kichik, ammo osmotik bosimi esa ideal eritmalarnikiga qaraganda kattadir. Polimerlar suyuqliklarda juda shishib ketish qobiliyatiga egadir.

Polimer molekularining uzun zanjirsimon joylashishi plyonka va tolalarning hosil bo‘lishiga imkon beradi.

Hozirgi paytda polimerlardan keng sur‘atda diaelektriklar sifatida foydalanilmoqda.

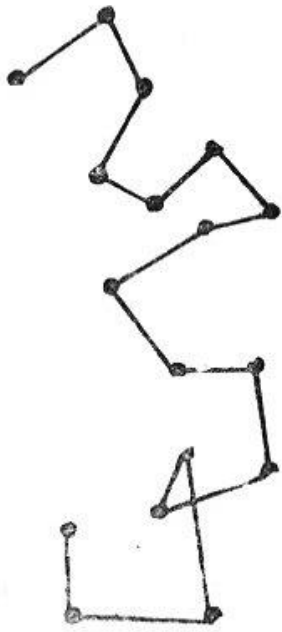
Etilen molekularining birikmasidan hosil bo‘ladigan monomer zvonolarining juda ko‘p marotaba takrorlanishlaridan iborat makromolekulalar yoki polimerlar zanjiri, organik polimerlarning oddiy turi polietilendir:



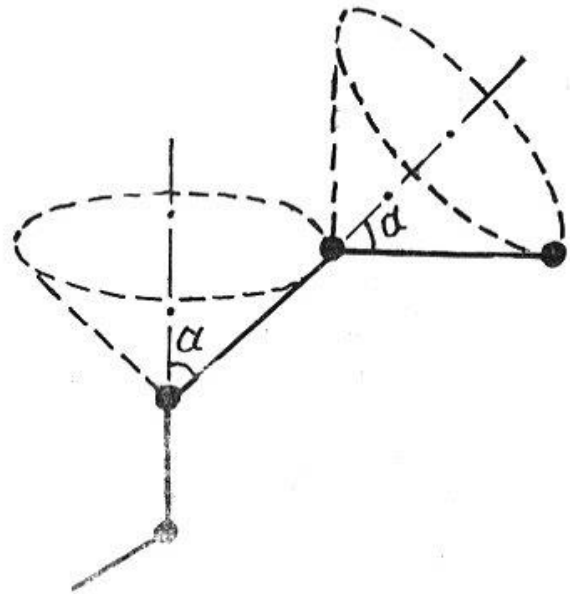
Polietilen — chiziqli polimerlar vakilidir. Chiziqli polimer deb makromolekulalari uzun bir o‘lchovli zanjirlardan tuzilgan polimerlarga aytiladi (1.2-a rasm, A — manomer zvenosi). Tarmoqlangan polimer asosiy zanjirlardan tashqi yon shoxlarga — yon zanjirlarga ega (1.2-b rasm).

Bir-birlari bilan fazoviy to‘r hosil qilib birlashgan uzun zanjirlardan iborat polimerlar to‘rsimon yoki fazoviy bo‘lib, bir xil polimerlardan tuzilgani esa gamopolimerdir. Zanjirlari har xil manomer halqalardan tuzilgan polimer birikmalari esa geteropolimer deb hisoblanadi.

Polimer makromolekulasi qattiq bo‘lmaydi. Issiqlik harakati ta‘sirida yoki tashqi maydon ta‘sirida uning tashqi ko‘rinishi o‘zgarishi mumkin. Bu o‘zgarishlar konformatsion aylanishlar deyiladi.



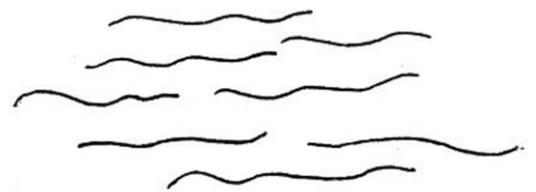
1.3-rasm



1.4-rasm

Erkin bo‘g‘imlangan zanjir (1.3-rasm) juda elastik bo‘ladi. Bunday zanjirda valentli bog‘lanishlar orasidagi burchaklar aniqlangan emas va ular atrofidagi aylanishlar erkin bo‘ladi.

Real polimerlar zanjirida valentli burchaklar — ma’lum qiymatga ega bo‘ladi (1.4-rasm). Bu esa zanjirdagi bir bo‘g‘in vaziyatining undan oldingi bo‘g‘in vaziyatiga bog‘liqligiga olib keladi. Bunday zanjir erkin bo‘g‘imlanganiga qaraganda kam sonli konformatsiyani qabul qiladi, lekin katta egiluvchanlik qobiliyatiga ega.



1.5-rasm

Makromolekulalar halqalarning issiqlik harakati tufayli xilma-xil konformatsiyalarni egallaydi. Bir tomonidan ularning oxirgisi chetga qattiq to‘g‘ri tayoqcha bo‘lib, ikkinchi tomondan dum-dumaloq bo‘lib olgan (globula) elastik zanjirdir.

Makromolekulalar yuz millionlab va hatto milliardlab nisbiy molyar massaga ega bo‘lib, juda katta o‘lchamlarga ega bo‘lishi mumkin. Polimerlar o‘lchami juda katta bo‘lgani tufayli ularning qaynash harorati haddan tashqari yuqori bo‘ladi (katta o‘lchamli molekulalarni bug‘lantirish uchun katta energiya talab qilinadi). Bundan

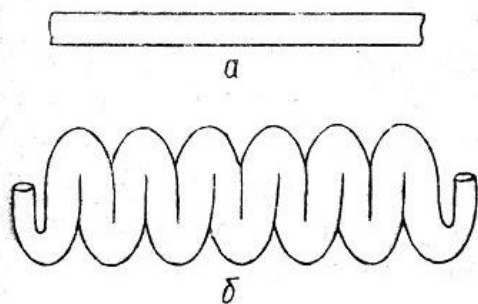
hamma polimerlarda ajralish harorati qaynash haroratidan past bo'lib, ularda gaz holatda bo'lish yuz bermaydi.

Demak, polimerlar kondensatsiyalangan holatda: suyuq yoki qattiq holatda bo'ladi. Qattiq polimerlar orasida amorf va kristall polimerlarni farq qilish olzim bo'ladi.

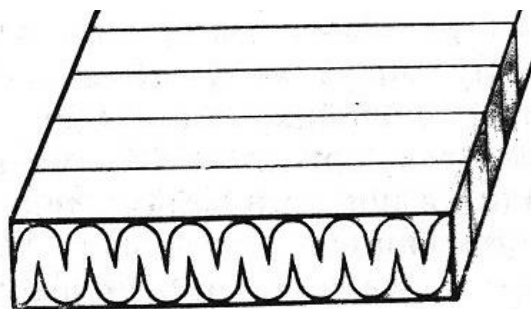
Amorf polimer yuqori elastiklik holatida kuchli deformatsiyalanish xossasiga (1000% gacha) ega bo'lib, uning deformatsiyalanishida qaytmas oqim mavjud bo'lmay, qaytuvchanlik mavjuddir. Shu ma'noda o'taelastik holat suyuqlik va qattiq holat orasidagi oraliq holatdir. Yuqori elastiklik holati polimer makromolekulalarining egiluvchanligi tufayli yuz beradi.

Polimerlarning hamma holatlarida makromolekulalari ozmi-ko'pmi tartibla holatda joylashganligi sababli molekulyar strukturaga qaraganda yuqori strukturali holatga olib keladi. Polimerlarni nafaqat kristall holatda, balki amorf holatda ham juda ko'p xilma-xil yuqori molekulyar strukturalar orqali xarakterlanishi bizga ma'lum. Bunday strukturalarning birlamchi elementlari globullalarga yig'ilgan yoki chiziqli makromolekulardek cho'zilib ketgan polimer molekulalaridir. Globulalar bir-biri bilan kontaktlashganda juda ko'p, ayrim hollarda 1000 tagacha bo'lgan globulyar strukturalar hosil bo'lishi mumkin. Iyiq makromolekulalarning kontaktlashuvida cho'zinchoq pachkalar (1.5-rasm) paydo bo'lib, bir joyda g'oyib bo'luvchi, boshqa joyda esa paydo bo'luvchi va shu bilan birga uzoq muddat yashovchi flyuktuatsion tabiatga ega.

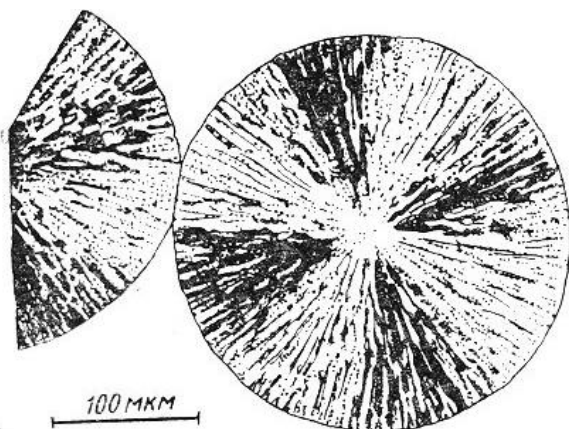
Eng sodda polimer pachkalari yuqori molekulyar strukturalari zanjiri; kristall bo'lmagan va kristall polimerlarda ham hosil bo'ladi. Kristallanishda pachkalar "lenta" shaklida bo'lib yig'iladi. 1.6-a rasmda to'g'rilangan holda tasvirlangan, 1.6-b rasmda esa pachkalar "lenta" shaklida to'plangan. Sirt tarangligini kamaytirishga intilish esa lentalarini plastinkalardan iborat qatlamlarga to'planishiga (1.7-rasm) sferolitlar (1.8-rasm) yoki yakka kristallar hosil bo'lishiga olib keladi (1.9-rasmda tamaki nikroz virusining yakka kristali berilgan).



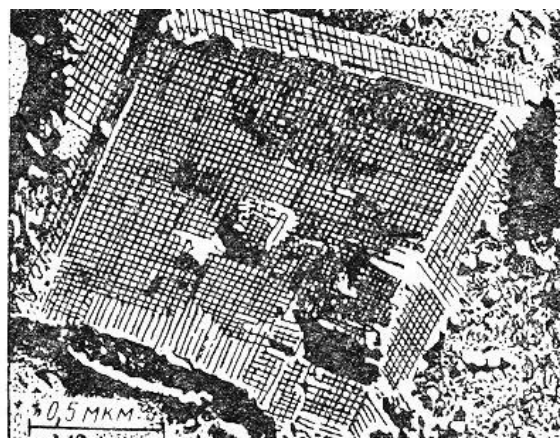
1.6-rasm



1.7-rasm



1.8-rasm



1.9-rasm

Yuqori molekulyar strukturalarni akademik V.A.Kargin to'rtta asosiy turga ajratgan: globulyar struktura (yakka molekulalar yoki molekulyar gruppalari yig'ilgan), polosali struktura (yuqori elastik holatdagi barcha polimerlar strukturasi), fibrillyar struktura (chiziqli pachkalar yoki ularning cho'zinchoq shaklini saqlovchi to'plamlari), yirik struktura (sferolitlar, yakka kristallar va hokazo).

Yuqori molekulyar strukturalarning o'lchami va shakli polimerlarning mustahkamligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Masalan, kichik sferolitli nusxalar katta mustahkamlikka va yaxshi elastiklik xususiyatiga ega bo'lib, yirik sferolitli nusxalar esa mo'rtlik bilan buzilib ketadi.

Yuqorida aytiganlardan ko'rinib turibdiki, polimerlar juda qimmatli fizik-ximiyaviy xossalar to'plamiga ega ekan, ularning bunday xossalaridan fan va texnikaning turli sohalarida, jumladan, tibbiyot maqsadlarida ham keng qo'llaniladi.

Polimerlardan polietilen, polivinilxlorod va boshqalar bosim ostida yaxshi ishlov beriladi, shuning uchun ulardan har xil meditsina asboblari va moslamalari yasaladi.

Teflon, kapron va lavsan, milar, silastik polimer yuqori xmmiyaviy chidamlilikka ega, shu sababli ularni organizmning ichki qismlari protezlarini (qon tomirlar, yurak klapanlari, paylar, ko‘zga yopishuvchi linzara va h.k.) yasashda foydalaniladi. Polivinilpirrolidon eritmasi — qon plazmasi o‘rnini bosadi.

Hozirgi paytda sun‘iy buyrakda ichida tsellofandan yasalgan membranalar qo‘llaniladi. Bunday membranalar oqsil va qon membranasi hujayrasi elementlarini ushlab qoladi. Kislorod va uglerod (II) oksidiga nisbatan juda yaxshi o‘tkazuvchanlik qobiliyatiga ega bo‘lgan silikon membranalari sun‘iy o‘pkalar yasash borasida sinov ishlari o‘tkazilmoqda.

Tibbiyot maqsadlari uchun to‘qima elimlari katta qiziqish uyg‘otadi, masalan, plynka shaklida tez polimerlanuvchi alkil α tsianokrilatlar,

n butil α tsianokrilat kabilar meditsina uchun juda katta qiziqishga ega, luardanyaralarni chok qo‘ymasdan bekitishda foydalaniladi.

Yuqori molekulyar birikmalarga yana biopolimerlar ham kiradi; biopolimerlar barcha yirik organizmlar strukturasi asosini tashkil etib, ularning hayotiy faoliyatlarida muhim ahamiyatga ega. Bular oqsillar, nuklein kislotalari, polisaxaridlar, glikoproteidlar, lipoprotsizlar, glikolipidlar va boshqalar.

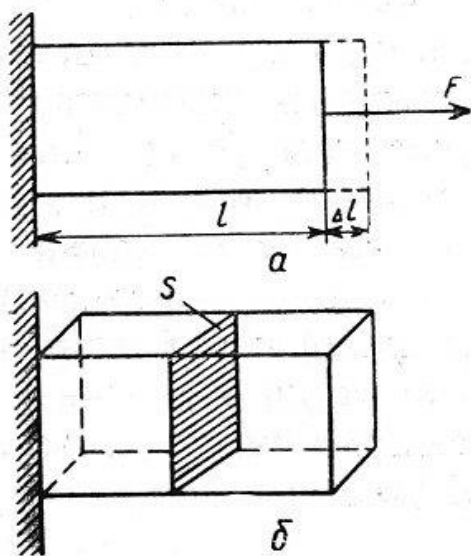
QATTIQ JISMLARNING MEXANIK XOSSALARI

Jism nuqtalari vaziyatlarining o‘zaro bir-biriga nisbatan o‘zgarishi tufayli uning o‘lchamlari va shaklining o‘zgarishiga deformatsiya deyiladi. Deformatsiya tashqi ta’sirlar (mexanik, elektr, magnit yoki jsm haroratining o‘zgarishi) tufayli yuz beradi. Bu erda jismga tashqi kuch ta’sir etganda vujudga keladigan deformatsiya ko‘rib o‘tiladi.

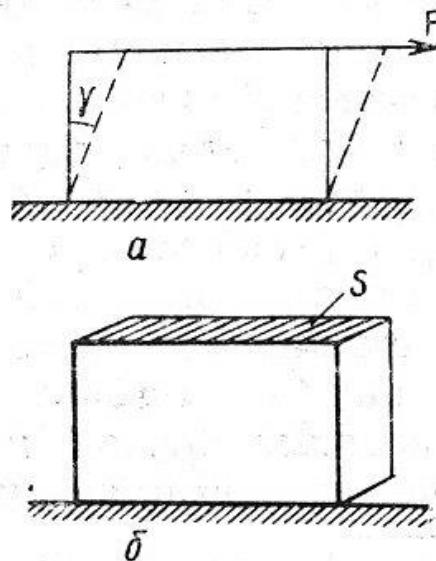
Agar kuch ta’siri to‘xtagandan so‘ng qattiq jismda qoldiq deformatsiya qolmasa, bu elastik deformatsiya deyiladi, agar tashqi kuchlar ta’siri to‘xtagandan so‘ng ham deformatsiya saqlansa, u holda bu deformatsiya plastik deformatsiya deyiladi. Jismda qisman deformatsiya saqlangan holdagi oraliq holat elastik-plastik deformatsiya deyiladi.

Deformatsiyaning eng oddiy turi cho‘zilish (siqilish) deformatsiyasidir. Bunday deformatsiya sterjenda uning o‘qi bo‘ylab yo‘nalgan kuch ta’sirida yuz beradi (1.11-a, b

rasm). Agar l uzunlikdagi sterjen Δl ga uzaysa, unda $\varepsilon \Delta l / l$ cho‘zilish deformatsiyasining o‘lchovi bo‘lib, nisbiy uzayish deb aytiladi.



1.11-rasm



1.12-rasm

Deformatsiyaning yana boshqa bir turi siljish deformatsiyasidir (1.12-a, b rasm). To‘g‘ri burchakli parallelepi pedning yoqlaridan biriga urinma bo‘ylab yo‘nalgan kuch uni qiyshiq burchakli parallelepipedga aylantirib deformatsiyalaydi (rasmdagi shtrix chiziqlarga qarang). γ burchak siljish burchagi, $\text{tg}\gamma$ nisbiy siljish burchagi deyiladi. Odatda γ burchak juda kichik bo‘lgani sababli, $\text{tg}\gamma = \gamma$ deb hisoblash mumkin.

Jismga tashqi deformatsiyalovchi kuch ta’sir etganda atomlar (ionlar) orasidagi masofa o‘zgaradi. Bu esa atomlarni (ionlarni) o‘zining dastlabki vaziyatiga qaytarishga intiluvchi ichki kuchlarni yuzaga keltiradi. Bu kuchlarning o‘lchovi mexanik kuchlanish (yoki oddiygina kuchlanish) deyiladi.

Cho‘zilish deformatsiyasiga nisbatan qo‘llanilganda δ kuchlanishni ta’sir qilayotgan kuchning shu sterjen ko‘ndalang kesimiga nisbati sifatida ifodalash mumkin (1.11-b rasm):

$$\delta = F / S$$

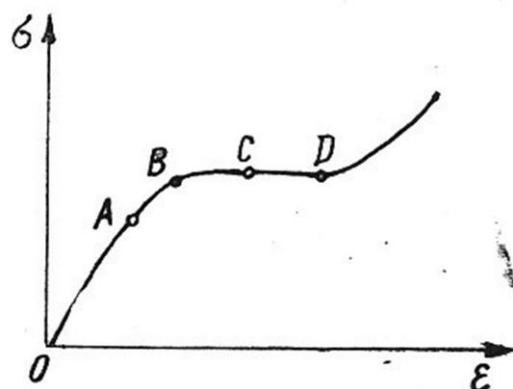
Siljish deformatsiyasi uchun τ ta’sir qilayotgan kuchning kuchlanishi shu kuch urinma bo‘lib yo‘nalgan yoqning yuziga nisbati orqali ifodalanadi (1.12-b rasm). Bu holda τ urinma kuchlanish deyiladi:

$$\tau = F/S$$

$$\delta = E\varepsilon \text{ va } t = G\gamma \quad (1.1)$$

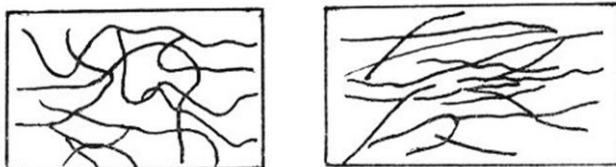
bu erda E - Yung moduli, G - siljish moduli.

Cho'zilishning tajribadan olingan egri chizig'i 1.13-rasmda berilgan. AO oraliq elastik deformatsiyaga mos keladi. B -elastiklik chegarasi bo'lib, shunday maksimal kuchlanishni xarakterlaydiki,



10.13-rasm

bunda tashqi kuch ta'siri olingandan so'ng jismda qoldiq deformatsiya qolmasdan, u yana o'z shaklini to'la tiklay oladi. Cho'zilish egri chizig'idagi CD gorizontallik kuchlanishning oquvchanlik chegarasiga mos keladi, ya'ni shu oraliqdan boshlab kuchlanish oshmasada, deformatsiya oshib boradi. Nihoyat, jismning buzilishi (uzilishi) oldidan jismga quyilgan eng kata yuklanish bilan aniqlanuvchi kuchlanish jismning mustahkamlik chegarasi deyiladi.



1.14-rasm

Kristall manomerlar bilan polimer materiallar elastik xossalari orasida juda katta va printsiptial farq bor, masalan: po'lat-mustahkamlik

chegarasida 0,3% ga cho'zilgandayoq uziladi, yumshoq rezinalarni esa 300% ga cho'zish mumkin. Bunday farq sifat tomonidan yuqori molekulyar bog'lanishlar elastikligi mexanizmi bilan bog'liq.

Aytib o'tilgandek, qattiq kristall jismlarning deformatsiyalari, masalan, po'latda elastiklik kuchi to'la ravishda atomlararo masofaning o'zgarishi orqali aniqlanadi. Yuqori molekulyar birikmalarning tuzilishi doimiy bir xilda qolmaydi. Ular ajoyibroq ko'rinishda bukilgan juda uzun egiluvchan molekulalardan iborat bo'lib, uning ayrim qismlari shunday issiqlik harakatida bo'ladiki, ularning shakli va uzunliklari doimo o'zgarib turadi. Lekin har bir muayyan vaqtda ko'pchilik molekulalar uzunligi deformatsiyalanmagan namunadagi molekulalarnikiga yaqin bo'lishi ehtimoli katta. Materialga qo'yilgan yuklanish ortishi bilan (1.14-a rasm) uning molekulalari mos

holdagi yoʻnalishlar boʻyicha toʻgʻrilanib, namuna uzunligi oshadi (1.14-b rasm). Yuklanish taʼsiri yoʻqolgandan soʻng molekulalarning xaotik issiqlik harakati tufayli har bir molekula uzunligi qayta tiklanadi va namuna uzunligi qisqaradi.

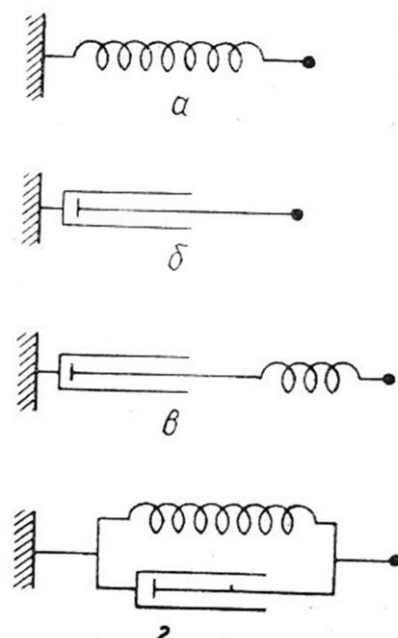
Polimerlarga xos boʻlgan elastiklik yuqori yoki (yuqori elastiklik) kauchuksimon elastiklik deyiladi.

Ayrim materiallarning mexanik xossalari toʻgʻrisidagi maʼlumotlarni keltiramiz.

1-jadval

Materiallar	Yung moduli, GPa	Mustahkamlik chegarasi, MPa
Poʻlat	200	500
Shisha toʻldirilgan kapron	8	150
Organik shisha	3,5	50

Kristall monomer bilan polimer materiallari deformatsiyasi orasidagi farq vaqtga bogʻliq holda ham namoyon boʻladi. Masala shundaki, amalda hamma materiallar sirpanuchanlik xossasiga ega boʻlib, doimiy yuklanish taʼsirida ularda deformatsiya yuz beradi. Polimerlarda materiallar nagruzka ostida boʻlganda molekulalarning toʻgʻrilanishi va makromolekulalarning sirpanishi metallardagi sirpanuchanlikka qaraganda ancha uzoqroq vaqt davom etadi. Sirpanuvchanlikda polimerda yuz beradigan jarayonlarni qandaydir



1.15-rasm

darajada yopishqoq suyuqliklarning oquvchanligiga oʻxshatish mumkin. Yuqori elastiklikni va yopishqoq oquvchanlikni birgalikda umumiyashtirilib, polimerlarga xos boʻlgan deformatsiyaning elastik yopishqoqlik deformatsiyasi deb aytishga imkon beradi.

Jismlar elastikligi va yopishqoqligi xossalarini modellashtirish mumkin. Bu biologik obʼektalrning mexanik xossalarini yaqqol tasavvur qilishga imkon beradi. Elastik jism (elastik deformatsiya) modeli sifatida prujinani olamiz (1.15-a rasm), uning juda kichik deformatsiyasi Guk qonuniga mos keladi.

Yopishqoq jism modeli yopishqoq suyuqligi bo'lgan slindr ichida harakatlanayotgan teshikli porshen bo'ladi (1.15-b rasm).

Muhitning qarshilik kuchini bu holda porshen harakatidagi ko'chish tezligiga proportsional deb hisoblaymiz

$$F_{qarsh} = r \frac{dx}{dt} \quad (1.2)$$

O'xshatishlarga asoslanib (1.2) tenglamaga boshqacha ko'rinish beramiz. Qarshilik kuchi o'rniga kuchlanishni yozamiz ($F_q \rightarrow \delta$) ya'ni yuz birligiga ta'sir qilayotgan kuchni, muhitning o'zida harakatlanayotgan jismga qarshilik ko'rsatish xossasini ifodalovchi ishqalanish koeffitsientini muhitning yopishqoqlik koeffitsienti bilan almashtiramiz ($r = \eta$) jismning ko'chishini nisbiy uzayish ($x \rightarrow \varepsilon$) bilan almashtiramiz. Unda (1.2) o'rniga yopishqoqlik deformatsiyasi tezligi bilan kuchlanish orasidagi bog'lanishni hosil qilamiz:

$$\sigma = \eta \frac{d\varepsilon}{dt} \quad (1.3)$$

(1.3) tenglamaning to'g'riligiga o'lchamliliklarini tekshirish bilan ishonish mumkin: $\delta[Pa]$, $\eta[Pa \cdot s]$, $\frac{d\varepsilon}{dt}[C^{-1}]$ Kuchlanish faqat deformatsiyaning o'ziga bog'liq bo'lmasdan, balki uning tezligiga (porshenning ko'chish tezligiga) bog'liqligi (1.3) tenglamadan ko'rinib turibdi. Jism yopishqoqligi va elastikligi xossalarini ikki oddiy model: "prujina" va "porshen"ning turli xil kombinatsiyalaridan iborat sistema modeli ko'rinishida ifodalash mumkin. Ulardan ba'zilarini ko'rib o'tamiz.

Elastiklik va yopishqoqlik xossalarini ifodalovchi eng oddiy sistema elastik va yopishqoq elementlar ketma-ket ulangan Maksvell modelidir (1.15-v rasm).

Doimiy kuch ta'sirida elastik prujina qisqa vaqt oralig'idayoq Guk qonuni asosida aniqlanadigan kattalikkacha uzayadi, porshen esa suyuqlik tomonidan son qiymati kuchlanishiga teng bo'lgan kuch ta'sir etguncha tekis harakat qiladi. Materialning sirpanuvchanligi modelda yuqorida aytib o'tilganidek amalga oshiriladi.

Agar Maksvell modeli tez cho'zilib, shu holatda mahkamlab qo'yilsa, unda deformatsiya saqlanib qoladi. Tezlik bilan cho'zilgan prujina sekin-asta qisqarib,

porshenni torta boshlaydi. Vaqt o'tishi bilan mexanik kuchlanishning kamayishi (bo'shashishi), ya'ni relaksatsiya yuz beradi.

Bunday modelni matematik ifoda ko'rinishida tavsiflaymiz. Guk qonuni

$$(1.1) \quad \varepsilon_{elastik} = \delta / E \text{ dan kelib chiqadi, bu erdan } - \varepsilon_{elastik} \text{ Maksvell modelidagi}$$

umumiy deformatsiyaning elastik qismi. Bu deformatsiyaning tezligi quyidagiga teng:

$$\frac{d\varepsilon_{elast}}{dt} = \frac{1}{E} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \quad (1.4)$$

Yopishqoq deformatsiya tezligini (1.3)dan

$$\frac{d\varepsilon_{qovushq}}{dt} = \frac{\sigma}{\eta} \quad (1.5)$$

ko'rinishda ifodalaymiz. (1.4) va (1.5)ni bir-biriga qo'shib Maksvell modeli deformatsiyasi umumiy (yig'indi) tezligini topamiz:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\varepsilon_{elast}}{dt} + \frac{d\varepsilon_{qovushq}}{dt} = \frac{1}{E} \cdot \frac{d\sigma}{dt} + \frac{\sigma}{\eta} \quad (1.6)$$

(1.6) tenglamadan ham deformatsiyaning, ham mexanik kuchlanishining vaqtga bog'liqligini hosil qilish mumkin.

Agar $\delta = const$ va $\frac{d\sigma}{dt}$ bo'lsa (modelga qo'yilgan kuch doimiy), unda (1.6)dan.

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{\sigma}{\eta} \text{ yoki } d\varepsilon = \frac{\sigma}{\eta} \cdot dt$$

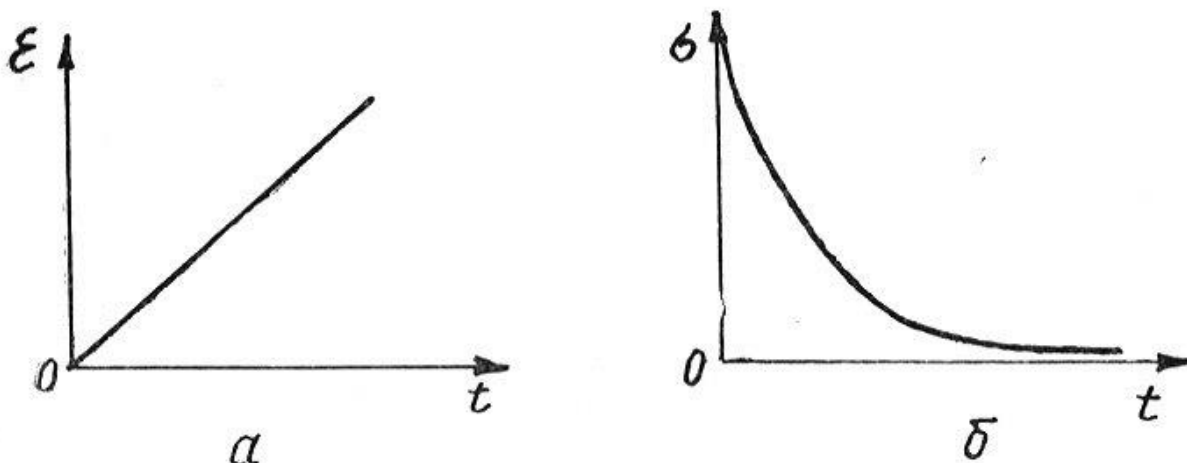
kelib chiqdi. Oxirgi ifodani vaqtning boshlang'ich momenti va deformatsiyaning nolinch qiyamatidan t va ε ning navbatdagi qiymatlarigacha integrallab, topamiz:

$$\int_0^{\varepsilon} d\varepsilon = \frac{\sigma}{\eta} \int_0^t dt, \quad \varepsilon = \frac{\sigma}{\eta} \cdot t \quad (1.7)$$

Bu oquvchanlikka mos keladi (1.16-a rasm).

Agar $\varepsilon = const$ va $\frac{d\varepsilon}{dt} = 0$ (deformatsiya o'zgarmas) bo'lsa, unda (1.6) dan

quyidagi kelib chiqadi:



1.16-rasm

$$\frac{1}{E} \cdot \frac{d\sigma}{dt} = -\frac{\sigma}{\eta} \text{ yoki } \frac{d\sigma}{\sigma} = -\frac{E}{\eta} dt$$

Oxirgi ifodani vaqtning boshlang'ich payti va kuchlanish ning boshlang'ich qiymatidan to t va δ ning navbatdagi qiymatigacha integrallab, quyidagini olamiz:

$$\int_{\sigma_0}^{\sigma} \frac{d\sigma}{\sigma} = \frac{E}{\eta} \int_0^t dt, \quad \ln \frac{\sigma}{\sigma_0} = -\frac{E}{\eta} \cdot t, \quad \sigma = \sigma_0 e^{-\frac{E}{\eta} t} \quad (1.8)$$

Bu kuchlanish relaksatsiyasiga mos keladi (1.16-b rasm).

Yuqorida Maksvell modeli doirasida ko'rsatilganidek, jismda tashqi ta'sir tufayli qisqa muddatli (juda tez) boshlang'ich elastik cho'zilish yuz beradi. Odatda mavjud (real) polimerlarda yopishqoq elastiklik deformatsiya tashqi kuch ta'sir etgan zahoti yuz beradi. Shu sababli birmuncha qo'l keladigan model bu avtomashina amortizatoriga o'xshash parallel prujinalar birikmasidan va porshendan iborat Kelvin-Foyxt modeli hisoblanadi (1.15-g rasm).

Agar bunday sistemada qisqa muddatda doimiy kuch ta'sirida

$$\sigma = \sigma_{elast} + \sigma_{qovushq} \quad (1.9)$$

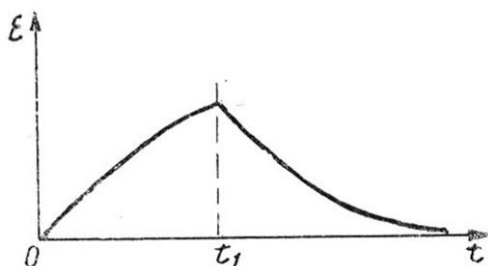
kuchlanish hosil qilinsa, u holda sistema deformatsiyasi ortadi. (1.1) va (1.3) dan foydalanib, (1.9)ni o'zgartiramiz:

$$\sigma = E\epsilon + \eta \frac{d\epsilon}{dt} \text{ yoki } \frac{d\epsilon}{\sigma - E\epsilon} = \frac{dt}{\eta}$$

Oxirgi ifodani vaqtning boshlang'ich qiymatidan va deformatsiyaning nolinch qiymatidan hamda ning navbatdagi qiymatigacha integrallaymiz:

$$\int_0^\varepsilon \frac{d\varepsilon}{\sigma - E\varepsilon} = \frac{1}{\eta} \int_0^t dt,$$

$$-\frac{1}{E} \ln \frac{\sigma - E\varepsilon}{\sigma} = \frac{t}{\eta}, \quad \ln \left(1 - \frac{E}{\sigma} \varepsilon \right) = -\frac{E}{\eta} \cdot t$$



1.17-rasm

Potentsirlab, quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$1 = \frac{E}{\sigma} \cdot \varepsilon = e^{-\frac{E}{\eta} t} \quad \text{yoki} \quad \varepsilon = \frac{\sigma}{E} \left(1 - e^{-\frac{E}{\eta} t} \right)$$

Kelvin-Foyxt modeli doirasida

qaralganda ko‘rinib turibdiki, deformatsiya vaqt o‘tishi bilan eksponentsial qonun asosida ortib boradi. Yuklanish olinganda (t_1 paytda $\delta=0$) esa deformatsiya eksponentsial kamayib boradi. Bu ikki hol 1.17-rasmda ko‘rsatilgan.

Polimerlarda deformatsiyaning turli xil ko‘rinishlari yuz beradi: elastik qaytuvchan (modelprujina), qaytuvchan yopishqoq elastik (Kelvin-Foyxt modeli) va yopishqoq qaytmas model-porshen. Bu, uch xil deformatsiya elementlarining qo‘shilishi jismlarning va xususan biologik ob’ektlarning mexanik xossalarini aks ettiruvchi birmuncha to‘liq modellar yaratishga imkoan beradi.

Jismlarning mexanik xossalarini modellashtirish realogiyada keng qo‘llaniladi. Realogiyaning asosiy vazifasi bu kuchlanishning nisbiy deformatsiyaga bog‘liqligini: $\delta=f(\varepsilon)$ kuchlanishning vaqtga bog‘liqligini (kuchlanish reaksiyasi); $e=\text{const}$ bo‘lganda $\delta=f(t)$ nisbiy deformatsiyaning vaqtga bog‘liqligini (sudralish) aniqlashdir: $\delta=\text{const}$ bo‘lganda $\varepsilon=f(t)$.

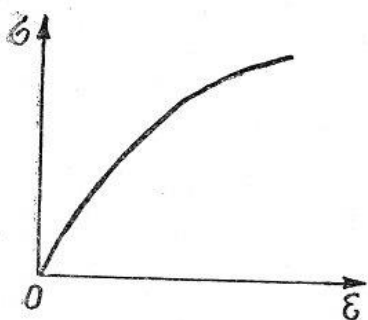
BIOLOGIK TO‘QIMALARNING MEXANIK XOSSALARI

Biologik to‘qimalarning mexanik xossalari asosida ularning ikki xil turi tushuniladi.

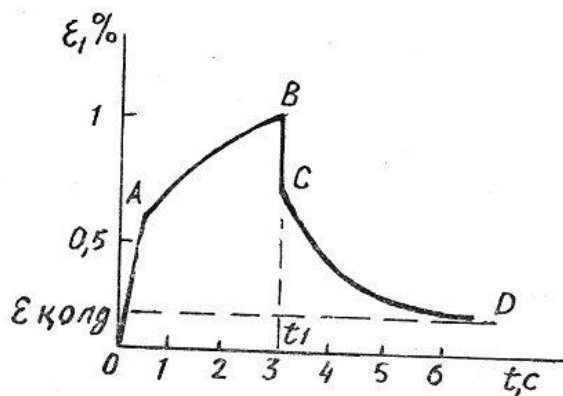
Ulardan biri biologik harakatchanlik jarayonlari bilan bog‘liq; jonivorlar muskullarining qisqarishi, hujayralarning o‘sishi, xromosomalarning bo‘linishida ularning hujayralar, ichidagi harakati va boshqalar. Bu jarayonlar ximiyaviy jarayonlar

bilan bogʻlangan va energetik jihatdan ATF orqali taʼminlanib, ularning tabiati esa bioximiya kursida oʻrganiladi. Shartli koʻrsatilgan guruhni biologik sistemalarning aktiv mexanik xossalari deb aytiladi.

Ikkinchi xili biologik jismlarning passiv mexanik xossasi. Bu masalaning biologik toʻqimalarga qoʻllanilishini koʻramiz.



1.18-rasm



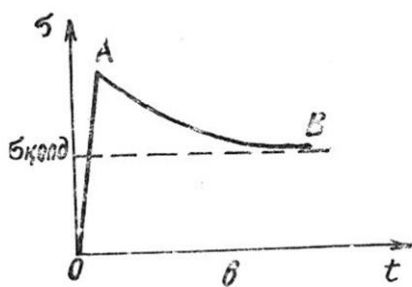
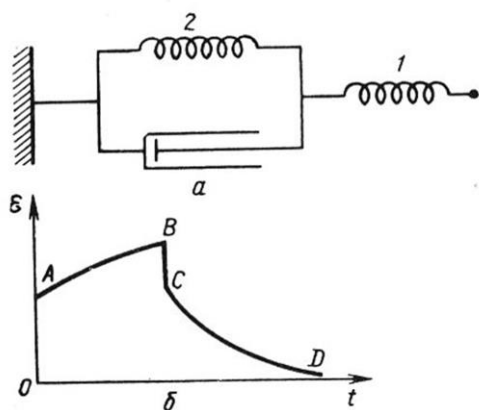
1.19-rasm

Biologik toʻqima texnik obʻekt sifatida kompozitsion material boʻlib, u ximiyaviy jihatdan turli xil komponentlar hajmiy toʻplamidan tashkil topgan. Biologik toʻqimaning mexanik xossalari har bir komponentning alohida-alohida olingan mexanik xossalaridan farq qiladi. Biologik toʻqimalarning mexanik xossalarini aniqlash usullari, bunday xossalarni texnik materiallarda aniqlash usullariga oʻxshashdir.

Suyak toʻqimasi. Suyak — tayanch harakatlanish apparatining asosiy materialidir. Soddalashtirilgan holda hisoblash mumkinki, ixcham holdagi suyak toʻqimasi massasining $\frac{2}{3}$ qismi (0,5 hajmi) noorganik materialdan, suyakning mineral moddasi $3Ca_3(PO_4)_2Ca(OH)_2$ gidrosilapatit dan tashkil topgan. Bu modda mikroskopik kristallchalar koʻrinishida ifodalangan. Suyakning qolgan qismi organik materialdan, asosan kollagendan (yuqori molekulyar birikmadan, yuksak elastiklik xossasiga ega boʻlgan tolali oqsildan) tashkil topgan. Gidrosilapatit kristallchalari kollagen toʻqimalari (fibrillar) orasida joylashgan.

Suyak toʻqimasining zichligi 2400 kg/m^3 . Uning mexanik xossalari juda koʻp faktorlarga, shu jumladan yoshiga, odam organizmi oʻsishining oʻziga xos sharoitiga va albatta, organizmning qismiga ham bogʻliqdir.

Suyakning kompozitsion tuzilishi unga kerakli mexanik xossalarni: qattqlik, elastiklik mustahkamlikni baxsh etadi. Ixcham suyak to'qimasi uchun mexanik kuchlanishning nisbiy deformatsiyaga bog'lanishi $\delta=f(\epsilon)$ misol sifatida 1.18-rasmda ko'rsatilgan bo'lib, bu qattiq jismdagi o'shanday kattaliklar orasidagi bog'lanishga



1.20-rasm

o'xshaydi (1.13-rasmga qarang); uncha katta bo'lmagan 10 GPa chamasida mustahkamlik chegarasi esa 100 Bu ma'lumotlarni armaturalangan kapron va shisha uchun berilgan raqamlar bilan taqqoslash foydali (2-jadvalga qarang, yaxshi moslik seziladi).

Ixcham suyak to'qimasining juda sekin uzayishi (sudraluvchanligi) misol tariqasida 1.19-rasmda berilgan. Bu erda OA qism tez yuz bergan deformatsiyaga, AB — sudraluvchanlikka mos keladi. t_1 paytda B nuqtaga mos keluvchi yuklanish olib qo'yilgan. BS oraliq tez yuz beradigan qisqarish deformatsiyasiga, C—

sudraluvchanlikka teskari bo'lgan oraliqqa mos keladi. Buning natijasida namuna uchun olingan suyak hatto uzoq vaqt davomida ham o'zining oldingi o'lchamlarini tiklay olmaydi, ya'ni biror E_q qoldiq deformatsiya saqlanib qoladi.

Bu bog'lanish uchun misol tariqasida quyidagi modelni tavsiya qilish mumkin (1.20-a rasm). Nisbiy deformatsiyaning vaqtga bog'liqligi 1.20-b rasmda ko'rsatilgan. Doimiy yuklanish ta'siri ostida 1 prujina juda tez cho'ziladi (OA oraliq), keyin porshen tortiladi (AB remissatsiya) kuch ta'siri to'xtagandan so'ng 1-prujina darhol siqiladi (BC), 2 prujina esa porshenni oldingi holatiga qaytaradi (ateskari relaksatsiya oraliq). Ushbu tavsiya etilgan modelda qoldiq deformatsiya nazarda tutilmagan.

Sxematik ko'rinishda hisobga olish mumkinki, suyak tarkibidagi mavjud minerallar tez deformatsiyalansa, polimer (kolgen) qismi esa juda sekin deformatsiyalanadi.

Agar suyakda yoki uning mexanik modelida qisqa muddatli doimiy deformatsiya amalga oshirilsa, u holda kuchlanish ham sakrab-sakrab yuz beradi (1.20-v rasmda OA qism). Modelda esa bu 1 prujinaning cho‘zilishini va unda kuchlanishning yuzaga kelishini bildiradi. So‘ngra (AB qism) bu prujina porshenni tortib va 2 prujinani cho‘zib qisqara boshlaydi, sistemada kuchlanish kamayib boradi. Ammo uzoq muddatdan so‘ng ham δ qoldiq kuchlanish saqlanib qoladi. Modellarda bu shuni bildiradiki, doimiy deformatsiya paytida prujinalar deformatsiyalanmagan vaziyatiga qaytishi yuz bermas ekan.

Teri. U kollagen tolalaridan, elastik (kollagen kabi tolali oqsil) tolalaridan va asosiy to‘qima matritsadan iborat. Kollagen quruq massaning 75% ini, elastik esa taxminan 4% ini tashkil etadi. Mexanik xossalari bo‘yicha taxminiy ma’lumotlar 14-jadvalda keltirilgan.

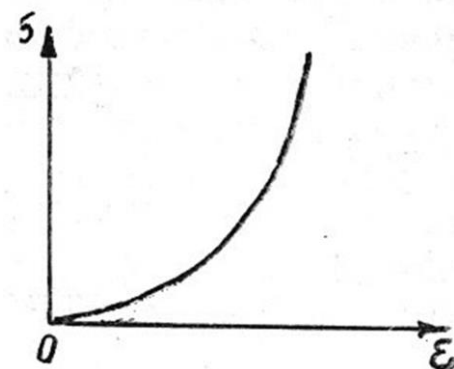
Elastin deyarli rezina kabi juda kuchli (200-300% gacha) cho‘ziladi. Kollagen 10% gacha cho‘zilishi mumkin, bu esa kapron tolasiga mos keladi.

2-jadval

Materiallar	Yung moduli, GPa	Mustahkamlik chegarasi, MPa
Kollagen	10-100	100
Elastin	0,1-0,6	5

Yuqorida aytilganlardan ma’lumki, teri yuqori elastiklik xossasiga ega bo‘lgan yopishqoq — elastik material bo‘lib, u yaxshi cho‘ziladi va uzayadi.

Muskullar. Muskullar tarkibiga kollagen va elastik tolalaridan tarkib topgan tutashtiruvchi to‘qima kiradi. Shu sababli muskullarning mexanik xossalari polimerlarning mexanik xossalariga o‘xshashdir. Silliqlik muskullarda kuchlanish releksatsiyasi Maksvell modeliga mos keladi (1.15-v;



1.21-rasm

1.16-b rasimga qarang). Shu sababli silliq muskullar uncha katta bo'lmagan kuchlanishlarda ham ancha ko'p cho'zilishi mumkin, bu esa kovak organlar, masalan, siydik pufagi hajmining ortishiga imkon tug'diradi.

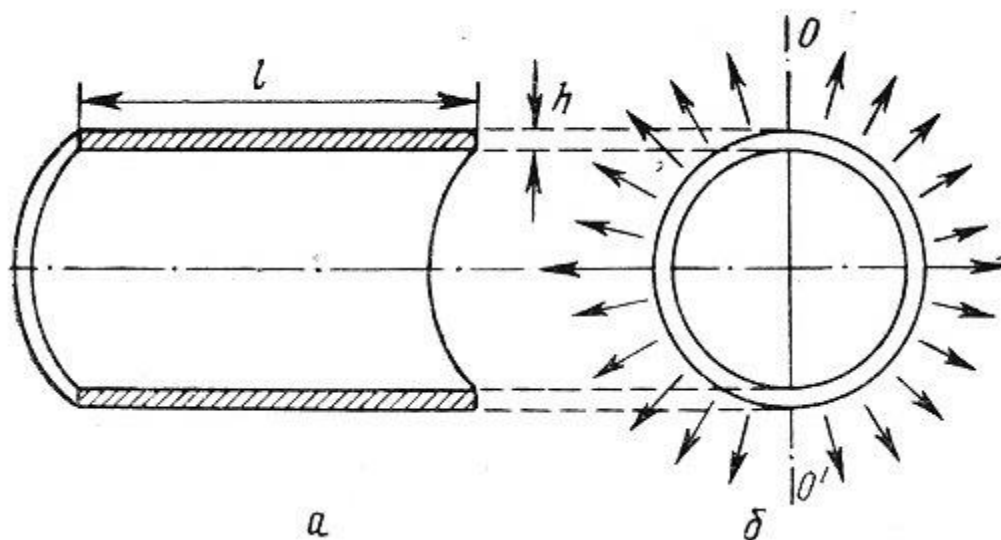
Skelet muskullari mexanik xossalarning holati 1.20-a rasmda ko'rsatilgan modelga mos keladi. Muskulni tezlik bilan ma'lum bir kattalikkacha cho'zganda kuchlanish keskin ortadi, so'ngra esa δ_{qoldiq} gacha kamayadi (1.20-v rasm).

Skelet muskullar uchun $\delta=f(\epsilon)$ bog'lanish noxizizlidir (1.21-rasm). Bu egri chiziqni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, baqa biriktiruvchi muskulining deformatsiya mexanizmining taqriban 25% gachasi kollagen molekulalarining to'g'rilanishi bilan bog'liq. Juda kata deformatsiyalarda esa molekulalardagi atomlararo masofa ortadi.

Qon tomirlari to'qimasi

Qon tomirning mexanik xosarlari birinchi navbatda kollagen, elastin va silliq muskullar tolasining xossalari orqali aniqlanadi. Qon tomirlari to'qimasining bunday tarkibiy qismlardan iboratligi qon aylanish sistemasining ish faoliyati davomida o'zgarib boradi: umumiy uyqu arteriyasida elastinning kollagenga nisbati 2:1, sondagi arteriyada esa 1:2 bo'ladi. Yurakdan uzoqlashgan sari silliq muskul tolalarining hissasi oshib boradi, arteriolalarda esa ular qon tomirlari to'qimasining asosiy tashkil etuvchilari hisoblanadi.

Qon tomirlari to'qimasi mexanik xossalarni batafsil tadqiq qilishda qon qirqi olingan namuna qon tomiridan qay yo'sinda (qon tomiri bo'ylab yoki ko'ndalangiga) qirqib olinganligi bilan farq qilinadi. Ammo, qon tomiri deformatsiyasini umumiy ko'rinishda, elastik slindrga ichki tomonidan ta'sir etgan bosimning natijasi deb qarash mumkin.



1.22-rasm

Qon tomirining uzunligi l , qalinligi h va ichki qismi radiusi r bo'lgan slindrik qismini ko'rib o'tamiz. Slindr o'qi yo'nalishi bo'ylab va o'qqa perpendikulyar ravishdagi kesimlar 1.22-a, b rasmda ko'rsatilgan. Slindrik shakldagi qon tomirining ikki yarmi, slindr devori kesimi yo'nalishi bo'ylab o'zaro ta'sirlashadi. (1.22-a rasmdagi shtrixlangan soha). Bu o'zaro ta'sirlashish kesimining umumiy yuzi $2hl$ ga teng. Agar qon tomirlari devorida mexanik kuchlanish mavjud bo'lsa, u holda qon tomiri ikki yarim bo'lagi orasidagi o'zaro ta'sir kuchi quyidagiga teng:

$$F = \delta 2hl \quad (1.10)$$

Bu kuch slindrga ichki tomonidan ta'sir etayotgan bosim kuchi bilan muvozanatlashadi (ular 1.22-b rasmda strelkalar bilan ko'rsatilgan). Kuchlar gorizont tekislikka nisbatan turli xil burchaklar bilan yo'nalgan (rasmda). Kuchlarning teng ta'sir etuvchisini topish uchun ularning gorizont proektsiyalarini jamlash lozim. Ammo teng ta'sir etuvchi kuchni, yarim tsilindirning 00^1 dagi vertikal tekislikdagi proektsiyasi yuzi $2rl$ inng bosimga ko'paytmasi orqali aniqlash soddaroqdir. Unda kuchning bosim orqali ifodasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$F = p \cdot 2rl \quad (1.11)$$

(10.10) va (10.11)ni tenglashtirib, $\delta \cdot 2hl = p/2rl$ ni hosil qilamiz, bundan:

$$\sigma = \frac{pr}{h} \quad (1.12)$$

Bu Lamé tenglamasidir.

Qon tomirining choʻzilishida uning devorlari hajmi oʻzgarmaydi (devorlari yuzi ortadi, qalinligi esa kamayadi), yoki boshqacha aytganda, qon tomiri devorining kesim yuzi oʻzgarmaydi deb hisoblaymiz (1.22-b rasm);

$$2\pi rh = \text{const}, \text{ ya'ni } rh = b = \text{const} \quad (1.13)$$

(1.13)ni hisobga olgan holda (1.12) ni quyidagicha oʻzgartirib yuzamiz:

$$\sigma = \frac{pr}{h} = \frac{prr}{rh} = \frac{pr^2}{b} \quad (1.14)$$

(1.14) formuladan koʻrinib turibdiki, kapillyarlarda ($r \rightarrow 0$) kuchlanish yuzaga kelmaydi ($\delta \rightarrow 0$)

(1.14) formula uch kattalik orasidagi bogʻlanishni ifodalaydi, shu sababli bu formula yordamidabiror bogʻlanishni amalga oshirish qiyin masala. Masalan, $\delta = f(r)$ bogʻlanish $\delta \propto r^2$ turdagi bogʻlanish boʻla olmaydi, chunki qon tomirining radiusi va undagi bosim oʻzaro bogʻliqdir. Undan tashqari (1.14) tenglama elastik jismning oʻz ichiga olmaydi. Shu sababli bu formulani oʻzgartirish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun (1.14) formulani ikki oʻzgaruvchining funktsiyasi kabi differentsiallaymiz:

$$d\sigma = \frac{r^2}{b} dp + \frac{2prdr}{b} \quad (1.15)$$

Guk qonuni (1.1) ni differentsiallab, quyidagi tenglamani olamiz:

$$d\delta = E \cdot d\varepsilon \quad (1.16)$$

Nisbiy deformatsiyaning elementar oʻzgarishini slindrik namunaga qoʻllagan holda quyidagi koʻrinishda ifodalaymiz:

$$d\varepsilon = \frac{dr}{r} \quad (1.17)$$

(1.17)dan foydalanib, (1.16) oʻrniga quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$d\sigma = E \cdot \frac{dr}{r} \quad (1.18)$$

(1.15) va (1.18)ning oʻng tomonlarini tenglashtirib topamiz:

$$E \cdot \frac{dr}{r} = \frac{r^2}{b} dp + \frac{2pr}{b} dr \quad (1.19)$$

Bu tenglamani boshqa ko‘rinishda ifodalaymiz:

$$dp = \frac{b}{r^2} \left(E \frac{dr}{r} - \frac{2pr}{b} dr \right) = \left(\frac{Eb}{r^3} - \frac{2p}{r} \right) dr \quad (1.20)$$

Agar E katta bo‘lsa, (1.20) dan taxminan quyidagini olish mumkin:

$$dp = \frac{Eb}{r^3} dr \quad (1.21)$$

Qon tomiri radiusi bilan bosim orasidagi bog‘lanishni va elastiklik modulini topishda (1.20) va (1.21) tenglamalardan foydalanish mumkin. Tomir urishiga oid to‘lqinlarning tarqalishi haqidagi miqdoriy munosabatlar masalasini hal etish ham shu ikki tenglama asosida hosil qilinadi.

N.S.Xamin qon tomirlari mexanik xosssalarini o‘lchash borasida juda katta ishlarni amalga oshirdi.

Oxirida xulosa qilib, biologik to‘qimalarning mexanik xossalari to‘g‘risida tasavvurga ega bo‘lish eng muhim deb hisoblangan tibbiyot yo‘nalishlari va bo‘limlarini qayd qilib o‘tamiz:

— kosmik tibbiyotda, chunki bunda odam yangi, ekstremal yashash sharoitida bo‘ladi;

— sportda erishilgan yutuqlar samaradorligi va uning borgan sari oshib borishi, sport tabobati sohasida ishlovchi tibbiyotchilar diqqat e‘tiborini odamning tayanch harakatlanish apparati fiziologik imkoniyatlari tomon jalb qiladi;

— gigienistlar odamni vibratsiya ta‘siridan himoya qilishda to‘qimalarning mexanik xosssalarini hisobga olishlari zarur;

— tabiiy organlar va to‘qimalarni sun‘iy yasama a‘zolarga almashtirishda, biologik ob‘ektlarning mexanik xossalari va parametrlarini bilish yanada muhimdir;

— sud tibbiyotida biologik strukturalarning turli xil deformatsiyalarga chidamliligini (mustahkamligini) bilish lozim;

— travmatologiya va ortopediyada organizmga mexanik ta‘sir etish masalalari asosiy usul hisoblanadi.

TOVUSHNING FIZIKAVIY XARAKTERISTIKALARI. TIBBIYOTDA TOVUSHDAN FOYDALANISH

Biz atrofimizdagi asosiy ma'lumotlarni eshitish va ko'rish organlari orqali qabul qilamiz. Ikkala holda ham biz ob'ektlar haqida ma'lumotlarni ular bilan jismoniy kontaktsiz olamiz. Tovush va yorug'lik turli fizik hodisalar bo'lishiga qaramay, ularning har ikkisi ham to'liqdir. To'liqlar tomonidan tashiladigan energiya bizning sensor mexanizmlarimizni qo'zg'atadi.

Tovush vibratsiya bo'layotgan jism tomonidan chiqariladigan mexanik to'liqdir. Masalan, kamerton yoki inson tovush paylari tebranma harakat qilsa, ularning atrofidagi havo molekulalari harakatlanib, tebranayotgan jism harakatiga monand ravishda o'zgaradi. Tebranayotgan molekulalar o'z navbatida harakatini qo'shni molekulalarga uzatadi. Havo tebranishlari quloqqa yetib borganida ular nog'ora pardaning vibratsiyasiga sababchi bo'ladi. Bu esa o'z navbatida bosh miyasi tomonidan qabul qilinuvchi nerv impulslarini keltirib chiqaradi

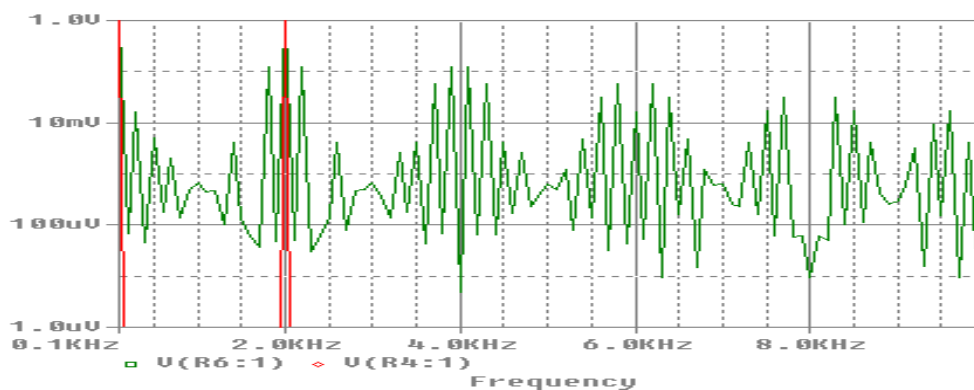
TOVUSHNING FIZIKAVIY XARAKTERISTIKALARI.

Agar havoda tarqalayotgan elastik to'liqlarning chastotasi taxminan 20 dan 20000 Hz oralig'ida bo'lsa, u holda ular inson qulog'ida tovush sezgisini uyg'otadi. Shuning uchun chastotasi ana shu ko'rsatilgan chegarada yotgan istalgan muhitdagi elastik to'liqlar tovush to'liqlari yoki to'g'ridan - to'g'ri *tovush* deb ataladi. Chastotasi 20 Hz dan kichik bo'lgan elastik to'liqlar *infratovush* deb ataladi: chastotasi 20000 Hz dan katta bo'lgan to'liqlar *ultratovush* deyiladi. Infratovush va ultratovushni inson qulog'i eshitmaydi.

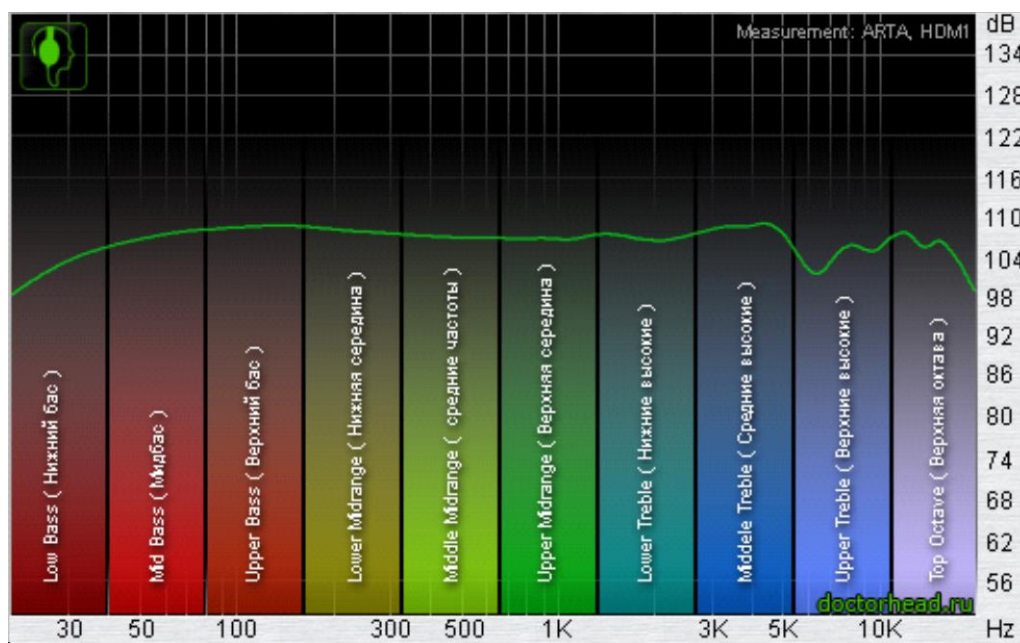
Gaz va suyuqliklarda tovush to'liqini faqat bo'ylama to'liqin bo'lishi mumkin va galma-gal keluvchi siqilish va siyraklashishlardan iborat bo'ladi. Qattiq jismlarda tarqalayotgan to'liqlar ham bo'ylama, ham ko'ndalang bo'lishi mumkin.

Odamlar qabul qilgan tovushlarni balandligi, tembri va qattiqligiga qarab bir-biridan farq qiladi. Ana shu har bir sub'ektiv bahoga tovush to'liqinining aniq fizikaviy xarakteristikasi mos keladi.

Har qanday real tovush oddiy garmonik tebranish emas, balki ma'lum chastotalar to'plamiga ega bo'lgan garmonik tebranishlarning yig'indisidan iborat. Berilgan tovushda ishtirok etuvchi tebranishlar chastotalari to'plami tovushning **akustik spektri** (5.1-rasm) deb ataladi.

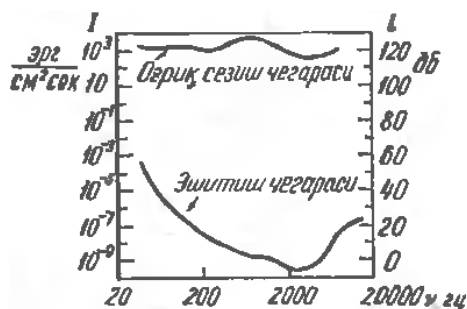


5.1-rasm



5.2-rasm. Amplituda-chastotaviy bog'lanishning spektral ko'rinishi

Tovush to'liqlarining intensivligi deb to'liqin o'zi bilan olib yurgan energiya oqimi zichligining o'rtacha qiymatiga aytiladi. To'liqin tovush sezgisini uyg'otish uchun eshitish chegarasi deb ataluvchi biror minimal intensivlikka ega bo'lishi kerak. Eshitish chegarasi hamma har xil bo'lib, tovushning chastotasiga bog'liq. Odam qulog'i 1000-4000 Hz orasidagi chastotali tovushlarga juda sezgir bo'ladi. Chastotaning bu sohasida eshitish chegarasi taxminan $10^{-9} \text{ erg/sm}^2 \text{ sek}$ ga teng. Boshqa chastotalarda eshitish chegarasi yuqoriroq bo'ladi.



5.3-rasm. Odam qulog'i eshitish va og'riq bo'sag'alari

Intensivlik taxminan $10^3-10^4 \text{ erg/sm}^2 \text{ sek}$ atrofida bo'lganda to'liqin tovush sifatida sezilmay qoladi va quloqda faqat og'riq hamda bosim sezgisini uyg'otadi. Intensivlikning ana shunday sezgi uyg'otadigan qiymati og'riq sezish chegarasi deb ataladi.

Tovush tebranishlari va to'liqinlari— mexanik tebranish va to'liqinlarning xususiy xolidir. Biroq eshituv orkali sezishni baxolashda akustik tushunchalarni muximligini shu bilan birga uning meditsinadagi tadbirlarini nazarda tutib, ayrim masalalarni maxsus ko'rib chiqish maqsadga muvofiqdir. Quyidagi tovushlarni bir-biridan farqlash qabul qilingan: 1) tonlar yoki musiqiy tovushlar; 2) shovqinlar; 3) tovush zarbalari.

Ton va shovqinlar

Davriy jarayondan iborat bo'lgan tovush *ton* deb aytiladi. Agar bu jarayon garmonik bo'lsa, unda tok oddiy yoki sof deb aytiladi. Sof tonning asosiy fizik karakteristikasi uning chastotasidir. Angarmonik tebranishlarga murakkab ton mos keladi. Sodda tonli tovushni, masalan, kamerton chiqaradi, murakkab tonli tovushni musika asboblari, nutq apparati (unli tovushlar) va xakazo hosil qiladi.

Murakkab ton oddiy tonlarga ajratilishi mumkin. Ajratilgan tonlarning eng kichik U_0 chastotasi asosiy tonga mos keladi, qolgan garmonikalari (obertonlar), $2\nu_0$, $2\nu_0$ va hakazo chastotalarga ega bo'ladi.

Vaqt o'tishi bilan takrorlanmaydigan, o'zining murakkabligi bilan farq qiluvchi tovushga *shovqin* deb aytiladi.

Mashinalarning vibratsiyasi, qarsaklar, gorelka alangasinig shovqini, sharpa, g'ichillash, so'zlaganda chiqadigan undosh tovushlar va hakazolar shovqinga ta'luqlidir.



5.4–rasm. Shovqin spektri

Shovqinni tartibsiz o‘zgarib turuvchi murakkab tonlar birikmasidan iborat deb qarash mumkin. Agar shovqinni biror shartlilik darajasida spektrga yoyishga xarakat qilib ko‘rilsa, unda bu spektr uzluksiz bo‘ladi, masalan, benzin gaz gorelkasining (5.4–rasm) yonishi paytida shovqindan hosil bo‘ladigan spektr.

Tovush zarba – bu tovushning qisqa muddatli ta‘siridir: chapak chalinganda, portlash yuz berganda va xakazalarda hosil bo‘ladi.

Zarba to‘lqinlar bilan tovush zarbalarini bir–biri bilan chalkashtirib yuborish yaramaydi

Tovush intensivligi. Tovushning energetik xarakteristikasi mexanik to‘lqin kabi uning intensivligi hisoblagani. Umov vektori ko‘rinishida ham ifodalanishi mumkin. Amalda tovushni baholashda uning intensivligidan emas, balki tovush to‘lqini suyuqlik va gaz muxitidan o‘tayotganda xosil bo‘ladigan qo‘shimcha tovush bosimidan foydalanish mukmin. Yassi to‘lqin intensivligi, tovush to‘lqini bosimi bilan quyidagi ko‘rinishda bog‘langan:

$$I = p^2 / (2\rho c)$$

Bu yerda ρ – muhitning zichligi; c – tovushning tezligi. Odamning normal qulog‘i yetarlicha keng diapazondagi tovush intensivliklarini qabul qiladi: masalan, 1 kGs chastotada, $I_0 = 10^{-12} \text{ Wt/m}^2$ yoki $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ (eshitish bo‘lag‘asi) dan to $I_{\max} = 10 \text{ Wt/m}^2$ yoki $P_{\max} = 60 \text{ Pa}$ (og‘riq sezish bo‘lag‘asi) gacha bo‘lgan tovush intensivliklarini qabul qila oladi. Bu intensivliklarning nisbati 10 ga teng, shu sababli tovush intensivliklarni xarakterlashda logarifmik birliklardan va logarifmik shkalalardan foydalanish qulay hisoblanadi. Tovush intensivligi darajalarining shkalasi quyidagi ko‘rinishda tuziladi. I_0 ning qiymati shkalaning boshlang‘ich darajasi qilib, boshqa har qanday I intensivlikni esa uning I_0 ga nisbatining o‘nli logarifmi orqali ifodalani:

$$L_B = \lg(I/I_0) \quad (5.1)$$

Tovush bosimi uchun esa

$$L_B = 2\lg(P/P_0)$$

Yuqoridagi ifodalarni ularga mos bo'lgan detsibellarda ifodalab, quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$L_{DB} = 10 \lg(I/I_0) \text{ va } L_{DB} = 20 \lg(P/P_0) \quad (5.2)$$

2-MA'RUZA

BIOREOLOGIYA. BIOLOGIK SUYUQLIKLARNING QOVUSHQOQLIGI. YURAK FAOLIYATINING FIZIKAVIY ASOSLARI

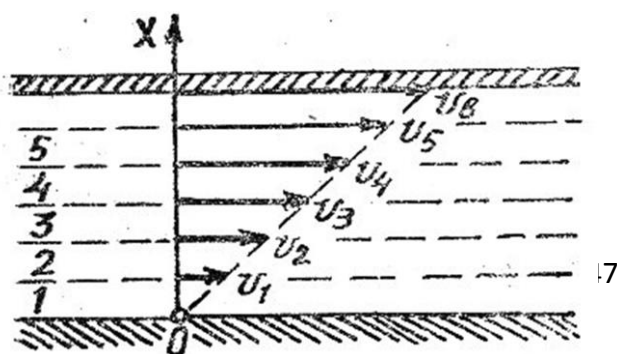
Real suyuqlik oqqanda uning ayrim qatlamlari bir-biriga shu qatlamlarga urinma ko'rinishda yo'nalgan kuchlar bilan o'zaro ta'sirlashadi. Bu hodisaga ichki ishqalanish yoki qovushoqlik deyiladi.

Qovushoq suyuqlikning ikkita qattiq plastinka orasidan oqishini ko'rib o'tamiz (2.1-rasm), ulardan pastkisi qo'zg'almas bo'lib, yuqorigisi tezlik bilan harakatlanadi. Suyuqlikni shartli ravishda bir necha 1, 2, 3 va hokazo qatlamlardan iborat deb tasavvur qilamiz. Tubiga "yopishgan" qatlam harakatsiz. Tubidan (pastki plastinkadan) uzoqlashgan sari suyuqlik qatlamlari katta tezlikka ega bo'lib boradi ($v_1 < v_2 < v_3 \dots$ va hk) yuqorigi plastinkaga yopishgan qatlam yaqinidagi tezlik eng katta bo'ladi.

Qatlamlar o'zaro bir-biriga ta'sir ko'rsatadi. Masalan, uchinchi qatlam ikkinchi qatlamning harakatini tezlashtirishga intilsa, o'zi esa ikkinchi qatlam tomonidan tormozlovchi kuch ta'sirini his qiladi, to'rtinchi qatlam ta'sirida esa tezlashadi va hokazo. Ichki ishqalanish kuchi o'zaro ta'sirlashuvchi qatlamlarning S yuziga to'g'ri proporsional va ularning nisbiy tezliklari qancha katta bo'lsa, ichki ishqalanish kuchi ham shuncha katta bo'ladi. Suyuqlikni qatlamlarga ajratish sharli bo'lgani sababli ichki ishqalanish kuchini tezlikka perpendikulyar yo'nalishda har bir uzunlik birligiga to'g'ri keluvchi tezlikning o'zgarishini ifodalovchi kattalik, ya'ni $\alpha v/dx$ tezlik gradienti (siljish tezligi) orqali ifodalash qabul qilingan:

$$F_{ishq} = \eta \frac{dv}{dx} S \quad (2.1)$$

Bu Nyuton tenglamasidir. Bu erda η proporsionallik koeffitsienti bo'lib, uni ichki ishqalanish koeffitsienti yoki dinamik qovushoqlik (yoki oddiygina qovushoqlik) deb aytiladi. Qovushoqlik suyuqlikning (yoki gazning) holatiga va molekulyar xossalari bog'liq.



2.1-rasm

Qovushoqlikning SI sistemasidagi o'lchov birligi paskal-sekund (Pas). SGS sistemasida

qovushoqlik puaz (P) bilan ifodalanadi: $1Pas=10 P$

Ko'pchilik suyuqliklarga qovushoqlik tezlik gradientiga bog'liq bo'lmaydi, bunday suyuqliklar

(2.1) Nyuton tenglamasiga bo'ysunadi, shu sababli ular Nyuton suyuqliklari deyiladi. (2.1) tenglamaga bo'ysunmaydigan suyuqliklar nonyuton suyuqliklar deyiladi. Ba'zan Nyuton suyuqliklari qovushoqligini normal, nonyuton suyuqliklarini esa anomal deb ataladi.

Murakkab va yirik molekulalardan iborat suyuqliklar, masalan, polimerlar eritmasi, molekula va zarrachalarning bog'lanishlari tufayli hosil bo'lgan fazoviy strukturalar nonyuton suyuqliklari hisoblanadi. Ularning qovushoqligi bir xil sharoitlarda oddiy suyuqliklarnikiga qaraganda ko'p marta kattadir. Bu suyuqliklar qovushoqligining ortishiga sabab shuki, ularning oqishi paytida sarflanadigan tashqi kuchlarining ishi faqat suyuqlikning qovushoqligini, ya'ni Nyuton qovushoqligini engish uchunгина emas, balki strukturasi buzish uchun ham sarflanadi. Qon nonyuton suyuqlik hisoblanadi.

QOVUSHOQ SUYUQLIKLARNING TRUBALARDAN OQISHI. PUAZEYL FORMULASI

Qovushoq suyuqlikning trubalardan oqishi tibbiyot uchun alohida qiziqish uyg'otadi, chunki qon oqish sistemasi asosan turli diametrdagi silindrik tomirlardan iborat.

Simmetriya tufayli ma'lumki, trubada oqayotgan suyuqlikda o'qdan bir xil uzoqlikdagi suyuqlikning ikki zarrasi bir xil tezlikka ega. Truba o'qi bo'ylab harakatlanayotgan zarrachalar eng katta tezlikka ega bo'ladi: truba devoriga eng yaqin suyuqlik qatlami qo'zg'almasdir. Suyuqliklar zarrachalari tezligining truba ko'ndalang kesimi bo'ylab taxminiy taqsimlanishi 2.2-rasmda ko'rsatilgan.

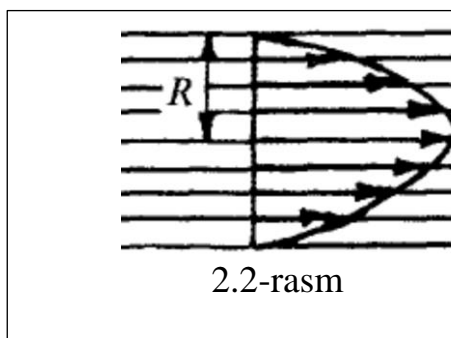
$v=f(r)$ bog'lanishni aniqlash uchun fikran uzunligi l va r radiusi bo'lgan silindr shaklidagi suyuqlik hajmini ajratib olamiz (2.3-a rasm). Bu silindrning uchlarida mos holda p_1 va p_2 bosim ta'minlab turiladi, bu esa natijaviy kuchni quyidagi ko'rinishda yozishga olib keladi:

$$F = p_1\pi r^2 - p_2\pi r^2 = (p_1 - p_2)\pi r^2 \quad (2.2)$$

Slindrning yon tomonlari yuziga uni o‘rab olgan suyuqliklar tomonidan ichki ishqalanish kuchi ta’sir etadi. Bu kuch quyidagicha ifodalanadi:

$$F_{ishq} = \eta \frac{dv}{dr} \cdot S = -\eta \frac{dv}{dr} \cdot 2\pi rl \quad (2.3)$$

bu erda $S=2arl$ silindr ko‘ndalang kesimining yuzi. Slindrda suyuqlik tekis harakatda bo‘lgani sababli ajratib olingan silindr hajmidagi ta’sir etuvchi kuchlar bir-biri



muvozanatlaydi: Bu tenglikka (2.2) va (2.3)ni qo‘yib quyidagini hosil qilamiz:

$$(p_1 - p_2)\pi r^2 = \eta \frac{dv}{dx} \cdot 2\pi rl \quad (2.4)$$

Tenglamaning o‘ng tomonidagi “-” ishorasi tezlik gradienti (ortishi bilan tezlik kamayadi) bo‘lgani sababli

yoziqlan. (2.4) formuladan

$$dv = -\frac{(p_1 - p_2)}{2l\eta} \cdot r dr$$

Bu tenglamani integrallaymiz:

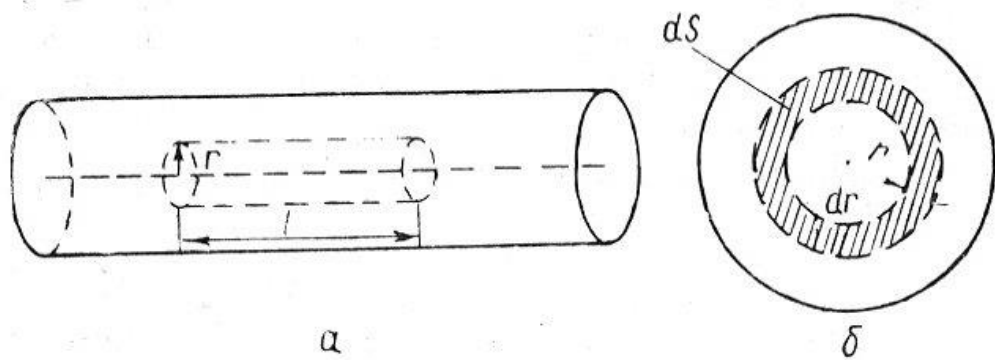
$$\int_0^v dv = -\frac{(p_1 - p_2)}{2l\eta} \int_R^r r dr \quad (2.5)$$

bu yerda integralning quyi chegaralari trubaning ichki sirtiga “yopishib” turgan suyuqlik qatlamiga tegishli $r=R$ bo‘lganda $V=0$ yuqori chegarasi esa o‘zgaruvchidir. (2.5) ni yechib, suyuqlik qatlamlari tezligi bilan ularning truba o‘qigacha bo‘lgan masofalari orasidagi parabolik munosabatni chiqaramiz (2.2-rasmdagi tezlik vektorlari uchlarini aylanib o‘tuvchi chiziqqa qarang):

$$v = \frac{p_1 - p_2}{4l\eta} (R^2 - r^2) \quad (2.6)$$

Truba o‘qi $r=0$ bo‘ylab oqayotgan qatlam tezligi eng katta bo‘ladi:

$$v_{max} = \frac{p_1 - p_2}{4l\eta} R^2$$



2.3-rasm

Gorizontal truba orqali 1 s da oqib o'tayotgan suyuqlik hajmi Q ni qanday faktorlarga bog'liqligini aniqlaylik. Buning uchun r radiusli va dr qalinlikdagi silindrik qatlam ajratamiz. Bu qatlam kesimining yuzi $ds=2\pi r dr$ (2.3-b rasm). Qatlam juda yupqa bo'lgani sababli uni bir xil tezlik bilan harakatlanyapti deyish mumkin. Bir sekunda qatlam olib o'tayotgan suyuqlik hajmi

$$dQ = v \cdot ds = v \cdot 2\pi r dr \quad (2.7)$$

(9.6)ni (9.7)ga qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$dQ = \pi \frac{p_1 - p_2}{2l\eta} (R^2 - r^2) r dr$$

Buni trubaning butun ko'ndalang kesimi bo'yicha 0 dan R gacha integrallab, vaqt birligi ichida truba ko'ndalang kesimidan oqib o'tayotgan suyuqlik hajmini topamiz:

$$Q = \pi \frac{p_1 - p_2}{4l\eta} \int_0^R (R^2 - r^2) r dr = \frac{\pi R^4}{8\eta} \frac{p_1 - p_2}{l} \quad (2.8)$$

Bu bog'lanish Puazeyl formulalari nomi bilan ma'lumdir.

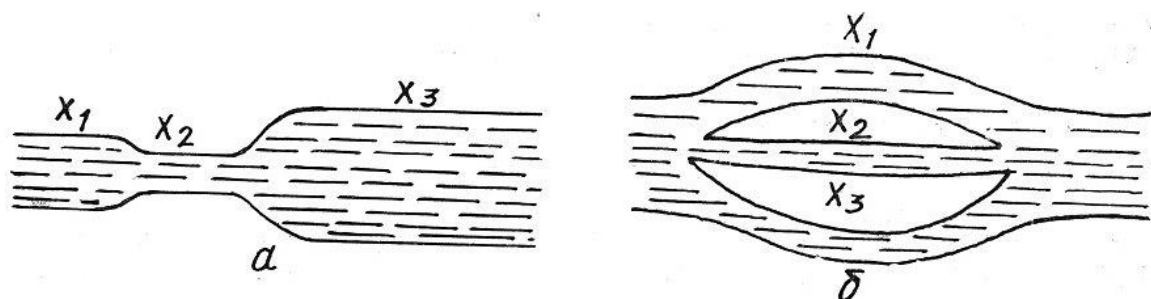
Puazeyl formulasi (2.8) dan ko'rinib turibdiki, berilgan tashqi ta'sirlar shartlariga asosan trubdan oqib o'tayotgan suyuqlikning qovushoqligi qancha kichik va truba radiusi qancha katta bo'lsa, suyuqlik shuncha ko'p oqib o'tadi. Q inng radiusga kuchli bog'lanish faqat hajmining o'zarishiga emas, balki truba devori yaqinidagi qatlamlarning nisbatan biror kattalikdagi hissasiga ham bog'liq.

(2.8) Puazeyl formulasi bilan zanjirning bir qismi uchun Om qonuni orasidagi o'xshashlikni ko'rib o'taylik. Potentsiallar farqi truba uchlaridagi bosimlar ayirmasiga,

tok kuchi truba kesimidan 1 s da oqib o'tuvchi suyuqlik hajmiga, elektr qarshiligi gidravlik qarshilikka mos keladi:

$$X \approx 8\eta l / (\pi R^4) \quad (2.9)$$

Qovushoqlik η va truba uzunligi qancha katta bo'lib, ko'ndalang kesim yuzi qancha kichik bo'lsa, gidravlik qarshilik shuncha katta bo'ladi. Gidravlik qarshilik va elektr qarshilikning o'xshashligidan ayrim hollarda parallel va ketma-ket ulangan o'tkazgichlarning qarshiliklarini aniqlash qoidasini ketma-ket va parallel ulangan trubalar sistemasining gidravlik qarshiliklarini aniqlash uchun tatbiq qilishga imkon beradi. Masalan, uchta o'zaro ketma-ket (2.4-a rasm) va parallel (2.4-b rasm) ulangan uchta trubaning umumiy qarshiliklari quyidagi formulalar yordamida topiladi:



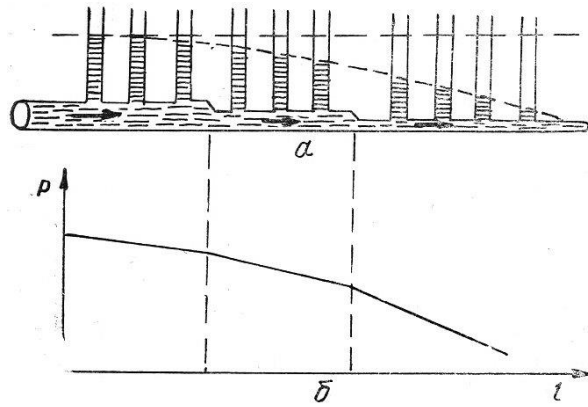
2.4-rasm

$$x = x_1 + x_2 + x_3 \quad (2.10)$$

$$X = \left(\frac{1}{X_1} + \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_3} \right)^{-1} \quad (2.11)$$

Puazeyl formulasiga ko'ndalang kesimlari turlicha bo'lgan trubalar uchun ham o'rinli bo'lgan yanada umumiy ko'rinish berish uchun $(P_1 - P_2)/2$ bosim gradienti $\frac{dP}{dl}$ bilan almashtiramiz, unda (2.8) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\eta} \cdot \frac{dp}{dl} \quad (2.12)$$



2.5-rasm

Qovushoq suyuqlik oqib turgan turlicha ko'ndalang kpsim yuziga ega bo'lgan gorizonta trubaning turli joylariga manometrik trubkalar o'rnatamiz (2.5-a rasm). Ular ko'ndalang kesimi o'zgaruvchan trubalar yo'nalishi bo'ylab statik bosim 1 ga proporsional ravishda kamayib borishini ko'rsatadi $\frac{dP}{dl} = const$ bir xil bo'lgani uchun radiusi kichik bo'lgan trubalarda bosim gradienti katta bo'ladi. Bosimning truba bo'ylab l - masofaga bog'liqligining grafigi 2.5-b rasmda taqriban ko'rsatilgan.

GEMODINAMIKANING FIZIK MASALALARI

Biomexanikaning tomirlar sistemasidagi qon harakatini o'rganuvchi bo'limiga gemodinamika deyiladi. Gemodinamikaning fizik asosi gidrodinamikadir. Qonning harakati qonga ham qon tashuvchi tomirlarning xossalriga ham bog'liq.

QON AYLANISHI MODELLARI

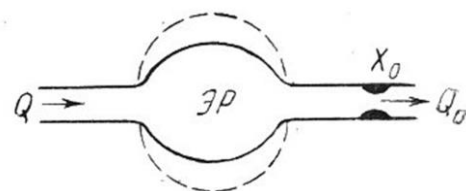
O.Frank taklif etgan qon yuradigan tomirlar sistemasining gidrodinamik modelini ko'rib o'tamiz. Bu model etarlicha oddiy bo'lishiga qaramasdan, qonning zarb hajmi (bitta sistola davomida yurak qorinchasi tomonidan otib chiqarilayotgan qonning hajmi) bilan, qon aylanish sistemasi markazidan uzoqda joylashgan qismlarining gidravlik X_0 qarshiligi va arteriyalardagi bosimning o'zgarishlari orasidagi bog'lanishni amalga oshirishga imkon beradi. Qon aylanish sistemasi arterial qismi elastik rezervuar kabi modellashtiriladi (3.1-rasm, ER bilan belgilangan).

Qon elastik rezervuarda bo'lgani sababli uning ixtiyoriy paytdagi hajmi p bosimga quyidagi munosabat orqali bog'langan:

$$V = V_0 + Rp \quad (3.1)$$

bu erda R-rezervuarining elastikligi (hajmi bilan bosim orasidagi proportsionallik koeffitsienti); V_0 - rezervuarining bosim bo'lmagandagi ($p=0$) hajmi. (3.1)ni differentsiallab, quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$\frac{dV}{dt} = k \frac{dp}{dt} \quad (3.2)$$



3.1-rasm

Qon yurakdigi elastik rezervuarga (arteriyaga) kiradi, qon oqishining hajmiy tezligi Q ga teng. Qon elastik rezervuardan, chetki qismlarga (arteriolalar, kapillyarlarga) Q_0 hajmiy tezlik bilan oqib chiqadi. Faraz qilaylik, chetki sistemalarning gidravlik qarshiligi o'zgarmas bo'lsin. Bu elastik rezervuarining chiqish qismiga mahkamlangan "qattiq" naycha qo'yish orqali modellashtiriladi (3.1-rasm).

Yurakdan oqib chiqayotgan qonning hajmiy tezligi elastik rezervuar hajmining ortishi tezligiga va elastik rezervuardan oqib chiqayotgan qonning tezligiga tengligini ko'rsatuvchi etarlicha aniqlikka ega bo'lgan tenglamani tuzish mumkin (3.1-rasm);

$$Q = \frac{dV}{dt} + Q_0 \quad (3.3)$$

(2.8) Puazeyl tenglamasi va (2.9) formulaga asosan qon aylanish sistemasining chetki qismlari uchun quyidagi formulani yozish mumkin:

$$Q_0 = \frac{p - p_v}{X_0} \quad (3.4)$$

bu erda p – elastik rezervuardagi bosim; p_v - venaga oid bosim, uni nolga teng deb olish mumkin, u holda (3.4) o'rniga quyidagiga ega bo'lamiz:

$$Q_0 = \frac{p}{X_0} \quad (3.5)$$

(3.2) va (3.5)ni (3.3)ga qo'ysak,

$$Q = k \frac{dp}{dt} + \frac{p}{X_0}, \quad \text{yoki} \quad (3.6)$$

$$Qdt = kdp + \frac{p}{X_0} dt$$

ni hosil qilamiz va (3.6)ni integrallaymiz. Integrallash chegarasi vaqt bo'yicha pulsning davriga (yurakning qisqarish davri) mos bo'lib, 0 dan toki T_d gacha bo'ladi.

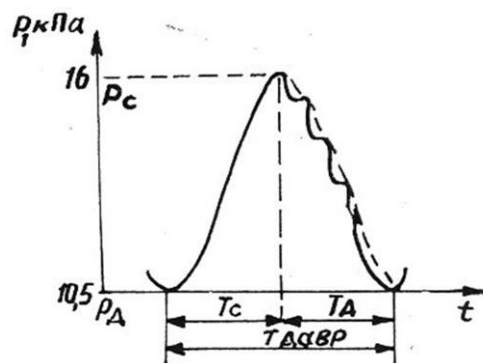
Ushbu vaqtinchalik chegaralarga bir xil bosimlar mos keladi eng kichik distolik bosim P_d :

$$\int_0^{T_D} Q dt = k \int_{R_D}^{R_D} dp = \frac{1}{X_0} \int_0^{T_D} p dt \quad (3.7)$$

Chegaralari bir xil bo'lgan integral nolga teng bo'lgani sababli (3.7)dan quyidagi tenglama hosil bo'ladi:

$$\int_0^{T_D} Q dt = \frac{1}{X_0} \int_0^{T_D} p dt \quad (3.8)$$

Uyqu arteriyasidagi bosimning vaqtga bog'liq holda o'zgarishini ko'rsatuvchi tajriba asosida olingan egri chiziq 3.2-rasmda ko'rsatilgan (tutash chiziq). Rasmda pulsning davri, sistelaning T_s diastolaning T_d davomiyligi va maksimal sistolik bosim ko'rsatilgan.



3.2-rasm

(3.8) tenglamaning chap qismidagi integral yurakning bir marta qisqarishi davomida undansiqib chiqarilgan qonning hajmi zarb hajmiga teng bo'lib, u tajriba asosida topilish mumkin (3.8) tenglamaning o'ng qismidagi integral egri chiziq va vaqt o'qi bilan egaralangan (3.2-rasm) figuraning yuziga mos kelishini ham aniqlash mumkin. Integrallarning ko'rsatilgan qiymatlaridan foydalanib, (3.8) formula asosida qon aylanish sistemasi chetki qismlaridagi gidravlik qarshilikni hisoblash mumkin.

Sistola (yurakning qisqarishi) paytida elastik rezervuarining kengayishi, sistoladan so'nggi diastola paytida esa qonning chekka qismlarga oqib chiqishi yuz beradi, $Q=0$. Bu davr uchun (11.6)dan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$0 = k dp + \frac{p}{X_0} dt \text{ yoki } \frac{dp}{p} = - \frac{dt}{kX_0} \quad (3.9)$$

(3.9)ni integrallab, rezervuarda sistoladan so'nggi bosimning vaqtga bog'liqligini ifodalovchi formulani hosil qilamiz:

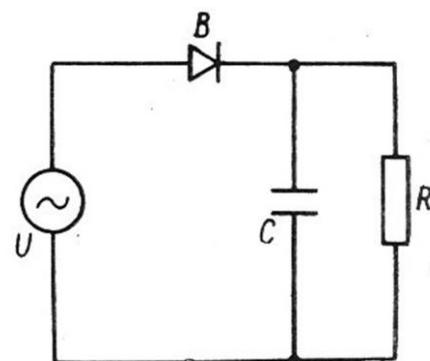
$$p = p_c e^{-i/(kX_0)} \quad (3.10)$$

Bunga mos bo‘lgan egri chiziq 3.2-rasmda shtrix chiziq ko‘rinishida tasvirlangan. (3.5) formula asosida qonning oqib chiqish tezligining vaqtga bog‘liqligini topamiz:

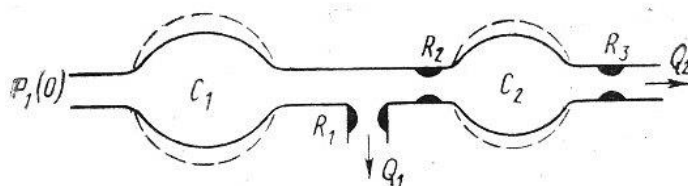
$$Q = Q_s e^{-t/(kX_0)} \quad (3.11)$$

bunda $Q_s = P/X_0$ — sistola oxirida (diastola boshida) elastik rezervuardan oqib chiqayotgan qon harakatining hajmiy tezligi.

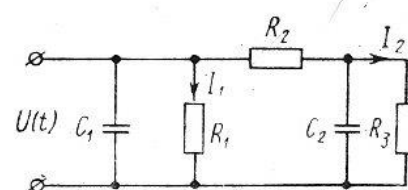
(3.10) va (3.11) formulalardagi bog‘lanishlarni ifodalovchi egri chiziqlar eksponentlardan iborat. Ushbu model real hodisani qo‘pol darajada tavsiflasa-da, u diastola oxiridan jarayonni haddan tashqari sodda va ishonchli ko‘rinishda aks ettiradi. Lekin shu bilan birga bu model yordamida diastola boshidagi bosimning o‘zgarishini tasvirlab bo‘lmaydi. Mexanik model asosida unga o‘xshash bo‘lgan qon aylanish sistemasining elektrik modelini qo‘yish mumkin (3.3-rasm).



3.3-rasm



3.4-rasm



3.5-rasm

Bu erda sinusoidal bo‘lmagan elektr kuchlanishni beruvchi U manba, yurakka o‘xshash, to‘g‘rilagich B — yurak klapani vazifasini bajaradi. Kondensator C yarim davrga teng bo‘lgan vaqt davomida zaryadni to‘plab, so‘ng rezistor R orqali zaryadsizlanadi va shu yo‘sinda rezistor orqali oqib o‘tayotgan tok kuchi silliqanadi. Kondensatorning ish faoliyati elastik rezervuar (aortalar, arteriyalar) nikiga o‘xshash bo‘lib, arteriolalarda va kapillyarlarda qon bosimi o‘zgarib turishlarini silliqlash vazifasini bajaradi. Gezistor esa chetki qon tomirlari sistemasining elektrik analogiyasi hisoblanadi.

Tomirlar yo‘li fazoda taqsimlangan sistema hisoblanadi degan faktni hisobga olish uchun qon tomirlari yo‘lining yanada aniqroq modeli ko‘p miqdordagi elastik

rezervuarlardan foydalanilgan. Qonunig inertsiyal xossalarini hisobga olish uchun model qurishda aortaning yuqoriga yoʻnalgan va pastga yoʻnalgan tarmoqlarini modellovchi elastik rezervuarlar turlicha elastiklikka ega boʻladi deb taxmin qilinadi. Elastikligi turlicha boʻlgan ikkita rezervuardan va rezervuarlari orasidagi gidravlik qarshiligi har xil boʻlgan noelastik zvenolardan iborat Roston modeli 3.4-rasmda tasvirlangan. Bunday modelga 11.5-rasmda tasvirlangan elektr sxemasi mos keladi. Bu erda tok manbai $P(t)$ bosimning analogi boʻlgan pulsatsiyalovchi $U(t)$ kuchlanishni uzatadi: C_1 va C_2 sigʻimlar k_1 va k_2 elastiklikka; R_1 , R_2 va R_3 elektr qarshiliklari X_1 , X_2 va X_3 gidravlik qarshiliklarga; I_1 va I_2 tok kuchlari qonning qochishi tezliklari Q_1 va Q_2 ga mos keladi.

Bunday model ikkita birinchi tartibli diferentsial tenglamalar sistemasi yordamida tavsiflanadi, ularning echimini esa birinchi va ikkinchi kameralarga mos keluvchi ikkita egri chiziq beradi.

Ikki kamerali model tomirlarda yuz beradigan jarayonlarda oqimni yaxshiroq tavsiflab beradi, lekin u diastolalar boshidagi bosim oʻzgarishlarini (tebranishlarini) tushuntirmaydi.

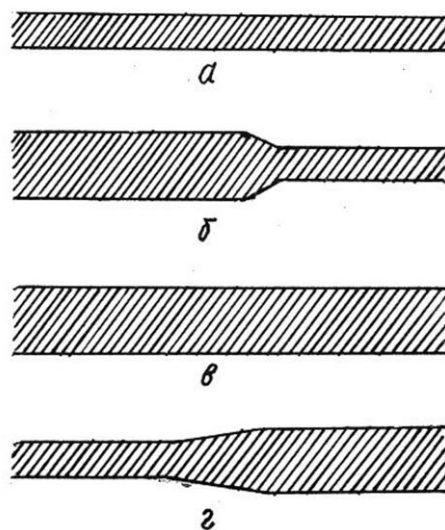
Bir necha yuzlab elementlardan tashkil topgan moddalar parametrlari bilan taqsimlangan modellar deyiladi.

PULS (TOMIR URISHI) TOʻLQINI

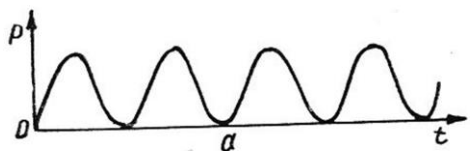
Yurak muskullarining qisqarishida (sistola) qon yurakdan aortaga va undan tarqalib ketuvchi arteriyalarga siqib chiqarila boshlaydi. Agar bu tomirlar devorlari qattiq boʻlganda edi, qonning yurakdan chiqishi paytida vujudga kelgan bosim tovush tezligida chekkadagi qismlarga uzatilgan boʻlar edi. Qon tomirlarining elastikligi shunga olib keladiki, sistola paytida yurak itarib chiqarayotgan qon aorta, arteriya va arteriolalarni choʻzadi, bunda katta qon tomirlari sistola paytida markazdan chetdagi qismlarga oqib boradigan qonga nisbatan koʻp qonni qabul qiladi. Odamning sistolik bosimi normada taxminan 16 kPa ga teng. Yurakning boʻshashishi (diastola) paytida choʻzilgan qon tomirlari pasayadi (boʻshashadi) va yurakning qon orqali ularga uzatgan potentsial energiyasi qonning oqishidagi kinetik energiyasiga aylanib, distolik

bosimning taqriban 11 kPa atrofida tutib turilishiga madad beradi. Sistolar yuz berishi davrida qonning chap qorinchadan itarib chiqarilishi tufayli yuzaga kelgan va aorta hamda arteriyalar orqali tarqaluvchi yuqori bosimli to‘lqinga pulsli to‘lqin deyiladi.

Puls to‘lqini 5-10 m/s va undan ortiqroq tezlik bilan tarqaladi. Demak, sistola davrida (0,3 atrofida u 1,5-3 m) masofaga tarqalishi lozim, bu



3.6-rasm



3.7-rasm

masofa esa yurakdan qo‘l va oyoqlargacha bo‘lgan masofadan ortiqroqdir. Bu shuni bildiradiki, puls to‘lqini fronti qo‘l va oyoqlarning oxirgi nuqtalariga aortada bosimning pasayishidan oldin etib boradi. Arteriyaning yon tomonidan sxematik ko‘rinishi 3.6-rasmda ko‘rsatidgan: a — puls to‘lqini o‘tgandan so‘ng, b — arteriya orqali puls to‘lqinining o‘tish payti, v — arteriyada puls

to‘lqini mavjudligi, g — ko‘tarilgan bosimning pasaya boshlashi.

Katta arteriyalardagi puls to‘lqiniga qon oqishining pulsatsiyalangan tezligi mos keladi, ammo qonning tezligi (eng katta qiymati 0,3-0,5 m/s) puls to‘lqini tarqalish tezligidan aytarli darajada kichikdir.

Yurak ishi to‘g‘risidagi umumiy tushunchalardan va modellarda o‘tkazilgan tajribadan ma‘lum bo‘lishicha puls to‘lqini sinusoidal (garmonik) bo‘la olmaydi. Puls to‘lqini har qanday davriy jarayon kabi garmonik to‘lqinlarning yig‘indisi kabi ko‘rsatilishi mumkin. Shu sababli pulsli garmonik to‘lqinga biror model kabi diqqatimizni jalb qilaylik.

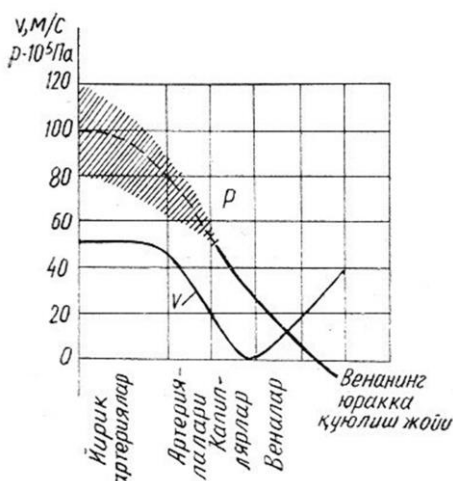
Faraz qilaylik, garmonik to‘lqin X o‘qi yo‘nalishi bo‘ylab qon tomirida v tezlik bilan tarqalayotgan bo‘lsin. Qonning qovushoqligi va qon tomirining elastiklik va yopishqoqlik xossasi to‘lqin amplitudasini kamaytiradi. Ya‘ni so‘nish eksponentsial

ko‘rinishda bo‘ladi deb hisoblash mumkin. Bunga asoslangan holda pulsi garmonik to‘lqin uchun quyidagi tenglamani yozish mumkin:

$$p = p_0 e^{-\chi x} \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (3.12)$$

bu erda P_0 - puls to‘lqinidagi bosim amplitudasi, x — tebranish manбайдan (yurakdan) ixtiyoriy olingan nuqtagacha bo‘lgan masofa, t — vaqt, ω — tebranishlar tsiklik chastotasi; χ — to‘lqinning so‘nishini aniqlovchi biror o‘zgarimas kattalik. Pulsi to‘lqin uzunligini quyidagiformula yordamida topish mumkin:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{2v}{\omega} \quad (3.13)$$



3.8-rasm

Bosim to‘lqini biror “ortiqcha” bosimni ifodalaydi. Shu sababli “asosiy” bosim p_a ni hisobga olgan holda (p_a - atmosfera bosimi yoki qon tomirlarini o‘rab olgan atrof muhitdagi bosim) bosimning o‘zgarishini quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$p = p_a + p_0 e^{-\chi x} \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right) \quad (3.14)$$

(3.14) dan ko‘rinib turibdiki, qon siljigani sari (x ortib borgani sari) bosimning tebranishitekislanib boradi. Bosimning yurak yaqinidagi aortada (a) va arteriolalarda (b) tebranishi 3.7 rasmda sxematik ko‘rinishda berilgan. Grafiklar garmonik pulsi to‘lqinning modelini faraz qilib berilgan.

Bosimning o‘rtacha qiymatining va qon oqimi tezligi v_{qon} ning qon harakatlanuvchi tomirlar turiga bog‘liq holda o‘zgarishini ko‘rsatuvchi grafiklar 3.8-rasmda berilgan. Qonning gidrostatik bosimi hisobga olinmaydi. Bosim atmosfera osimidan ortiqcha. Shtrixlangan soha bosim tebranishiga mos keladi (puls to‘lqini).

Katta tomirlarda puls to‘lqinining tezligi tomirlar parametrlariga quyidagi ko‘rinishda bog‘liq (Mosner-Kerteveg formulasi):

$$v = \sqrt{\frac{Eh}{\rho d}} \quad (3.15)$$

bu erda E — elastiklik module; ρ — qon tomiri moddasining zichligi; h — qon tomiri devorining qalinligi; d — qon tomiri diametri.

(3.15) tenglamani ingichka sterjendagi tovushning tarqalishi bilan taqqoslash qiziqarlidir:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (3.16)$$

Odamda yosh ulg‘ayishi bilan qon tomirlarining elastiklik moduli ham ortib boradi, shu sababli (3.16)dan ko‘rinib turibdiki, elastiklik moduli ortsa, puls to‘lqinining tezligi ham katta bo‘ladi.

YURAKNING ISHI VA QUUVVATI. SUN‘IY QON AYLANISH APPARATI (SQAA)

Yurak bajaradigan ish bosim kuchlarini engish va qonga kinetik energiya berish uchun sarflanadi.

Chap qorinchaning bir marta qisqarishida bajariladigan ishni hisoblaylik. Qonning zarb hajmi V_3 ni slindri ko‘rinishida ifodalaymiz (3.9.-rasm). Yurak bu hajmni ko‘ndalang kesimi yuzi S bo‘lgan aorta bo‘ylab o‘rtacha p bosim ostida l masofaga siqib chiqaradi deb hisoblash mumkin. Bunda bajarilgan ish

$$A_1 = F \cdot l = p \cdot S \cdot l = pV_3$$

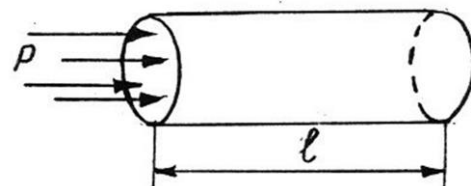
Bu hajmdagi qonga kinetik energiya berish uchun

$$A_2 = \frac{mv^2}{2} = \frac{\rho V_3 v^2}{2}$$

ish bajarilgan, bu erda ρ — qonning zichligi; v — qonning aortadagi tezligi. Shunday qilib, chap qorinchaning bir mart qisqarishida bajarilgan ish

$$A_g = A_1 + A_2 = pV_3 + \frac{\rho V_3 v^2}{2}$$

O‘ng qorinchaning bajargan ishi “chap qorincha” bajargan ishning 0,2 qismiga teng deb qabul qilinishi tufayli, yurakning bir marta qisqarishida bajargan to‘la ishi



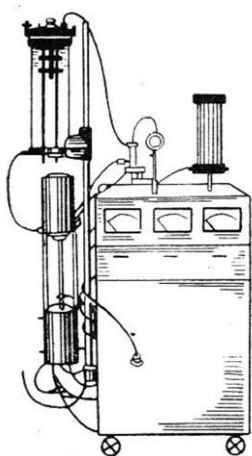
3.9-rasm

$$A = A_{ch} + 0,2A_{ch} = 1,2 \left(pV_z + \frac{\rho V_z v^2}{2} \right) \quad (3.17)$$

(3.17) formula orzunizmning ham tinchlikdagi, ham aktiv holatlari uchun o'z kuchini saqlaydi. Bu holatlar qon harajati tezligining turlicha qiymatlari bilangina farq qiladi.

(3.17) formulaga $p=13 \text{ kPa}$, $V_3 = 60 \text{ ml} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$, $\rho=1,05 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, $v=0,5 \text{ m/s}$ kattaliklarni qo'yib, tinch holatda yurakning bir marta qisqarishida bajargan ishni topamiz: $A \approx 1 \text{ J}$

Yurak 1 s da o'rtacha bir marta qisqaradi deb hisoblab, bir sutka davomida yurakning bajargan ishini topamiz: $A_{yu}=86400 \text{ J}$. Muskullarning aktiv faoliyatida yurakning ishi bir necha marta ortishi mumkin.



3.10-rasm

Agar sistola davomiyligi $t \approx 0,3 \text{ s}$ ekani hisobga olinsa, yurakning bir marta qisqarishidagi quvvati $\langle W \rangle = A_1/t = 3,3 \text{ W}$

Yurakda operatsiya qilish davomida uni vaqtincha qon aylanish sistemasidan ajratishga to'g'ri keladi, bunda maxsus sun'iy qon aylanish apparatidan foydalaniladi (3.10-rasm).

Mazmunan, bu apparat sun'iy yurak (nasos sistemasi) bilan sun'iy o'pka (oksigenerator — qonni kislorod bilan boyitilishini ta'minlovchi sistema) birikmasidan iborat.

3-MA'RUZA

TERMODINAMIKA. TIRIK SISTEMALAR TERMODINAMIKASI

Termodinamika deganda sistemani tashkil etuvchi jismlarning mikroskopik tuzilishini hisobga olmagan holda ular orasida energiya almashinuvi mumkin bo'lgan sistemalarni (termodinamik sistemalarni) qarab chiquvchi fizikaning bo'limi tushuniladi.

Muvozanatli sistemalar termodinamikasi yoki muvozanat holatiga o'tuvchi sistemalar va nomuvozanatli termodinamik sistemalar bir-biridan farqlanadi.

Nomuvozanatli Termodinamika biologik sistemalarni ko'rib chiqishda asosiy o'rinni egallaydi.

TERMODINAMIKANING ASOSIY TUSHUNCHALARI. TERMODINAMIKANING BIRINCHI QONUNI

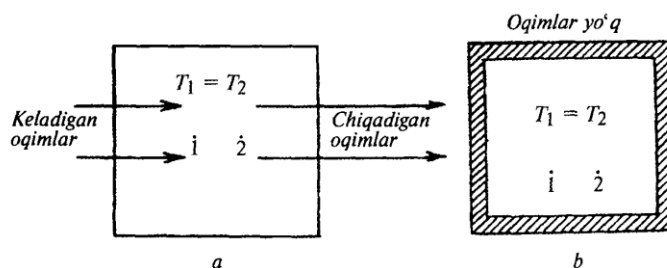
Termodinamika sistemasining holati parametrlar (hajm, bosim, harorat, zichlik va hokazo) deb atalgan fizik kattaliklar bilan xarakterlanadi.

Agar sistemaning parametrlari uni atrof-muhitdagi jismlar bilan o'zaro ta'sirlashishida vaqt o'tishi bilan o'zgarmasa, sistemaning holati statsionar deyiladi. Bunga ishlab turgan xo'jalik xolodilnigi ichki qismining juda qisqa vaqt oralig'idagi holati, odam gavdasining holati, isitiluvchi xona ichidagi havoning holati va boshqalar misol bo'ladi.

Statsionar holatda bo'lgan sistemaning turli qismlaridagi parametrlarning qiymatlari odatda bir-biridan farq qiladi: odam tanasining turli qismlari temperaturasi biologik membrananing turli qismlaridagi diffuziyalanuvchi molekular konsentratsiyasi va hokazo. Shunday qilib, sistemada ayrim parametrlarning gradiyenti doimiy tutib turiladi, shu sababli kimyoviy reaksiyalar o'zgarmas tezlik bilan o'tishi mumkin.

Statsionar holat energiya oqimi va sistema orqali o'tayotgan modda hisobiga ushlab turiladi. Statsionar holat sxematik ko'rinishda 4.1- a rasmda ko'rsatilgan, temperatura esa sistemaning turli nuqtalarida turlicha. Ma'lumki, statsionar holatda shunday sistemalar bo'lishi mumkinki, bir sistemani o'rab olgan boshqa sistemalar bilan

energiya va modda almashinuvi (ochiq sistemalar) yoki hech bo'lmaganda o'zaro energiya almashinishi yuz berishi lozim (yopiq sistemalar).



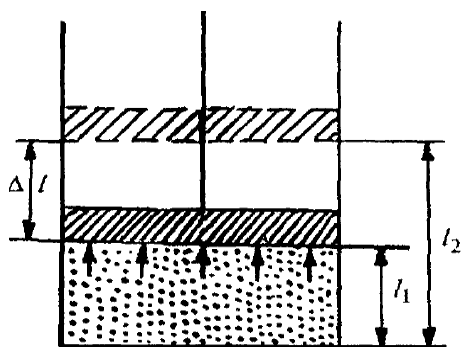
4.1-rasm

O'z atrofmi o'rab turgan jismlar bilan na energiya yoki na modda almashinuvida ishtirok etmagan termodinamik sistema izolatsiyalangan sistema deyiladi. Izolatsiyalangan sistema vaqt o'tishi bilan termodinamik muvozanat holatiga qaytib keladi. Bu holatda ham, statsionar holatdagi kabi, sistema parametrlari vaqt o'tishi bilan o'zgarmas saqlanib qoladi. Ammo eng muhimi shundaki, muvozanatli holatda zarrachalarning massasi yoki soniga bog'liq bo'lgan bosim, temperatura va boshqalar bu sistemaning turli qismlarida bir xil bo'ladi.

Tabiiyki, har qanday real termodinamik sistemani issiqlik o'tkazmaydigan biror qatlam bilan o'rash mumkin bo'lmagani sababli, u izoltsiyalangan holatda bo'lmaydi. Izolatsiyalangan sistemani biror qulay termodinamik model deb qarash mumkin. Bunday izolatsiyalangan sistemaning muvozanat holati 4.1 -b rasmda ko'rsatilgan.

Yopiq sistemaning atrofdagi jismlar bilan o'zaro ta'sirlarini batafsilroq ko'rib chiqamiz. Sistema va uni o'rab turgan jismlar bilan energiya almashinuvi ikki xil jarayonda: ish bajarishda va issiqlik almashinishida amalga oshiriladi.

Issiqlik almashinishida uzatilgan energiya miqdorining o'lchovi issiqlik miqdori, ish bajarishda sarflangan energiyaning o'lchovi esa ishdir.



12.2-rasm

Gaz hajmining o'zgarishida gaz bajargan ishni hisoblash uchun ifoda topamiz. Faraz qilaylik, silindrik idish ichida porshen ostidagi gaz izobarik holatda v_1 dan v_2 gacha kengaysin (12.2- rasm), shu vaqtda porshen $\Delta l = l_2 - l_1$ masofaga siljiydi, hajm esa $\Delta V = v_2 - v_1$ qadar o'zgaradi

Ko'ndalang kesimi yuzi S bo'lgan porshenga gaz tomonidan p bosim tufayli $F = p \cdot S$ ga teng kuch ta'sir qiladi. Bu kuchning yo'nalishi porshenning ko'chish yo'nalishi bilan bir xil bo'lgani sababli gaz bajargan ish:

$$A = F \cdot \Delta l = p \cdot S \cdot \Delta l = p \cdot \Delta V \quad (4.1)$$

Gazning kengayishida $\Delta V > 0$ va bajarilgan ish musbat ($A > 0$) siqilishida $\Delta V < 0$ va $A < 0$. So'z tashqi kuchlarning bajargan ishi ustida emas, balki gazning bajargan ishi ustida borayotganini e'tiborga olish lozim. Hamma tashqi kuchlarning bajargan ishi buning teskarisi, ya'ni gaz kengayganda manfiy, siqilganda esa musbat bo'ladi.

Agar gaz hajmining o'zgarishida gaz bosimi o'zgarsa, u holda gaz hajmining juda kichik o'zgarishlariga mos keluvchi elementar ishni hisoblash lozim:

$$dA = p \cdot dV \quad (4.2)$$

(2) ni integrallab, gaz bajargan ishni topamiz:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV \quad (4.3)$$

Misol tariqasida izotermik jarayonda ideal gazning kengayishida bajargan ishini topaylik. Buning uchun (4.3) formuladagi bosim o'rniga uning Mendeleyev-Klapeyron formulasidagi ifoda

$$p = \frac{m}{M} \cdot \frac{RT}{V} \quad (4.4)$$

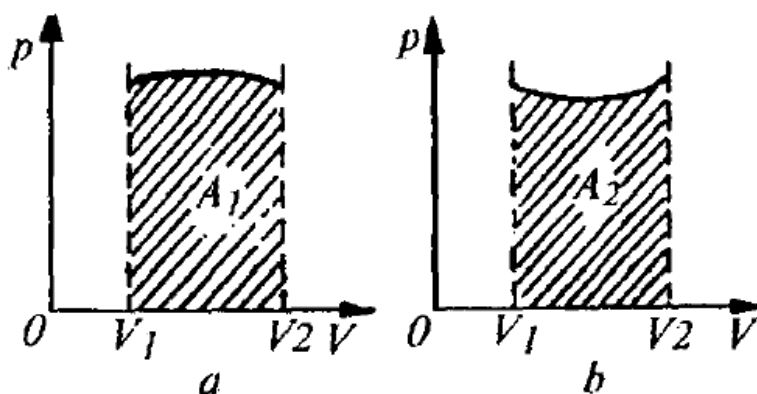
ni keltirib qo'yamiz va quyidagini hosil qilamiz:

$$A = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \frac{m}{M} RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \frac{m}{M} RT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (4.5)$$

Bu yerda m — gazning massasi; M — molyar massa (bir mol gazning massasi); T — termodinamik harorat, $R = 8,31 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ — molyar gaz doimiysi. (4.3) tenglamadan ko'rinib turibdiki, gaz bajargan ish grafik usulda koordinataning bosim va hajm o'qlarida chizilgan trapetsiyaning yuzi kabi hisoblanadi (4.3- rasm). Boshlang'ich va oxirgi holatlari bir xil bo'lgan ikkita turli xil jarayonlar ifodalangan, rasmdan

ko‘rinib turibdiki, bajarilgan ish jarayonga bog‘liq ekan. Shu sababli A_1 ish (4.3- a rasm) A_2 ishdan katta (4.3-b rasm). Issiqlik jarayonlari uchun energiyaning saqlanish qonuni termodinamikaning birinchi qonuni kabi ta’riflanadi. Sistemaga berilgan issiqlik miqdori sistemaning ichki energiyasini o‘zgartirish va sistema tomonidan bajariladigan ishga sarf boiadi:

$$Q = \Delta U + A$$



4.3-rasm

Sistemaning ichki energiyasi deganda, sistemani tashkil etgan zarrachalarning kinetik va potensial energiyalari yig‘indisi tushuniladi.

Ichki energiya sistema holatining funksiyasi bo‘lib, berilgan holat uchun ma’lum bir qiymatga ega bo‘ladi. ΔU sistemaning boshlang‘ich va oxirgi holatlariga mos bo‘lgan ichki energiya ayirmasi:

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

Issiqlik miqdori ish kabi jarayonning funksiyasi bo‘lib, holat funksiyasi bo‘la olmaydi. Issiqlik miqdorini ham, ishni ham biror parametring boshlang‘ich va oxirgi holatdagi ikki qiymatining ayirmasi sifatida ifodalash mumkin emas. Shu sababli (12.6) formulada Q va A ortirma Δ belgisiz yozilgan.

Q , A ning juda kichik qiymatlari va U ning kichik orttirmalari uchun bularga mos holdagi δQ , δA va dU belgilashlardan foydalaniladi, shu bilan birga issiqlik miqdori va ichki energiyaning ishi tushunchalarining farqi ta’kidlanadi.

Kelgusida soddalashtirish uchun bir xil belgilashlardan (dQ , dA va dU) foydalaniladi, lekin bu fizik kattaliklarning farqini yodda tutish lozim. Yuqorida bayon

qilinganlarni hisobga olib, termodinamikaning birinchi qonunini quyidagicha yozish mumkin:

$$dQ = dU + dA$$

Q , A , ΔU va dQ , dA , dU ning qiymatlari musbat bo'lishi ham (sistemaga issiqlik tashqi jismlar orqali uzatiladi, bunda ichki energiya ortib, gaz kengayadi), manfiy bo'lishi ham (sistemadan issiqlik miqdori olinadi, ichki energiya kamayadi, gaz siqiladi) mumkin.

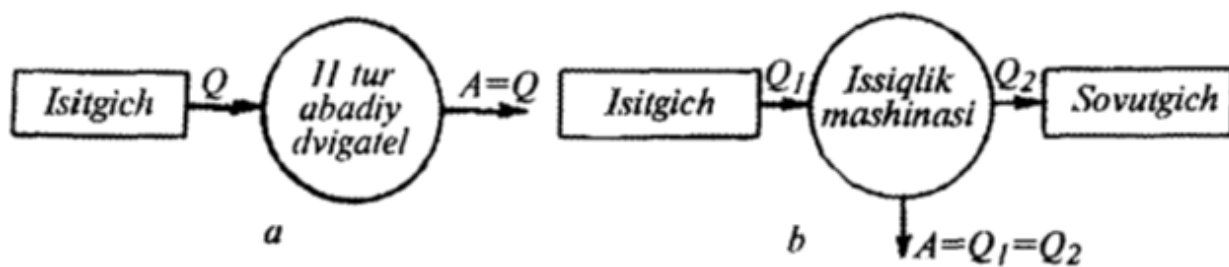
TERMODINAMIKANING IKKINCHI QONUNI. ENTROPIYA

Energiyaning saqlanish qonuni hisoblangan termodinamikaning birinchi qonuni jarayonlarning borishi mumkin bo'lgan yo'nalishlarni ko'rsatmaydi. Masalan, termodinamikaning birinchi qonuniga binoan issiqlik almashinishida issiqlikning issiqroq jismdan sovuq jismga o'z-o'zidan o'tishi mumkin bo'lganidek, buning teskarisi, issiqlikning sovuqroq jismdan issiqroq jismga o'tishi ham mumkin. Lekin kundalik tajribalardan ma'lumki, tabiatda ikkinchi jarayon amalga oshmaydi; masalan, xona ichidagi havoni sovitish hisobiga choynakdagi suv o'z-o'zidan isimaydi. Boshqa bir misol: toshning biror balandlikdan yerga tushishida, uning potensial energiyasining o'zgarishiga ekvivalent miqdorda qizishi yuz beradi, bunga teskari jarayon—toshning faqat sovishi hisobiga o'z-o'zidan yuqoriga ko'tarilishi esa yuz bermaydi.

Termodinamikannig ikkinchi asosi ham, birinchisi kabi, tajribadan olingan natijalarning umumlashtirilganidir.

Termodinamika ikkinchi qonunining bir necha ta'riflari mavjud: issiqlik o'z-o'zidan harorati past bo'lgan jismdan harorati yuqori bo'lgan jismga o'ta olmaydi (*Klauzius ta'riai*), yoki ikkinchi turdagi abadiy dvigatel bo'lishi mumkin emas (*Tomson ta'rifi*), ya'ni bir jismning sovishi hisobiga issiqlikning ishga aylanishi mumkin bo'lgan yagona davriy jarayon bo'lishi mumkin emas.

Issiqlik mashinasida berilgan issiqlik miqdori hisobiga ish bajariladi, ammo bunda issiqlikning bir qismi, albatta, xolodilnikka uzatiladi. Termodinamikannig ikkinchi asosiga muvofiq 12.4- rasmda bo'lishi mumkin bo'lmagan (*a*) va mumkin bo'lgan (*b*) davriy jarayonlar sxematik usulda ko'rsatilgan.



4.4-rasm

Termodinamikaning ikkinchi asosini (qonunini) miqdoriy ifodalashga imkon beruvchi ayrim termodinamik tushunchalarni ko'rib chiqamiz.

Agar hamma oraliq holatlar orqali o'tishda 2-1 jarayonni amalga oshirish mumkin bo'lsa, sistema boshlang'ich holatiga qaytganidan so'ng, uning atrofidagi jismlarda hech qanday o'zgarish yuz bermasa, bu holda 1-2 jarayonga qaytuvchan jarayon deyiladi.

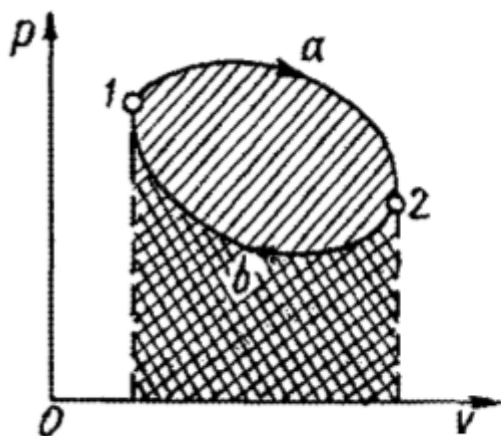
Qaytuvchan jarayon fizik abstraksiya hisoblanadi. Hech bo'lmasa atrofidagi jismlarning isishiga sabab bo'lgan ishqalanish kuchlari mavjud bo'lsa-da, hamma real jarayonlar qaytmasdir. Qaytmas jarayonlarning xarakterli misollari: gazning bo'shliqqa kengayishi, diffuziya, issiqlik almashinishi va hokazo. Sistemani dastlabki holatiga qaytarish uchun bu hodisalarning hammasida tashqi jismlar ish bajarishi lozim.

Sistemaning o'zini boshlang'ich holatiga qaytishi jarayoni sikl yoki aylanma jarayon deyiladi.

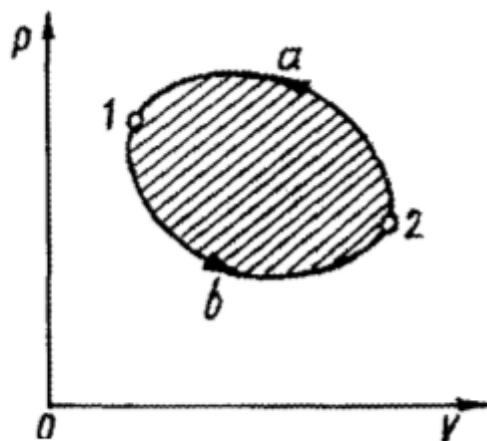
Siklning grafigi berk chiziqdan iborat. 4.5- rasmda tasvirlangan sikl to'g'ri bo'lib, u issiqlik mashinasiga mos keladi, ya'ni biror jismdan — issiqlik uzatuvchidan (isitgichdan) issiqlik miqdori oladigan, ish bajarib, bu issiqlik miqdorining bir qismini boshqa jismga — issiqlik qabul qiluvchiga (xolodilnikka) uzatadigan qandaydir bir qurilmaga mos keladi (4.4- rasm). Bu siklda ishchi modda (gaz) musbat ish bajaradi (4.5- rasm); gaz 1-a-2 jarayonda kengayadi, ish musbat va son jihatidan 1-a-2 egri chiziq ostidagi yuzga teng; 2-b-1 jarayonida ish manfiy (gazning siqilishi) va son jihatidan tegishli egri chiziq ostidagi yuzga teng. Bir sikl davomida gaz bajargan ishning algebraik yig'indisi umumiy holda musbat ishni beradi va son jihatidan 1-a-2-b-1 berk egri chiziq bilan chegaralangan yuzga teng.

Teskari sikl sovitgich mashinaning ishiga mos keladi, ya'ni issiqlikni sovitgichdan tortib oladigan va ko'p miqdordagi issiqlikni isitgichga uzatadigan sistemaga mos keladi. Termodinamikaning ikkinchi qonunidan kelib chiqadiki, bu

jarayon (4.6- rasm) o‘z-o‘zidan o‘tmasdan, balki u tashqi kuchlar bajargan ish hisobiga yuz beradi. Bunda gaz manfiy ish bajaradi: gazning siqilishi 2-a-1 jarayondagi siqilish ishi manfiy, 1-b-2 jarayondagi kengayish ishi musbat. Gaz bajargan ishni algebraik qo‘shish natijasida gazning son jihatidan 2-a-1-b-2 egri chiziq bilan chegaralangan yuzga teng bo‘lgan manfiy ishini hosil qilamiz.



4.5-rasm



4.6-rasm

Bajarilgan ishning ishchi modda tomonidan isitgichdan olingan issiqlik miqdoriga nisbati issiqlik mashinasining yoki to‘g‘ri siklning foydali ish koeffitsiyenti deyiladi:

$$\eta = A/Q \quad (4.8)$$

Issiqlik mashinasining bajargan ishi issiqlik miqdori hisobiga bajarilgani, ishchi moddasining ichki energiyasi esa har bir sikl davomida o‘zgarmagani uchun ($\Delta U=0$) termodinamikaning birinchi qonunidan aylanma jarayonlarda bajarilgan ish issiqlik miqdorlarining algebraik yig‘indisiga tengligi kelib chiqadi:

$$A = Q_1 + Q_2$$

Demak,

$$\eta = (Q_1 + Q_2)/Q_1 \quad (4.9)$$

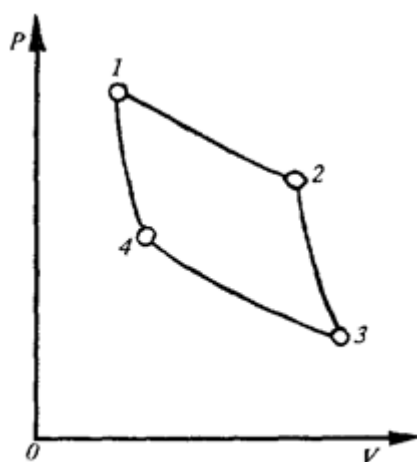
Ishchi modda hosil qilgan Q_1 issiqlik miqdori musbat, ishchi moddaning sovitgichga berilgan issiqlik miqdori Q_2 esa manfiy.

Karno siklini ko‘rib o‘taylik (4.7-rasm). U ikkita T_1 va T_2 ($T_1 > T_2$) haroratlarga mos holdagi 1-2, 3-2 izotermalardan va ikkita 2-3, 4-1 adiabatadan iborat. Bu siklda ishchi

modda ideal gaz hisoblanadi. Issiqlik miqdorining isitgichdan ishchi moddaga uzatilishi T_x haroratda, ishchi moddadan sovitgichga berilgan issiqlik miqdori Q_2 esa manfiy.

Karno siklini ko'rib o'taylik (4.7-rasm). U ikkita T_1 va T_2 ($T_1 > T_2$) haroratlarga mos holdagi 1-2, 3-2 izotermalardan va ikkita 2-3, 4-1 adiabatadan iborat. Bu siklda ishchi modda ideal gaz hisoblanadi. Issiqlik miqdorining isitgichdan ishchi moddaga uzatilishi T_1 haroratda, ishchi moddadan sovitgichga uzatilishi esa T_2 haroratda ro'y beradi. Qaytuvchan Karno siklining FIK faqat isitgichning T_1 va T_2 ga sovitgichning haroratlari bog'liqligini isbotsiz ko'rsatamiz.

$$\eta = (T_1 - T_2)/T_1 \quad (4.10)$$



4.7-rasm

Kamo termodinamikaning ikkinchi qonuniga asoslanib, quyidagi qoidalarni isbotlaydi: ayni bir isitgich va sovitgichli ikkita izoterma va ikkita adiabatadan iborat sikl bo'yicha ishlovchi hamma qaytuvchan mashinalarning FIK bir- biriga teng bo'lib, ishchi moddaga va siklni bajaruvchi mashinaning konstruksiyasiga bog'liq emas; qaytmas mashinaning FIK qaytuvchan mashinaning FIK dan kichikdir.

Bu qoidalarni (4.9) va (4.10) ga binoan

$$\frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (4.11)$$

ko'rinishda yozish mumkin, bu yerda “-” ishorasi qaytuvchan siklga, “+” ishorasi esa qaytmas siklga tegishlidir. Bu ifoda ikkinchi qonunning miqdoriy ifodasidir. Paragraf boshida keltirilgan har ikkala ifoda sifat jihatidan shu ikkinchi asosning natijasi ekanligini ko'rsatamiz.

Ikki jism orasidagi issiqlik almashinishi ish bajarilmasdan yuz beradi deb faraz qilaylik, ya'ni $Q_1 + Q_2 = 0$. U holda [(4.11) ga qarang] $T_1 - T_2 > 0$ va $T_1 > T_2$ bu esa o'z-o'zicha o'tayotgan jarayonda issiqlik harorati yuqoriroq bo'lgan jismlardan harorati pastroq bo'lgan jismga o'tadi, degan Klauzius ta'rifiga mos keladi.

Agar issiqlik mashinasi issiqlik almashinishi jarayonida olgan energiyasini to'la ish bajarish uchun sarf qilib, sovitgichga energiya uzatmasa, u holda $Q_2 = 0$ va (12.1) dan quyidagi tenglikka ega bo'lamiz:

$$(1 - T_2/T_1) \leq 1$$

lekin bunday bo'lishi mumkin emas, chunki T_1 , va T_2 - musbat. Bu yerdan Tomsonning ikkinchi (tur) abadiy dvigatel bo'lishi mumkin emas, degan ta'rifi kelib chiqadi. (12.11) ifodani boshqacha ko'rinishda yozamiz:

$$1 + \frac{Q_2}{Q_1} \leq 1 - \frac{T_2}{T_1}; \quad \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \leq 0$$

Ishchi modda tomonidan olingan yoki berilgan issiqlik miqdorining issiqlik almashinish jarayonidagi temperaturaga nisbati keltirilgan issiqlik miqdori deyiladi.

Shu sababli (4.12) ni quyidagicha ifodalash mumkin bir sikl davomidagi keltirilgan issiqlik miqdorlarining algebraik yig'indisi noldan katta bo'lmaydi (qaytuvchan sikllarda nolga teng, qaytmas sikllarda esa noldan kichik).

Agar sistemaning holati Kamo sikli bo'yicha o'zgarmasdan, boshqa biror ixtiyoriy sikl bo'yicha o'zgarsa, u holda uni yetarlicha juda kichik Karno sikllarining to'plami ko'rinishida tasavvur etish mumkin (4.8- rasm). U holda (4.12) ifoda yetarlicha kichik bo'lgan keltirilgan issiqlik miqdorlarining yig'indisiga aylanadi. Bu esa limitda

$$\oint \frac{dQ}{T} \leq 0 \quad (4.13)$$

integral bilan ifodalanadi.

(4.13) ifoda har qanday qaytmas („<“ belgi) yoki qaytuvchan („=“ belgi) sikl uchun o'rinlidir. dQ/T elementar keltirilgan issiqlik integral belgisidagi aylana integrallashni berk kontur yoki sikl bo'yicha olinayotganini ko'rsatadi.

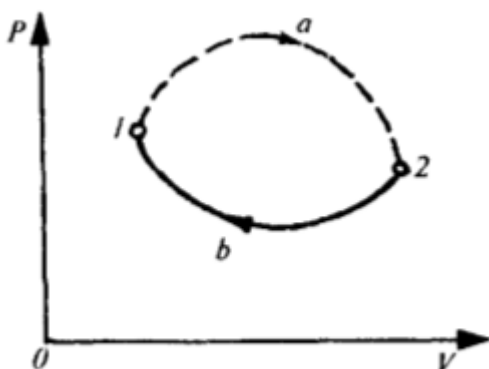
Jarayon yoki ko'chishga bogliq bo'lmagan fizik xarakteristikalar, odatda sistemaning vaziyatiga yoki boshlang'ich va oxirgi holatiga mos keluvchi biror funksiya ikki qiymatining ayirmasi kabi ifodalanadi. Masalan, og'irlik kuchi ishining

trayektoriyaga bog‘liq emasligi bu ishni trayektoriyaning boshlang‘ich va oxirgi nuqtalaridagi potensial energiyalari ayirmasi orqali ifodalashga imkon beradi: elektrostatik maydon kuchlarining ishini ko‘chirilayotgan zaryadning ko‘chish yo‘nalishiga bog‘liq emasligi bu ishni zaryad ko‘chirilayotgan boshlang‘ich va oxirgi nuqtalardagi maydon potentsiallarining ayirmasi orqali bog‘lashga imkon beradi.

Qaytuvchan jarayon uchun keltirilgan issiqlik miqdorining yig‘indisini sistema holatining entropiyasi deb ataluvchi biror funksiya ikki qiymatining ayirmasi kabi ifodalash mumkin:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} \quad (4.15)$$

bu yerda S_2 va S_1 , — sistemaning oxirgi 2 va boshlang‘ich 1 holatlariga mos keluvchi entropiya. Shunday qilib, entropiya sistemaning holat funksiyasi bo‘lib, ikki holat uchun entropiya qiymatlarining ayirmasi sistemaning bir holatdan boshqa holatga qaytuvchan o‘tishlaridagi keltirilgan issiqlik miqdorlarining yig‘indiga teng.



4.10-rasm

Agar jarayon qaytmas bo‘lsa, u holda (4.15) tenglama bajarilmaydi. Aytaylik, qaytuvchan 2-b-1 va qaytmas 1-a-2 jarayonlardan iborat bo‘lgan sikl berilgan bo‘lsin (4.10- rasm). Siklning bir qismi qaytmas bo‘lgani sababli butun sikl qaytmasdir, shu sababli (4.13)ga asosan quyidagini yozamiz

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ_{qaytmas}}{T} \quad (4.7)$$

Shunday qilib, qaytmas jarayonda keltirilgan issiqlik miqdorining yig‘indisi entropiyaning o‘zgarishidan kichik ekan. (4.15) va (4.17) ning o‘ng tomonlarini birlashtirib, quyidagini olamiz:

$$\Delta S \geq \int_1^2 \frac{dQ}{T} \quad (4.18)$$

bu yerda „=“ belgi qaytuvchan jarayoniga, „>“ belgi esa qaytmas jarayonga taalluqli.

(4.18) munosabat (4.11) ga asosan olingani sababli termodinamikaning ikkinchi asosini ifodalaydi.

Entropiyaning fizik mohiyatini aniqlaylik.

(4.15) formula faqat entropiyalar ayirmasini beradi, entropiyaning o‘zi esa ixtiyoriy o‘zgarish son aniqligida topiladi.

$$S = \int_1^2 \frac{dQ}{T} + S_0 \quad (4.19)$$

Agar sistema bir holatdan boshqa holatga o‘tgan bo‘lsa va bu o‘tish jarayonining tabiatidan qat’i nazar (ya’ni u qaytuvchanmi yoki qaytmasmi) bu o‘tish holatlari orasida yuz beruvchi har qanday qaytuvchan jarayonlar uchun entropiyaning o‘zgarishi (12.15) formula yordamida hisoblanadi. Bu esa entropiya sistema holatining funksiyasi ekanligi bilan bog‘liqdir.

Ikki holat entropiyasining ayirmasi qaytuvchan izotermik jarayonda osongina hisoblanadi:

$$S_2 - S_1 = \int_1^2 \frac{dQ}{T} = \frac{1}{T} \int_1^2 dQ = \frac{Q}{T}$$

bu yerda Q — o‘zgarish haroratda sistemaning 1 holatdan 2 holatga o‘tishi jarayonida sistema tomonidan olinagan to‘liq issiqlik miqdori. Oxirgi tenglama erish, bug‘ hosil bo‘lishi va hokazo jarayonlarda entropiyaning o‘zgarishini hisoblashda qo‘llaniladi. Bunday hollarda Q — *fazoviy o‘zgarishlar issiqligi* bo‘ladi.

Agar jarayon izolatsiyalangan sistemada yuz berayotgan bo‘lsa ($dQ = 0$), u holda [q. (4.18)] qaytuvchan jarayonda entropiya o‘zgarmaydi: $S_2 - S_1 = 0$, qaytmas jarayonda esa entropiya o‘zgaradi. Bu holni haroratlari mos holda T_1 , va T_2 ($T_1 > T_2$) bo‘lgan va izolatsiyalangan sistemani tashkil etuvchi ikki jism orasida issiqlik almashinuvi misolida ko‘rsatish mumkin. Agar uncha ko‘p bo‘lmagan issiqlik miqdori dQ birinchi jismdan ikkinchi jismga o‘tsa, bu holda birinchi jismning entropiyasi $dS_1 = dQ / T_1$ miqdorda kamayadi, ikkinchi jismniki esa $dS_2 = dQ / T_2$ miqdorda ortadi. Lekin issiqlik miqdori uncha katta bo‘lmaganligi sababli birinchi jismning ham, ikkinchi

jismning ham harorati o'zgaraydi deb hisoblash mumkin. Sistema entropiyasining to'la o'zgarishi esa musbat:

$$dS = -dS_1 + dS_2 = \frac{dQ}{T_2} - \frac{dQ}{T_1} > 0$$

binobarin, izolatsiyalangan sistemaning entropiyasi ortadi. Agar bu sistemada harorati past bo'lgan jismdan harorati yuqori bo'lgan jismga o'z-o'zidan issiqlik o'tsa, bunda sistema entropiyasi kamaygan bo'lar edi:

$$dS = -dS_1 + dS_2 = \frac{dQ}{T_2} - \frac{dQ}{T_1} < 0$$

bu esa (4.18)ga ziddir. Shunday qilib, izolatsiyalangan sistemada entropiyaning kamayishiga olib keladigan jarayonlar o'tishi mumkin emas. (termodinamikaning ikkinchi asosi).

Izolatsiyalangan sistemada entropiyaning ortib borishi cheksiz yuz bermaydi.

Yuqorida ko'rib o'tilgan misolda vaqt o'tishi bilan jismlarning harorati tenglashadi, ular orasida issiqlik almashinishi to'xtaydi va muvozanatli holat yuzaga keladi.(q. 4.1-§). Bu holatda sistema parametrlari o'zgarishsiz qoladi, entropiya esa o'zining maksimum qiymatiga erishadi.

Molekular-kinetik nazariyaga asosan entropiyani sistemaning tartibsiz zarrachalarining o'lchovi deb ta'riflash birmuncha qulaydir. Masalan, gaz hajmining kamayishida uning molekulalarining bir-biriga nisbatan joylashishi borgan sari aniq bir yo'nalishni egallab boradi, ya'ni bu sistemada tartibli joylashishning ortib borishiga mos keladi, bu holda entropiya kamayadi. Qachonki o'zgarmas haroratda gaz kondensatsiyalansa yoki suyuqlik kristall holatga o'tsa, moddadan issiqlik miqdori ajralib chiqadi va molekulalarning tartibli joylashishi bu holda ham ortadi, entropiya esa kamayib boradi.

Agar gazning kengayishiga imkoniyat berilsa, uning molekulalari mavjud bo'lgan butun hajmni bir tekisda egallashga harakat qiladi. Bu jarayonda entropiyaesa oshib boradi. Molekulalarning berilgan hajmning bir qismini, masalan, xonaning yarim hajmini egallashga intilishi kabi teskari jarayon kuzatilmaydi, bu holatga eng kichik entropiya mos kelgan bo'lar edi.

Bundan entropiya bilan termodinamik ehtimollik orasida bog‘lanish borligi to‘g‘risida xulosa chiqarish mumkin. L.Boltsman entropiyaning termodinamik ehtimollikning logarifmiga proporsional ekanini aniqladi:

$$S=k \cdot \ln \cdot W_{ter} \quad (4.20)$$

bu yerda k — Boltsman doimiysi.

Termodinamikaning ikkinchisi asosi, masalan, birinchi asosidan yoki Nyutonning ikkinchi qonunidan farqli ravishda *statistik qonundir*.

Ba’zi jarayonlar bo‘lishi mumkin emasligi haqidagi ikkinchi asosning tasdiqlanishi aslida ularning bo‘lishi kichik ehtimollikka ega bo‘lib, amalda esa ehtimolsiz, ya’ni bo‘lishi mumkin emasligini tasdiqlaydi.

Pirovardida yana bir bor qayd qilamizki, agar termodinamikaning birinchi asosi jarayonning energetik balansini nazarda tutsa, ikkinchi asosi esa uning mumkin bo‘lgan yo‘nalishini ko‘rsatadi. Termodinamikaning ikkinchi asosi birinchi asosini aytarli darajada to‘ldirgani kabi, entropiya ham energiya tuunchasini to‘ldiradi.

TIRIK SISTEMALAR TERMODINAMIKASI

Termodinamikaning dastlabki taraqqiyoti sanoat ishlab chiqarishi talablariniqondirish va uni rivojlantirish bilan bog‘liq bo‘lgan. Bu davrda (XIX asr) asosiy yutuqlar ideallashtirilgan: muvozanatli va qaytuvchan jarayonlarga moslab qonunlarni aniq ifoda qilish, sikllar metodini va termodinamik potentsiallarni tadqiq qilishni o‘z ichiga olgan edi.

Biologik sistemalar termodinamikasi bu davrda rivojlanmagan edi. Bu boradagi yorqin istisnolardan biri Mayyer ishidir. U tropik iqlim sharoitida ishlovchi matroslarning vena qoni rangiga qarab energiyaning saqlanish qonunini(termodinamikaning birinchi qonuni) qo‘llash maqsadga muvofiqligini ta’riflabberdi.

Hayvonlar yashashi uchun ozuqaga muxtoj , shuning uchun ular energiyaga ham muxtoj, chunki ular energiyani sarflaydi,” sarflaydi” deyish juda ham to‘g‘ri emas termodinamikani birinchi qonunidan bilamizki ular energiya saqlaydi. Tana energiya oladi va uni bir shakldan ikkinchi shaklga o‘zgartiradi.Haqiqatdan ham termodinamikaning birinchi qonuni bizni chiqargan xulosalarimizni xatolikka olib

kelishi mumkin, hayvonlar tashqi energiya manbayini, ozuqa moddalar molekularning kimyoviy bog'laridan topadi va u issiqlikka aylanadi. Agar tananing temperaturasi va og'irligi bir xil bo'lsa va tana tashqi ishlarni bajarmasa u holda tanaga beriladigan energiya issiqlik energiyasiga teng bo'ladi. Agar issiqlikni saqlash yaxshi amalga oshirilsa, issiqlikni chiqib ketishiga yo'l qo'yilmasa, yaxshi izolyatsiya bo'lsa, organizm ozuqa moddalarsiz yashay oladi. Bilamizki bu taxmin noto'g'ri energiyaga muxtojlik termodinamikaning ikkinchi qonuniga ko'ra amalga oshiriladi¹.

Termodinamikaning ikkinchi asosi (entropiya) va biologik sistemalar bilan bog'liq bo'lgan ayrim masalalarni ko'rib chiqish yanada muhimdir.

Biologik obyektlar ochiq termodinamik sistemalar hisoblanadi. Ular atrof muhit bilan ham modda, ham energiya almashinadi.

Umumiy holda aytilganda, tirik organizm statsionar holatda bo'lmaydigan rivojlanuvchi sistemadir. Ammo odatda qandaydir uncha katta bo'lmagan vaqt oralig'ida biologik sistemalar holatini statsionar holat deb qabul qilinadi.

Ayrim masalalarni shunday faraz qilish asosida ko'rib o'taylik. Organizm— statsionar sistemasi uchun $dS = 0$, $S = \text{const}$, $dS_i > 0$, $dS_e < 0$ deb yozish mumkin. Bu ifodalar katta entropiya oziqlanish mahsulotida emas, balki ajralib chiqayotgan mahsulotda ekanligini bildiradi. Organizm — atrof muhit entropiyasi izolatsiyalangan sistemalardagi kabi ortib boradi, ammo bunda organizmning entropiyasi o'zgarmas saqlanib qoladi. Entropiya sistemartibsizligining o'lchovidir, shu sababli organizmning tartibliligi atrof muhit tartibliligining kamayishi hisobiga saqlanadi, degan xulosa chiqarish mumkin. Ayrim kasalliklar holatlarida biologik sistemalar entropiyasi oshishi mumkin ($dS > 0$) bu statsionar holatning bo'lmasligi tartibsizlikning yo'qligi bilan bogliq.

Masalan, rak kasalliklarida hujayralarning tartibsiz ravishda ko'payib ketishi yuz beradi. (4.41) formulani qaytadan o'zgartirib,

$$\frac{dS}{dt} = \frac{dS_i}{dt} + \frac{dS_e}{dt}$$

ko'rinishida yoki statsionar holat uchun ($S = \text{const}$, $dS/dt = 0$)

¹ Paul Davidovits. Physics in Biology and Medicine. Fourth Edition, 2013

$$\frac{dS_i}{dt} = - \frac{dS_e}{dt} \quad (4.47)$$

ko‘rinishida yozish mumkin.

(4.47) dan ko‘rinib turibdiki, organizmning odatdagidek holatida ichki jarayonlar hisobiga yuz beradigan entropiyaning o‘zgarish tezligi, modda almashinuvi va atrof-muhit bilan energiya almashinuvi tufayli bo‘ladigan manfiy qiymatli entropiyaning o‘zgarish tezligiga teng.

Prigojin prinsipiga muvofiq $dS_i/dt > 0$ va minimaldir; xuddi shuningdek, $[-dS_e/dt]$ ham minimal qiymatga ega bo‘ladi.

Bundan shunday xulosa chiqarish mumkin: atrof-muhit entropiyasining o‘zgarishi organizmning statsionar holati saqlanib qolgan holda ham minimumga ega.

Tirik sistemalar (hujayra, a‘zolar, organizm) ishlab turishining asosi diffusion jarayonlar biokimyoviy reaksiyalar, osmotik hodisalarning va hokazo shunga o‘xshashlarning yuz berish sharoitida statsionar holatni quvvatlab turishdan iborat.

Tashqi muhit sharoitlarining o‘zgarishida organizmdagi jarayonlar shunday rivojlanadiki, uning holati avvalgidek statsionar holat bo‘lmaydi.

Organizm va biologik strukturalarning tashqi muhit sharoitlariga moslashuvining (adaptatsiya) ayrim termodinamik mezonini ko‘rsatish mumkin.

Agar tashqi sharoit o‘zgarsa (haroratning oshishi yoki kamayishi, namlikning o‘zgarishi, atrofni o‘rab turgan havo tarkibining o‘zgarishi va hokazo), lekin organizm (hujayra) statsionar holatni qvvatlab turish qobiliyatiga ega bo‘lgani tufayli organizm bu o‘zgarishlarga moslashadi va yashaydi.

Agar organizm tashqi muhit sharoitlarining o‘zgarishida statsionar holatini saqlash imkoniyatiga ega bo‘lmasa, bu holatdan chetlashsa, bu uning o‘limiga olib keladi, chunki organizm bu vaziyatga moslasha olmadi, ya‘ni sharoitning o‘zgarishiga mos holda, nisbatan tezlik bilan statsionar holatga kelolmadi.

Oxirida shuni aytish lozimki, ushbu paragrafda keltirilgan mulohazalar, organism – muvozanat holatidan uncha farq qilmaydigan statsionar sistemadir, deyilgan tushunchaga asoslanadi. Bu hodisalar uchun Prigojin prinsipi to‘g‘ri keladi. Tirik organizmlar esa muvozanatli holatdan yiroq turgani sababli qilingan farazlar doirasida, xususan, hujayraning o‘sishi va yangi strukturaning paydobo‘lishini tushuntirish

mumkin emas. Kuchli muvozanatsiz sistemalar uchun Prigojin — Glansdorf prinsipini hisobga olish zarur, chunki bu prinsipga asosan entropiya hosil bo‘lishi tezligi kamayib boradi.

4-MA'RUZA

TIRIK ORGANIZMLARDA ELEKTR TOKI

Elektr toki deganda, odatda, elektr zaryadlarining yo'naltirilgan harakati tushuniladi. U ikkiga bo'linadi: o'tkazuvchanlik toki va konveksion tok. O'tkazuvchanlik toki — bu o'tkazuvchi jismlarda zaryadlarning yo'naltirilgan harakatidir, chunonchi, metallarda elektronlar, yarim o'tkazuvchilarda ionlar, gazlarda esa ion va elektronlarning yo'nalgan harakatidir. Konveksion tok — bu zaryadlangan jismlar harakati va elektronlarning yoki boshqa zaryadli zarrachalarning vakuumdagi oqimidir.

Toklarning yuqorida keltirilgan sinflari birmuncha shartlidir. Masalan, o'zgaruvchan elektr maydoni ham tok — uni siljish toki deyiladi. Har bir istalgan tokning hech bo'lmaganda bitta umumiy xususiyati bor, u ham bo'lsa tok magnit maydonining manbai hisoblanadi.

Mazkur bobda elektr toki va tok maydonining ba'zi xarakteristikalarini, elektrolitlardagi va gazlardagi tok va termoelektrik hodisalari ko'rib chiqiladi.

TOK ZICHLIGI VA KUCHI

O'tkazgich bo'yicha musbat elektr zaryadlarining yo'nalishi harakatining trayektoriyasini tok chiziqlari deb ataymiz, bu chiziqlarning urinmalari esa zaryadning tartiblangan harakat tezligining yo'nalishini ko'rsatadi. Odatda tok chiziqlari zaryad tezligiga emas, balki tok zichligiga bog'liq.

Tok zichligi—elektr tokining vektor xarakteristikasi bo'lib, son jihatdan tok hosil qiluvchi, zaryadlangan zarrachalar harakatining yo'nalishiga perpendikular bo'lgan, birlik yuzadan o'tuvchi tok kuchining shu elementar yuzaga nisbatiga teng:

$$j = dJ / dS .$$

13.4- §da zarrachalar oqimining zichligi, konsentratsiyasi va yo'naltirilgan harakat tezligi orasidagi bog'lanish aniqlangan edi.

$$J = nv \blacksquare$$

Agar bu formulani tok tashuvchi zaryadga ko'paytirsak, u holda tok zichligini olamiz:

$$j = qJ - qnv \quad (15.1)$$

Buni vektor ko'rinishda yozsak:

$$j = qnv \quad (15.2)$$

j — vektor tok chiziqlariga urinma bo'ylab yo'naladi. Tok kuchi uchun quyidagi ifodani yozamiz:

Biror kesim yoki sirt orqali zaryadning vaqt bo'yicha olingan hosilasi bu tokdir.

ELEKTR MANBALARINING ELEKTR YUMTUVCHI KUCHI

O'tkazgichlardan doimo tok oqib turishi uchun uning uchlarida har doim potentsiallar ayirmasi saqlanib tarilishi zarur. Buni tok manbalari tomonidan amaga oshiriladi.

Berk zanjir bo'ylab (15.1- rasm) musbat zaryad harakatlanadi, deylik. Ideal holda, ulovchi (1—2 va 3-4 qismlardagi) o'tkazgichlar qarshiligini nolga teng, ya'ni 1 va 2 (3 va 4) nuqtalar potentsiallari bir xilda deb qabul qilamiz. Bunday o'tkazgichlarda maydon kuchlanganligining nolga teng ekanligi (14.15)dan kelib chiqadi. Zaryadlarning muayyan yo'nalishdagi harakati „inersiya bo'yicha“,

qarshiliksiz va tezlash- tiruvchi kuchsiz hosil bo'ladi. 2-3 qismdagi potentsiallar ayirmasi $\Phi_3 - \Phi_2$ kuchlanish tushishi IR ga teng. Potentsiallar ayir- masining mavjudligi o'tkaz- gichda elektr maydoni kuchlanganligining noldan farqliligini ko'rsatadi. Shu- ningdek, zaryadga elektr maydonining kuchi ta'sir qiladi, bundan tashqari zaryadlar metallarda kristall panjaraning ionlari bilan o'zaro munosabatda bo'ladi, bu esa ishqalanish kuchini (elektr qarshiligini) yuzaga keltiradi.

4-1 qismda musbat zaryad kichik potensial (Φ_4) dan kattaroq potensial (Φ) ga o'tadi. Elektr maydonining kuchlariga qarshi bu kabi ko'chishi chetki kuchlar (F_{chet}) nomini olgan kuchlar ta'siri ostida ro'y beradi. Bu kuchlarning tabiati elektrostatik kuchlardan boshqa, ya'ni kimyoviy, elektromagnit, mexanik va boshqacha bo'lishi mumkin.

Chetki kuchlar ish bajaradi.

Son jihatdan birlik musbat zaryadni butun zanjir bo'yicha ko'chirish uchun chetki kuchlarning bajaradigan ishiga teng bo'lgan kattalik tok manbaining elektr yurituvchi kuchi (e.yu.k) deb ataladi

Amalda chetki kuchlarning ishi tok manbaining ichidagina noldan farq qiladi. (14.1) ga muvofiq, birlik musbat zaryadga nisbatan olingan chetki kuch-chetki kuchlar maydonining kuchlanganligiga teng:

$$\hat{c}het \sim \hat{c}het I\mathcal{U} \quad (6.4)$$

e.yu.k ta'rifidan va ishning umumiy formulasidan

$$E = \int j \cdot E_{chet} / dl \quad (6.5)$$

ni yozish mumkin, bu yerda $E_{\mathcal{U}el}$ chetki kuchlar maydoni kuchlanganining dl yo'nalishiga tushurilgan proyeksiyasi.

Bu yerda integrallashni butun kontur bo'yicha bajarmasdan, balki tok manbalari joylashgan qismlar bo'yicha bajarish mumkin. (15.5)dan ko'rinadiki, konturdagi e.y.k. chetki kuchlar aylanishiga teng (Ilova, 12- §ga qarang).

Qaishiligi r ga teng tok manbai ichidagi 4-1 yo'nalishda potensialning kattalanishi bilan birga, potensialning ga teng pasayishi ham mavjud (15.1- rasm). Rasmda grafik tagida zanjir bo'ylab potensialning taqsimlanishi ko'rsatilgan.

e.y. k. potensialning tok manbaida egri-bugri shaklda o'zgarishiga to'g'ri keladi.

ELEKTROLITLARNING ELEKTR OTKAZUVCHANLIGI

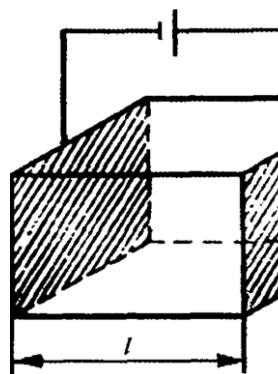
Biologik suyuqliklar elektr o'tkazuvchanligi metallarning elektr o'tkazuvchanligiga o'xshash bolgan elektrolitlardir: ikkala muhitda ham gazlardan farqli o'laroq tok tashuvchilar elektr maydoniga bog'liq bo'lmagan holda hosil bo'ladi. Shuning uchun (15.1) ifoda elektrolitlar uchun ham to'g'ri bo'ladi, lekin metallardan farq qilish uchun uni musbat va manfiy ionlar uchun alohida- alohida yozish mumkin:

$$j_+ = qn_+v_+ \text{ va } j_- = qn_-v_- \quad (6.6)$$

T olcning umumiy zichligini:

$$j = j_+ + j_- = q(n_+v_+ + n_-v_-) \quad (15.7)$$

Agar har bir molekula ikkita ionga dissotsilanadi deb faraz qilinsa, u holda musbat -va



6.2- rasm.

manfiy ionlar konsentratsiyasi bir xil bo'la<li:

$$\ll + = \ll _ = an \quad (6.8)$$

bu yerda a — dissotsilanish koeffitsiyenti, n — elektrolit molekulalarining konsentratsiyasi.

Ionlarning elektr maydonidagi yo'nalgan harakatini taqriban tekis harakat deb hisoblash mumkin, u holda elektr maydoni

tomonidan ionga ta'sir qiluvchi kuch qE_l tezlikka proporsional hisoblanuvchi ishqalanish kuchi rv ga teng.

$$qE_l - rv$$

bundan $q! r — b$ bilan almashtirib,

$$v = bE \quad (6.9)$$

ni olamiz. Proporsionallik koeffitsiyenti b ga ionlar harakatchanligi deyiladi. U son jihatdan elektr maydoni vujudga keltirgan ionning yo'nalgan harakati tezligining shu maydon kuchlanganligi nisbatiga teng1.

Turli ishorali ionlar uchun (15.9)dan tegishli

$$v_+ = b_+E \text{ va } v_- = b_-E \quad (6.10)$$

ga ega bo'lamiz. (15.8) va (15.10)ni (15.7)ga qo'yib:

$$j = nqa(b_+ + b_-)E \quad (6.11)$$

ni topamiz.

Elektrolitni to'g'ri burchakli parallelepiped shaklida tasavur qilaylik, uning Syuzali yoqlari — elektrodleri bir-birida l masofada bo'lsin (15.2- rasm). (14.4) ifodani hisobga olib, (15.1 l)ni o'zgartirib yozamiz:

$$jS = nqa\{b_+ + b_-\}(U / l)S \quad (6.12)$$

$l = jS$ bo'lgani uchun (15.12) tok manbaiga ega bo'lmagan zanjir qismi uchun Om qonuni $J - Ul R$ ga teng, bu yerda

$$R = (l / S)[nqa(b_+ + b_-)]^{-1} \quad (6.13)$$

- elektrolit qarshiligi. (15.13)ni $R = \rho l / S$ ifoda bilan solishtirib.

1 b — harakatchanlik, u — harakatchanlik bilan quyidagicha bog'liq, $b = uq$ (13.3- §ga qarang).

$$\gamma = 1 / \rho = nqa(b_+ + b_-) \quad (6.14)$$

ga ega bo'lamiz. Bundan ionlarning konsentratsiyasi, zaryadi harakatchanligi qancha katta bo'lsa, elektrolitning elektr o'tkazuvchanligi γ ham shuncha katta bo'ladi, degan xulosa kelib chiqadi. Temperatura ko'tarilishi bilan ionlarning harakatchanligi ortadi va elektr o'tkazuvchanlik oshadi.

BIOLOGIK TO'QIMALAR VA SUYUQLIKLARNEVG O'ZGARMAS TOKDA ELEKTR OTKAZUVCHANUGI

Biologik to'qimalar va organlar har xil elektr qarshiliklaridan iborat bo'lib, turli tuzilishga ega. Ularning qarshiliklari elektr toki ta'sirida o'zgarishi mumkin. Bu hoi tirik biologik sistemalar qarshiliklarini o'lchash ishini qiyinlashtiradi.

Bevosita tana ustiga qo'yilgan elektrodlar orasida turgan organizmning ayrim uchastkalarining elektr o'tkazuvchanligi teri va teri osti qatlamlaminig qarshiligiga bog'liq. Organizm ichida tok asosan qon va limfatik tomirlar, muskullar, nerv ustunlarining qobiqlari bo'yicha tarqaladi, terming qarshiligi o'z navbatida, uning holati, qalinligi, yoshi, namligi va hokazoga ko'ra aniqlanadi.

To'qima va organlaming elektr o'tkazuvchanligi ulaming funksional holatiga bog'liq, demak, undan diagnostik ko'rsatkich sifatida foydalanish mumkin. Masalan, yallig'lanish vaqtida hujayralar shishganda, hujayralararo birlashmalarning kesimlari kamayadi va elektr qarshiligi kattalashadi. Ko'p terlashga sabab bo'ladigan fiziologik hodisalar teri elektr o'tkazuvchanligining ortishi bilan birga kuzatiladi va h.k.

To'qimalaming o'zgaruvchan tokdagi elektr o'tkazuvchanligi 18.4- §da ko'rib chiqiladi.

5-MA'RUZA

OPTIKA. YORUG'LIKNING XOSSALARI. KO'ZNING OPTIK SISTEMASI.

YORUG'LIKNING TABIATI

Optika grekcha “opticos” – ko‘raman degan so‘zdan olingan bo‘lib, fizikaning bu bo‘limida yorug‘likning tabiati, yorug‘lik xodisalaridagi qonuniyatlar va yorug‘lik bilan moddalarning o‘zaro ta'siriga doir jarayonlar o‘rganiladi.

Optikaning boshlangich tasavvurlari juda qadimdan boshlangan. Qadimgi mutafakkirlar yorug‘lik xodisalarining mohiyatini kurish sezgilariga asoslanib tushunishga asoslangan. Dastlab grek filosofi va matematigi *Pifogor* (er.avv. 582-500 yy) va uning sholirdlarining fikricha kuzdan «kaynok buglar» chikadi va biz kuramiz. Grek *Demokrit* (er.av. 460-370yi) yorug‘likni olovli modda deb atab, kurish buyumdan chikayotgan mayda zarrachalarning kuz sirtiga kelib tushishidan kelib chikadi degan fikrni olga surdi. Keyinchalik *yevklid* (er.av. 300 yi) ning «kurish nurlari» nazariyasiga kura kuzdan kurish nurlari chikib jismga tegadi va biz uni kuramiz deb fikrladi. Shunday kilib, yevklid yorug‘likning tugri chizik buylab tarqalish konuniga asos soldi.

Keyinchalik *Ptolomey* (er.av. 270-147yy) bu nazariyani davom ettirib, sinish va kaytish konunlarini aniqladi.

Eramizning boshlanishidan to XIV asrga kadar din ta'siri juda kuchli bulganligi sababli optika soxasidagi bilimlar uzok vaqt rivojlanmay koldi.

Feodalizmning yemirilshi optika va boshka fanlarning rivojlanishiga turtki buldi. Kuzoynaklar, mikroskoplar yasaldi. *Galiley* (1554-1642y.) italyan kurish trubasini yasadi va astronomik kuzatishlarga kulladi.

N'yuton (ingliz) tomonidan shisha prizmada ok yorug‘lik utganda yetti xil nurga ajralishi xamda yorug‘lik interferensiyasi kuzatildi. XVII asrga kelib Guk (ingliz) tomonidan yorug‘likning interferensiyasini tushuntirish xakida dastlabki tushunchalar paydo buldi va *Gyuygens* (golland) tomonidan rivojlantirildi.

XVII asrning oxirida yorug‘likning tabiati haqida ikkita o‘zaro qarama-qarshi nazariya maydonga keldi: bulardan birinchisi, Nyuton yaratgan *korpuskulyar nazariya* va ikkinchisi, Gyuygensning to‘lqin nazariyasidir. Yorug‘likning korpuskulyar

nazariyasiga binoan, yorug‘lik juda katta tezlik bilan tarqaluvchi juda kichik moddiy zarrachalar (korpuskulalar) oqimidan iboratdir. Yorug‘likning rang ta’siri korpuskulalarning o‘lchami bilan tushuntirilgan: eng yirik korpuskulalar qizil rangli nurni, eng maydalari esa binafsha rangli nurni hosil qiladi.

Biz yuqorida bir vaqtning o‘zida yorug‘likning tarqalishiga ikki nuqtai nazardan qarash boshlanganligini aytib o‘tgan edik.

Birinchisi – N'yuton karashlari bulib yorug‘lik tugri chizik buylab okish nazariyasi (korpuskulyar nazariya) XVIII asrning oxirlarida Nyuton uzining yorug‘lik xakidagi korpuskulyar tasavvurlarni ilgari surdi. Bu tasavvurga asosan yorug‘lik nurlovchi jismdan katta tezlik bilan uchib chikuvchi va tugri chizikli traektoriyalar buyicha xarakatlanuvchi zarrachalar okimidan ibort. Bu nazariyaga asosan utkazilgan xisoblashlar zichrok muhitda, yorug‘likning tezligi, zichligi kamrok bulgan muhitga nisbatan kattarok ekanini kursatadi. Lekin keyinchalik Fuko tomonidan utkazilgan tajriba yorug‘lik tezligi zichrok muhitda, zichligi kamroq muhitdagiga nisbatan kichik bulishini kursatdi. Shunday kilib, Nyutonning korpuskulyar tasavvuri ayrim optik xodisalar va konunlaarni tushuntirib berishdan kat'iy nazar, kiyinchilikka uchradi.

Ikkinchisi – Gyuygens (golland) nazariyasi bulib, yorug‘likni to‘lqinsimon tarqaladi deyiladi. Nyutonning zamondoshi Gyuygens yorug‘likning to‘lqin nazariyasini o‘rtaga tashladi. Bu nazariyaga asosan yorug‘lik olam efirida (ya'ni elastik muhitda) tarqaluvchi elastik to‘lqin deb qaraladi. Yorug‘likning to‘lqin tasavvurini tahlil qilish uchun Gyuygens o‘zining tamoyilini ilgari surdi, bu tamoyil optikada “*Gyuygens tamoyili*” deb atalib, uning ma'nosi quyidagidan iborat. *Muhitning yorug‘lik to‘lqini yetib keladigan xar bir nuqtsi, o‘z navbatida, yorug‘likning “yangi” ikkilamchi manbai hisoblanib, o‘z navbatida yorug‘lik to‘lqini frontining holatini ko‘rsatadi* (1.1-rasm).

To‘lqin fronti deb bir xil fazada tebranuvchi nuqtalarning geometrik o‘rniga aytiladi. Faraz qilamiz, 1 momentda bir jinsli muhitda tarqaluvchi elastik to‘lqin $\square\square_1$ frontga ega bo‘lsin. Bu frontni har bir nuqtasini elastik to‘lqinli yangi manbalar deb faraz qilsak, Δt vaqtdan so‘ng yangi $\square\square_2$ frontni tashkil qiladi. Gyuygensning to‘lqin nazariyasini Eyler, Lomonosov, Yung, Arago, Faradey, Maksvell kabi buyuk olimlar taraqqiy ettirdilar. Nyuton va Gyuygens nazariyalarini birlashtiruvchi narsa – yorug‘lik

tarqalishini mexanik ravishda tasavvur qilishdir. Bu nazariyalarning taraqqiyoti jarayonida hozirgacha o'z kuchini saqlab qolgan, optik xodisalarni matematik tahlil qilish uslublari yaratilgan.

Gyuygens to'liq nazariyasining kamchiliklaridan biri – elastik muhit “olam efiri” tushunchasining kiritilishidir. Bundan tashkari yorug'lik kutblanishi soxasidagi tadqiqotlar yorug'lik to'liqini kundalang to'liqidan iboratligini isbot kildi. Kundalang to'liqlar, odatda, fakatgina kattik jismlardagina tarqaladi. Bu kiyinchiliklarni elektromagnit nazariya bartaraf kildi. Gers elektromagnit to'liqlarning muhitlar chegarasida sinishi, kaytib yorug'likning sinishi va kaytishiga aynan uxshashligini tajribada ko'rsatdi. Muhitning elektromagnit to'liqlari uchun sindirish ko'rsatkichi muhitning elektr va magnit parametrlari bilan bog'liqligi Maksvellning

$$n = c/v = \sqrt{\epsilon\mu} \quad (1)$$

formulasi bilan ifodalanadi. Bu formulada c – yorug'likning vakuumdagi tezligidir. (1) formula ayrim materiallar uchun eksperimental qiymatlarga mos keladi. Lekin ko'p moddalarda $n \neq \sqrt{\epsilon\mu}$ bo'lib qoladi. Buning asliy sababi shundan iboratki, (1) formulada ϵ va μ larning qiymatlari doimiy elektr va magnit maydonlari uchun o'lchangan. Maksvellning elektromagnit nazariyasi esa o'zgaruvchan elektr va magnit maydonlarini taqozo qiladi.

N'yuton fikricha yorug'likning interferensiya va difraksiya xodisalarini tushuntirib bulmaydi, xamda sinish konunlari xam notugri chikdi.

Yorug'likning to'liq nazariyasiga muvofiq yorug'lik elastik muhitdan iborat bo'lgan fazoda katta tezlik bilan tarqaluvchi to'liqidan iborat. Bu nazariyaga muvofiq yorug'likning qaytish va sinish qonunlari barcha to'liqlar uchun o'rinli bo'lgan qonunlar asosida tushuntiriladi. Yorug'likning rangi uning to'liq uzunligiga bog'liq. Qizil rangli nurning to'liq uzunligi ($\lambda_q=76 \times 10^{-7}$ m) eng katta bo'lib, binafsha nurniki esa ($\lambda_b=38 \times 10^{-7}$ m) eng kichik. Har ikkala nazariyaga ham ba'zi yorug'lik hodisalariga oid qonuniyatlarni masalan, yorug'likning qaytish va sinish qonunlarini qoniqarli tushuntirib berdi. Biroq, yorug'likning interferensiyasi, difraksiyasi va qutblanishi singari hodisalarni bu nazariyalar tushuntira olmadi.

XVIII asrning oxirigacha ko'pchilik fiziklar Nyutonning korpuskulyar nazariyasini afzal ko'rib keldilar. XIX asrning boshlarida ingliz fizigi Yung va Frenelning tadqiqotlari tufayli to'liq nazariya ancha rivojlandi. Gyuygens – Yung-Frenel to'liq nazariyasi o'sha vaqtda ma'lum bo'lgan barcha yorug'lik hodisalari, shu jumladan, yorug'likning interferensiyasi, difraksiyasi va qutblanishini ham muvaffaqiyatli tushuntirib berdi. 1873 yilda ingliz olimi Maksvell yorug'lik bo'shliqda $s=3 \cdot 10^8$ m/s tezlik bilan tarqaluvchi elektromagnit to'liqdan iborat ekanligini nazariy asoslab berdi. Shunday qilib, yorug'likning elektromagnit to'liq nazariyasi yaratildi. Bu nazariya G.Gers tajribalarida tasdiqlandi. Yorug'likning tabiati haqidagi to'liq nazariya rivojlanib, yorug'likning elektromagnit nazariyasiga aylandi.

Biroq XIX asrning oxiriga kelib, to'liq nazariya bilan tushuntirib bo'lmaydigan tadqiqotlar – fotoeffekt, Kompton effekti, absolyut qora - jismlarning issiqlik nurlanishi va boshqa hodisalar paydo bo'ldi. Ularni 1905 yilda Eynshteyn tomonidan yaratilgan *yorug'likning kvant nazariyasi* tushuntirib berdi. Shunday qilib, yorug'likning tabiati haqida yangi nazariya – *kvant nazariyasi* maydonga keldi. Kvant nazariyasi ma'lum ma'noda Nyuton korpuskulyar nazariyasini qayta tikladi. Biroq, fotonlar korpuskulalardan farq qiladi: barcha fotonlar yorug'lik tezligiga teng tezlik bilan harakatlanadi va foton tinch holatda massaga ega emas. Keyinchalik kvant nazariyasi ham Bor, Shredinger, Dirak va boshqa olimlar tomonidan yanada rivojlantirildi.

Shunday qilib, (elektromagnit) to'liq va korpuskulyar (kvant) nazariya bir-birini rad etmaydi, balki bir-birini to'ldiradi, bu bilan yorug'lik hodisalarining *ikki yoqlama xarakterini* aks ettiradi.

GEOMETRIK OPTIKANING ASOSIY QONUNLARI.

Optikaviy xodisalarning turtta asosiy qonuni qadim zamonlardan ma'lum:

Yorug'likning to'g'ri chiziq bo'ylab tarqalish qonuni;

Yorug'lik nurlarining mustaqilligi qonuni;

Yorug'likning qaytish qonuni ;

Yorug'likning sinish qonuni.

1. Bu qonunlarni o'rganishda yorug'lik nuri tushunchasidan foydalaniladi. *Yorug'lik nuri* deb, yorug'lik energiyasining tarqalish yunalishini ko'rsatuvchi to'g'ri chiziqqa aytiladi.

Bir jinsli muhitda yorug'lik to'g'ri chiziq bo'ylab tarqaladi. Bu xulosa shaffofmas jismlar kichik ulchamli manbalar bilan yoritilganda xosil buladigan soyalarning chegaralari keskin bo'lishidan kelib chiqadi. Lekin yorug'lik ulchami juda kichik bulgan teshiklardan utganda (ya'ni $\lambda \approx d$) yorug'likning to'g'ri chiziq buylab tarqalish qonuni uz kuchini yukotadi.

2. Yorug'lik nurlarining mustaqilligi ular uzaro kesishganda bir-biriga hyech kandy ta'sir qilmasligidan iboratdir. Nurlarning kesishishi xar bir nurning mustaqil ravishda tarqalishiga xalakit bermaydi.

3. Yorug'lik ikki shaffof muhit orasidagi chegarani kesib utganda tushuvchi nur ikkita nurga qaytgan va singan nurlarga ajraladi. Bu nurlarning yunalishi yorug'likning qaytish va sinish qonunlaridan aniqlanadi.

Yorug'likning qaytish qonuni: *qaytgan nur, tushuvchi nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bilan bir tekislikda yotadi. Qaytish burchagi tushish burchagiga teng (1.2-rasm):*

$$i_1 = i'_1 \quad (1.2.)$$

4. Yorug'likning sinish qonuni. *Singan nur, tushuvchi nur va tushish nuqtasiga o'tkazilgan normal bilan bir tekislikda yotadi. Tushish burchagi sinusining sinish burchagi sinusiga nisbati berilgan moddalar uchun o'zgarmas kattalikdir (1.2-rasm):*

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{12} \quad (1.3)$$

n_{12} – ikkinchi moddanning birinchi moddaga nisbatan nisbiy sindirish ko'rsatkichi deyiladi.

Bir modda ichiga ikkinchi moddadan yasalgan yassi – parallel plastinkani tushiramiz (1.3-rasm). Tajriba ko'rsatadiki, plastinka orkali utgan nur tushuvchi nurga parallel buladi. Nurning plastinka sirtlaridagi xar ikkala sinishi uchun (1.3) munosabatni yozamiz:

$$\frac{\sin i_1}{\sin i_2} = n_{12}, \quad \frac{\sin i_1'}{\sin i_2'} = n_{21} \quad (1.4)$$

(ikkinchi sirt uchun (1.3) qonun yozilganda 1-moddaning 2-moddaga nisbatan sindirish ko'rsatkichi, ya'ni n_{21} olinadi).

Geometrik mulohazalardan $i_2' = i_2$ nur plastinka orqali o'tgandan keyin dastlabki yunalishiga parallel bulib kolishi sababli i_1' va i_1 burchaklar o'zaro teng buladi. Shuning uchun (1.4) ifodalarni o'zaro ko'paytirsak

$$n_{21} = \frac{1}{n_{12}} \quad (1.5)$$

kelib chikadi. Bundan **yorug'lik nurlarining aylanuvchanlik (yoki o'zarolik) qonuni** kelib chiqadi: *agar bir necha marta qaytgan va singan nurga qarama qarshi yo'nalishda boshqa bir nur yunaltirsak, u o'sha birinchi (to'g'ri) nur o'tgan yo'ldan, lekin teskari yo'nalishda o'tadi.*

Moddaning bo'shliqqa nisbatan sindirish ko'rsatkichi shu moddaning *absolyut (mutloq) sindirish ko'rsatkichi* deyiladi. Sindirish ko'rsatkichi kattaroq bulgan modda *optikaviy zichroq* modda deb yuritiladi.

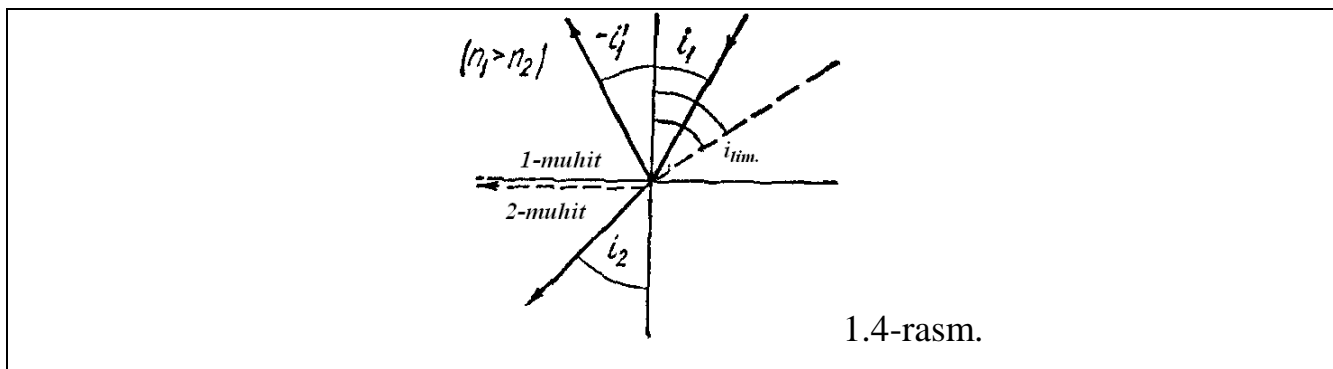
Ikki moddaning nisbiy sindirish ko'rsatkichi n_{12} bilan ularning mutloq sindirish ko'rsatkichlari n_1 va n_2 orasida quyidagi munosabat mavjud.

$$n_{12} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1.6)$$

Demak, ikki moddaning nisbiy ko'rsatkichi ularning mutloq sindirish ko'rsatkichlari nisbatiga teng. (1.6) munosabatdan foydalanib, sinish qonunining (1.3) ifodasini kuyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (1.7)$$

Bu formuladan ko'rinadiki, yorug'lik nuri optikaviy zichligi kattaroq muhitdan optikaviy zichligi kichikroq muhitga o'tganda sirtning normalidan uzoqlashadi (1.4-rasm)



1.4-rasm.

Tushish burchagi kattalashgan sari, sinish burchagi yanada tezroq o'sadi va tushish burchagi $i_{uez} = \arcsin n_{12}$ (1.8) qiymatga yetganda i_2 burchak $\frac{\pi}{2}$ ga teng buladi. (1.8) kattalik *chegaraviy burchak* deb ataladi.

Tushuvchi nur energiyasi qaytgan va singan nurlar orasida taksimlanadi. Tushish burchagi kattalashgan sari, qaytgan nur intensivligi ortadi, singan nur intensivligi esa kamaya borib, chegaraviy burchakda 0 ga aylanadi. Tushish burchagini qiymati chegaraviy burchak bilan $\frac{\pi}{2}$ oraligida bo'lsa, yorug'lik ikkinchi muhitga o'tmaydi, qaytgan nur intensivligi tushuvchi nur intensivligiga teng buladi. Bu xodisa *to'la ichki qaytish* deb ataladi.

Yorug'likni prizma orkali o'tishini ko'rib chiqish uchun sinish qonunini tatbiq qilamiz. Prizmaning sindiruvchi yoqlari orasidagi θ burchak (1.5-rasm) *sindiruvchi burchak* deb ataladi shu yoqlarning kesishish chizig'i sindiruvchi qirra, sindiruvchi qirraga perpendikulyar tekislik esa prizmaning bosh kesimi deyiladi. Agar tushuvchi nur bosh kesimda yotsa, prizmadan chiqqan nur ham shu tekislikda yotadi. Tushuvchi va chiqqan nurlarning yo'nalishlari orasidagi δ burchak *og'dirish burchagi* deb yuritiladi.

U holda og'dirish burchagini hisoblash uchun quyidagi taqribiy formuladan foydalanish mumkin:

$$\delta = \left(\frac{n}{n_0} - 1 \right) \theta. \quad (1.8)$$

**БИОФИЗИКА ФАНИДАН
АМАЛИЙ ВА ЛАБОРАТОРИЯ
МАШҒУЛОТЛАРИ**

AMALIY MASHG'ULOT №1

MAVZU: TIBBIYOTDA FIZIKAVIY VA BIOFIZIKAVIY TEKSHIRISH USULLARINING AHAMIYATI. TIBBIY PARAMETRLARNI O'LCHASHDA YO'L QO'YILADIGAN XATOLIKLARNI HISOBLASH NAZARIYASI. TIBBIY-BIOLOGIK MA'LUMOTLARNI TAHLIL QILISH

Har qanday fizik kattalikni qanchalik aniq o'lchamaylik uning haqiqiy qiymatini topish mumkin emas. Tajribada o'lchangan qiymat faqat taqriban haqiqiy qiymatga teng. Haqiqiy qiymat bilan o'lchangan qiymat orasidagi farq (ayirma) o'lchamning xatoligi deyiladi. Tajriba vaqtida olingan o'lchamlarga qanday faktorlar va nima uchun farq qilishini va ular o'lchamini aniqlash darajasiga qanchalik ta'sir ko'rsatishini xatoliklar nazariyasi o'rganadi. Tajribalar o'lchamiga bir qancha faktorlar ta'sir qiladi: foydalanadigan qurilmalarning sifati, temperatura, namlik, o'lchash usuli, eksprementatorning shaxsiy xususiyatlari va h.k. Yuqorida sanalgan faktorlar tajriba natijasiga salbiy ta'sir qiladi va haqiqiy qiymatni aniqlashni qiyinlashtiradi. Hatto tajriba o'tkazish sharoiti yaxshilanganda, aniq sezgir qurilmalardan foydalanilgan holda ham, ayrim xatodan holi bo'lish qiyin. Buning sababi turlicha bo'lishi mumkin. Tajriba natijalarini aniqlashda yo'l qo'yilgan xatoliklarni surunkali (sistematik) va tasodifiy xatoliklarga ajratish qabul qilingan. Surunkali xatolik har doim natija uchun haqiqiy qiymatidan bir tomonga o'zgaradi, ya'ni uni kamaytirib boradi.

Tasodifiy xatolik, aksincha, bir hil ehtimollik bilan natijani uning haqiqiy qiymatidan, ham oshishga va ham kamayishiga sabab bo'ladi. Tajribani o'tkazishda yo'l qo'yiladigan xatoliklarning sabablarini ko'rib chiqamiz.

1. Tajribani o'tkazish usuliga bog'liq bo'lgan xatoliklar.

Tajribani o'tkazish usuliga bog'liq bo'lgan holda yo'l qo'yilgan xatoliklar surunkali xatoliklarga kiradi. Masalan, oddiy kalorometr bilan ishlaganda, agar tashqi muhit bilan izolyatsiyasi yaxshi bolmasa, u holda natija olinganda issiqlik miqdorining qiymati haqiqiy qiymatdan kam miqdorda aniqlanadi, ya'ni surunkali xatolikka yo'l qo'yiladi. Surunkali xatoliklarni mukammalroq usullarga o'tish bilan yo'qotiladi.

2.Qurilmaga bog'liq bo'lgan tasodifiy xatoliklar.

Bu turdagi xatoliklar yuqori sifatli qurilmalarga ham tegishlidir. Ular ma'lum bir sezgirlik va aniqlash darajasiga ega. Shunday qilib, o'lchov qurilmalari natijani ma'lum sezgirlik darajasi chegarasidagina aniqlay oladi.

3.Qo'llaniladigan apparatlar bilan bog'liq bo'lgan surunkali xatoliklar.

Tayyorlangan qurilmalarning sifati yoki darajalanishi ham surunkali xatoliklarni keltirib chiqaradi. Masalan, analitik torozining noto'g'ri sozlanishi, termometr yoki voltmetr shkalasini noto'g'ri darajalash – temperatura yoki kuchlanishni o'lchashda surunkali xatolikka olib keladi. Bunday xatoliklar qurilmani to'g'ri sozlash yo'li bilan yo'qotiladi.

4.Tajriba o'tkazuvchining shaxsiy xatosi.

Bu xatoliklar tajriba o'tkazuvchining diqqatiga, tajribasiga va sezgirligiga bog'liq bo'lib, u tasodifiy xatoliklarga kiradi. Masalan, fotometr qurilmalar bilan ishlaganda okulyarga qarab ikkita yarim yorug'likni bir – biriga tenglashtiriladi, shu holda yorug'likni tenglashganligini ko'z bilan qaraganda ma'lum darajada xatolikka yo'l qo'yiladi. (Bu tajriba o'tkazuvchining ko'rish qobiliyatiga bog'liq)

5.Tajriba o'tkazish sharoitiga bog'liq bo'lgan xatoliklar.

Tasodifiy xatoliklarga yana tajriba o'tkazish sharoitiga bog'liq bo'lgan xatoliklar kiradi. Ular temperatura, bosim o'zgarishi, tok zanjiridagi kuchlanish o'zgarishi va boshqa hollarda ro'y beradi. Surunkali va tasodifiy xatoliklardan tashqari tajriba natijalari orasida boshqa natijalardan katta farq qilib turuvchi xatoliklar uchrab turadi. Bu xatolik tajriba o'tkazuvchining e'tiborsizligi tufayli yoki qurilma noto'g'ri ishlagan holda ro'y beradi. Ana shu xato natijani tashlab yuborib, boshqa natija bilan to'ldiriladi.

Xatoliklar nazariyasi tajribada olingan o'lchamlarning xatoligini qanday yo'llar bilan kamaytirish mumkinligini o'rgatadi. Shuning uchun tajribani qanday aniqlikda o'tkazilganligini bilish ishning asosini tashkil etadi. Biz bu qo'llanmada ayrim va keng qo'llaniladigan uslublarni keltiramiz.

O'rtacha arifmetik qiymat.

Tajribalar natijasida hosil bo'lgan tasodifiy xatoliklarni bir xil ehtimollik bilan o'lchanayotgan qiymatni uning haqiqiy qiymatidan u yoki bu tomonga og'diradi va yetarlicha tajribalar sonida bu xatoliklar bir-birini o'zaro kompensatsiyalaydi. Bu hollar kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati bilan ehtimolligini ko'rsatadi va u quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Bu yerda \bar{x} - o'rtacha arifmetik qiymat, x_1, x_2, \dots, x_n - alohida o'lchamlar natijasi, n -o'lchamlar soni, $\sum_{i=1}^n x_i$ - hamma o'lchamlar yig'indisi.

Absolyut xatolik.

O'tkazilgan tajribalarda natijasini haqiqiy qiymatga yaqinlashish darajasini ko'rsatish uchun absolyut xatolik tushunchasi kiritiladi. U haqiqiy qiymatdan qanchagacha farqlanishini ko'rsatadi. Qandaydir kattaliklarni takroriy o'lchashlarda o'rtacha absolyut xatolik kattaligini kiritish maqsadga muvofiqdir.

Har bir o'lchamning absolyut xatoligi quyidagicha hisoblanadi.

$$|x - x_1| = |\Delta x_1|; \quad |x - x_2| = |\Delta x_2|; \dots; \quad |x - x_n| = |\Delta x_n|;$$

U holda o'rtacha absolyut xatolik

$$|\Delta x| = \frac{|\Delta x_1| + |\Delta x_2| + \dots + |\Delta x_n|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i}{n}$$

Formula bilan aniqlanadi. Bu yerda $|\Delta x|$ o'rtacha arifmetik qiymatdan chetlanishning absolyut qiymati, ya'ni hammasi musbat sonidir.

Nisbiy xatolik.

O'lchamlar aniqligini ko'rsatuvchi kattalik bu nisbiy xatolikdir. U o'lchamlar natijasining qancha qismi absolyut xatolikning tashkil etishini ko'rsatadi va quyidagicha hisoblanadi.

$$D = \frac{|\overline{\Delta\chi}|}{\chi} \quad \text{bu yerda} \quad |\overline{\Delta\chi}| = D \cdot \chi$$

Odatda nisbiy xatolik foizlar bilan ifodalanadi:

$$D = \frac{|\overline{\Delta\bar{x}}|}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

Tajribalar natijasining haqiqiy qiymatlari – aniqlangan xatoliklar oralig'ida yotadi. Masalan: l - uzunlik bir qancha o'lgangan bo'lsin. Uzunlikning o'rtacha qiymati $l=23,4\text{mm}$ ga absolyut xatolikning o'rtacha qiymati $\overline{\Delta l}=0,5\text{ mm}$ bo'lsa, u holda uzunlikning haqiqiy qiymati

$$l_{1\text{haq.}} = (23,4 - 0,5)\text{mm} \quad \text{va} \quad l_{2\text{haq.}} = (23,4 + 0,5)\text{mm},$$

Yoki $22,9 < l_{\text{haqiqiy}} < 23,9\text{ mm}$ bo'ladi. Hisoblashlar natijasini quyidagi umumiy ko'rinishda yozish qabul qilingan.

$$l_{\text{haqiqiy}} = (l \pm \Delta l)\text{mm}$$

$$l_{\text{haqiqiy}} = (23,4 \pm 0,5)\text{mm}.$$

O'lchash vositalarining absolyut xatolari

№	O'lchash vositalari	O'lchash chegarasi	Bo'lim qiymati	Asbobning absolyut xatosi
1	Chizg'ich o'quvchilar chizg'ichi	50 sm gacha	1 mm	$\pm 1\text{ mm}$
2	chizmakashlik chizg'ichi	50 sm gacha	1 mm	$\pm 0,2\text{ mm}$
3	Po'lat chizg'ich	20 sm gacha	1 mm	$\pm 0,1\text{ mm}$
4	Demonstratsion chizg'ich	100 sm	1 sm	$\pm 0,5\text{ sm}$
5	O'lchov lentasi	150 sm	0,5 sm	$\pm 0,5\text{sm}$
6	O'lchov silindri	250 ml gacha	1 ml	$\pm 1\text{ ml}$
7	Shtangentsirkul	150 mm	0,1 mm	$\pm 0,05\text{ mm}$
8	Mikrometr	25 mm	0,01 mm	$\pm 0,005\text{ mm}$

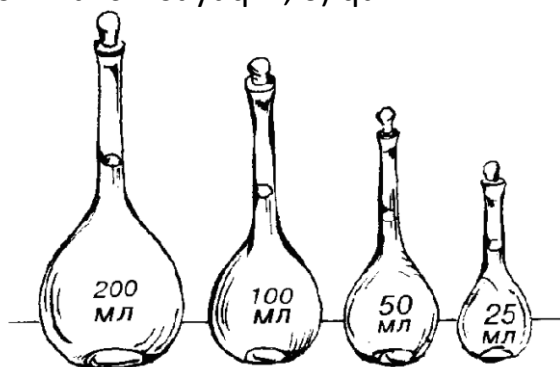
9	O`quv dinamometri	4 H	0,1 H	$\pm 0,05$ N
10	O`quv tarozisi	200g	—	$\pm 0,01$ g
11	Sekundomer	0—30 min	0,2 s	30min da ± 1 s.
12	Aneroid- barometr	720-780 mm.sim. ust	1 mm.sim.ust.	± 3 mm sim. ust.
13	Laboratoriya termometri	0-100°C	1°C	± 1 °C
14	O`quv ampermetri	2 A	0,1 A	$\pm 0,05$ A
15	O`quv voltmetri	6 V	0,2 V	$\pm 0,15$ V

AMALIY MASHG`ULOT №2

Mavzu: Organizmning biologik to`qimalari va suyuq muhitlari, zichligini o`rganish. Suyuqlikning va sochiluvchan jismlarning zichligini piknometr yordamida aniqlash

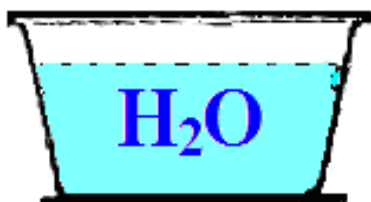
Ishdan maqsad: Piknometr yordamida suyuqlik va sochiluvchan jismlarning zichligini aniqlashni o`rganish.

Kerakli asboblari: 1) Piknometr, 2) texnik tarozi, 3) tarozi toshlari, 4) distillangan suv, 5) tekshiriluvchi suyuqlik, 6) qum.



1) 2)

4)



5)



6)



3)



Nazariy qism

Piknometr – bo‘yin qismida belgisi bo‘lgan ma‘lum hajmli shisha idishdir. Piknometr suyuqlik va sochiluvchan jismning zichligini aniqlash uchun ishlatiladi. Pikonometr belgisigacha to‘ldirilgan tekshirilayotgan suyuqlik massasining shu hajmdagi suvning massasiga nisbatan aniqlash shu amaliy ishning mohiyatini tashkil qiladi.

Bu nisbatni, hamda jadvalda ma‘lum tempraturadagi suv zichligining qiymatini bilgan holda tekshirilayotgan suyuqlik zichligini hisoblash mumkin. Tekshirilayotgan suv zichligini hisoblash uchun ishchi formulani keltirib chiqaramiz. Piknometr massasini – M suvli piknometr massasini M_0 , tekshirilayotgan suyuqlikli piknometr massasini M_1 bilan belgilaymiz. Distillangan suvning zichligi quyidagicha topiladi:

$$\rho_0 = \frac{M_0 - M}{V} \quad (1)$$

ifodada V – piknometr hajmi.

Tekshirilayotgan suyuqlik zichligi esa:

$$\rho_c = \frac{M_1 - M}{V} \quad (2)$$

ga teng. (1) va (2) ifodadagi piknometrning hajmini topsak:

$$V = \frac{M_0 - M}{\rho_0} \quad (3)$$

$$V = \frac{M_1 - M}{\rho_c} \quad (4)$$

va (4) ifodadagi hajmlar bir hil bo'lgani uchun

$$\frac{M_0 - M}{\rho_0} = \frac{M_1 - M}{\rho_c}$$

Bu tenglikdan tekshirilayotgan suyuqlikning zichligini hisoblash uchun ishchi formulani topamiz.

$$\rho_c = \frac{M_1 - M}{M_0 - M} \rho_0 \quad (5)$$

Yuqoridagidek mulohaza yuritib qumning zichligini hisoblash uchun ishchi formula keltirib chiqariladi.

$$\rho_q = \frac{M_3 - M_0}{M_3 - M_2} \rho_0 \quad (6)$$

(6) ifodada M_3 – suv va qum solingan piknometrning massasi (belgidan yuqori), M_2 – suv va qum solingan piknometr massasi: (belgigacha).

VAZIFALAR

I – QISM

Piknometr yordamida qumning zichligini aniqlash

1. Piknometrning tozaligiga ishonch hosil qilingandan so'ng, bo'sh piknometr massasi (M) ni o'lchang.
2. Piknometr belgisigacha distillangan suv quyib, suvli piknometr massasi (M_0) ni o'lchang. (Piknometr devorida havo pufakchasi bo'lmasin).
3. Piknometrdagi suvga qumni shunday solish kerakki, suv belgidan 10 – 15 mm yuqoriga ko'tarilsin. Suv va qum solingan piknometrning massasi (M_3) ni o'lchang (belgidan yuqori).
4. Pipetka yordamida suvni olib tashlab piknometr suv sathini belgisigacha keltiring va massa (M_2) ni o'lchang.

5. Massalarni 1 martadan o'lchang va olingan natijalarni 1-jadvalga kiriting.

6. Yuqorida keltirilgan (6) formuladan foydalanib qumning zichligini toping.

(Eslatma: ilovaning 5-jadvalidan suvni temperaturasi mos zichlikni yozing)

1-Jadval. Piknometr yordamida qumning zichligini aniqlash

M(g)	M_0 (g)	M_3 (g)	M_2 (g)	ρ_s , g/sm ³	ρ_q , g/sm ³	$D_{\rho_{qum}}$, %

Piknometr yordamida noma'lum suyuqlikning zichligini aniqlash

1. Yuqorida distillangan suv hamda piknometr uchun olingan M, M_0 qiymatlarni 2-jadvalga yozing.

3. Piknometrni yaxshilab tozalab, uning belgisigacha tekshirilayotgan suyuqlik quyung va massasi (M_1) ni o'lchang.

4. Olingan natijalarni 2-jadvalga kiriting va (5) formuladan foydalanib noma'lum suyuqlikni zichligini toping. **(Eslatma:** ilovaning 5-jadvalidan suvni temperaturasi mos zichlikni yozing)

2-Jadval. Piknometr yordamida noma'lum suyuqlikning zichligini aniqlash

M(g)	M_0 (g)	M_1 (g)	ρ_q , g/sm ³	ρ_s , g/sm ³	D_{ρ_c} , %

II – QISM

1. Ishchi formulalar yordamida qum va tekshirilayotgan suyuqlik zichliklarini hisoblang va natijalarni jadvalga yozing.

2. Tekshirilayotgan suyuqlik zichligini aniqlashdagi xatoliklarni hisoblang.

Massalarni bir marta tortishdagi absolyut xatolik eng kichkina tosh og'irligining yarmiga teng.

$$E_M = E_{M_0} = E_{M_3} = E_{M_2} = E_{M_1} = 5 \cdot 10^{-3} g$$

3. (5) formuladagi suratning nisbiy xatosini hisoblang:

$$D_{M_1-M} = \frac{E_{m_1} + E_M}{M_1 - M};$$

4. (5) formuladagi maxrajning nisbiy xatosini hisoblang:

$$D_{M_0M} = \frac{E_{M_0} + E_M}{M_0 - M};$$

5. suyuqlik zichligini o'lchashning nisbiy xatosini hisoblang:

$$D_{\rho_c} = D_{M_1-M} + D_{M_0M}$$

6. suyuqlik zichligini o'lchashda absolyut xatolikni hisoblang:

$$\Delta\rho_c = \rho_c D_{\rho_c}$$

7. Zichlikning haqiqiy qiymatini SI sistemasiga o'tkazib quyidagicha ifodalang:

$$\rho_{c,haq} = (\rho_c \pm \Delta\rho_c) \frac{kg}{m^3}$$

8. nisbiy xatolikni % da ifodalang:

$$D_{\rho_c} \cdot 100\%$$

9. Yuqoridagi usul bilan qum zichligini o'lchashning nisbiy va absolyut xatoliklarini (6) formuladan foydalanib hisoblang. Qum zichligining haqiqiy qiymatini quyidagicha yozing:

$$\rho_{q,haq} = (\rho_q \pm \Delta\rho_q) \frac{kg}{m^3}.$$

Nazorat savollari.

1. Piknometr nima?
2. Piknometrni zichligini aniqlashda uning hajmini bilish muhim hisoblanadimi ?
3. Zichlikning teperaturaga bog'liqlik formulasini yozing.
4. Tekshirilayotgan suyuqlik zichligini aniqlash uchun ishchi formulani keltirib chiqaring.
5. Qumning zichligini aniqlash uchun ishchi formulani keltirib chiqaring.
6. Bu ishda xatoliklar qanday hisoblanadi?

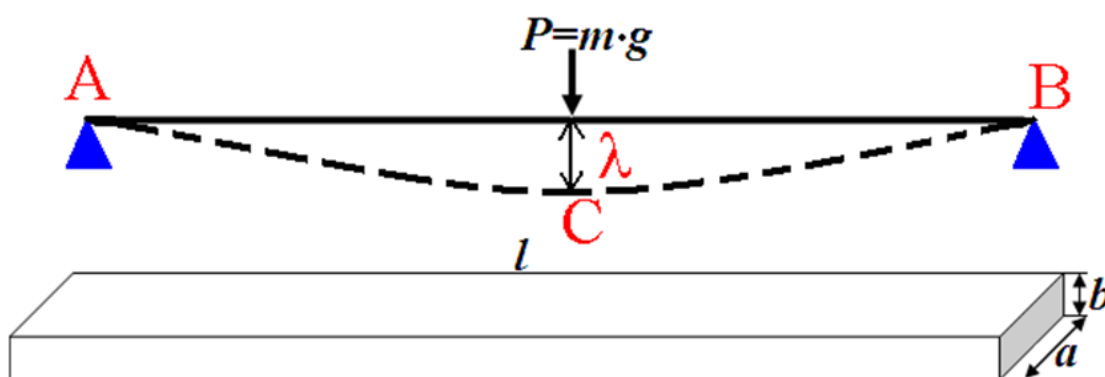
AMALIY ISH. Mavzu: Biologik to'qimalarning mexanik xossalarini o'rganish. Biologik to'qimalarning mexanik modellari. Qattiq jismlarning Yung modulini egilish metodi bilan aniqlash

Ishdan maqsad: Qattiq jismlarni (sterjenning) Yung modulini (elastiklik modulini) egilish deformatsiyasi metodi bilan aniqlashni o'rganish.

Kerakli asboblar: Yung modulini aniqlash qurilmasi: 1-tekshiriluvchi sterjen (yog'och), 2-shtangensirkul, 3-0,5 kg li toshlar (4 ta), 4-ikkita tayanch prizmadan va uning markaziga o'rnatilgan shtangentsirkuldan iborat sitema va 5-masshtabli lineyka



1-rasm. Sterjenning elastiklik (Yung) modulini aniqlash qurilmasi



2-rasm. Yog'och sterjenning o'g'ish o'qi (λ) va unga ta'sir qiluvchi og'irlik kuchi

Nazariy qism

“Deformatsiya” deb tashqi kuch ta'sirida qattiq jism zarralarining bir – biriga nisbatan vaziyatli o'zgarishi tushuniladi. Tashqi kuch ta'sirida qattiq jismning shakli va hajmi o'zgarishiga deformatsiya deyiladi. Deformatsiya elastik va plastik bo'ladi. Elastik

deformatsiya deb, tashqi kuch olib tashlanganda, jism avvalgi shakli va o'lchamini tiklashiga aytiladi. Agar jism avvalgi shakli va o'lchamini tiklay olmasa, plastik deformatsiya deyiladi. Deformatsiya bir necha ko'rinishda bo'ladi: cho'zilish, qisilish, siljish, burilish, egilish.

Cho'zilish deformatsiyasida jism bo'ylama yo'nalishda uzayadi, ko'ndalang yo'nalishda esa torayadi. Cho'zilish deformatsiyasi jismning ikki asosiga uning o'qi bo'ylab ikkita bir-biriga teng va jismdan qarama-qarshi tomonlarga yo'nalgan kuchlar ta'sir qilganda yuzaga keladi.

Qisilish deformatsiyasi cho'zilish deformatsiyasidan shunisi bilan farq qiladiki, bunda jismga qoyilgan kuchlar unga qarab yo'nalgan bo'ladi.

Siljish deformatsiyasi jismning asosiga parallel qatlamlar jism yuqori va pastki asoslariga jismga tomon yo'nalishda qo'yilgan kuchlar ta'sirida suriladi.

Buralish deformatsiyasi jismning o'qiga perpendikulyar olingan o'zaro parallel kesimlarining bir-biriga nisbatan burilishidan iboratdir. Agar jismning bir uchi mahkamlangan va uning erkin uchiga jismning o'qiga perpendikulyar tekislikda juft kuch ta'sir qilayotgan bo'lsa, buralish deformatsiyasi yuzaga keladi.

Egilish deformatsiyasi o'qi neytral bo'lgan, o'qning qarama-qarshi tomonlaridagi yon sirtlarga son qiymati jihatidan ortib boruvchi o'qqa parallel kuchlar ta'sir qilayotgan jismga hosil bo'ladi: bunda o'qdan bir tomonda kuchlar jismni siqadi, ikkinchi tomonidan esa jismni cho'zadi.

Deformatsiya o'lchovi sifatida nisbiy deformatsiya ε kiritilgan bo'lib, u absolyut deformatsiyani jismning boshlang'ich uzunligiga nisbati bilan aniqlanadi.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \text{yoki} \quad \varepsilon = \frac{\Delta x}{x} \quad (1)$$

Deformatsiya hosil qiluvchi P kuchni shu kuch ta'sir etayotgan ko'ndalang kesim yuzasi S ga nisbatan deformatsiya kuchlanganligi deyiladi, ya'ni,

$$\sigma = \frac{P}{S} \quad (2)$$

Bunda σ - kuchlanganlik (birligi SI sistemasida $\text{N/m}^2 = \text{Pa}$). Nisbatan kichik kuchlar ta'sir etganda, deformatsiya elastiklik xarakteriga ega bo'ladi. Bu holda nisbiy deformatsiya kuchlanganlikka to'g'ri proporsional bo'ladi va Guk qonuni deyiladi.

$$\varepsilon = k\sigma = \frac{1}{E}\sigma \quad \text{va} \quad \sigma = \varepsilon E \quad (3)$$

Bu yerda E – elastiklik moduli yoki Yung moduli. Bundan :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (4)$$

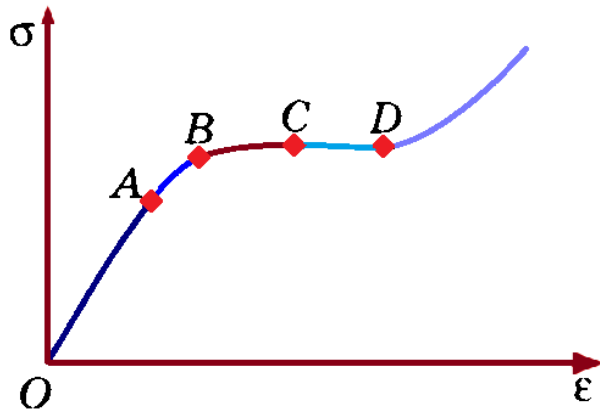
(1) dagi $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ qiymatni va (2) dagi $\sigma = \frac{P}{S}$ qiymatni (4) dagi kattaliklarning o'rniga qo'yajak

$$E = \frac{P/S}{\Delta l/l} \quad (5)$$

hosil bo'ladi.

Elastik moduli birligi SI sistemasida $[E] = [\text{N/m}^2] = [\text{Pa}]$ bilan o'lchanadi.

Yung modulining fizik ma'nosi:



1-rasm. Elastiklik chegarasi

Elastiklik moduli materialning cho'zilishga (siqilishga) qarshilik ko'rsata olish xususiyatini bildiradi va kuchlanish o'lchamlarida (T/m^2 , kg/cm^2 da) ifodalanadi.

Yung moduli son jihatidan jismga qo'yilgan kuchlanganlikka tengki, u jism uzunligini ikki marta uzaytiradi, ya'ni, $\varepsilon = 1$

bo'ladi.

σ - kuchlanishning ε – nisbiy deformatsiyaga bog'lanishini ko'rib chiqaylik (1 rasm)

ε – oshganda σ ham proporsional ravishda elastiklik chegarasigacha σ_{el} oshib boradi. (OA qism) Jism deformatsiya ta'sirida hali elastiklik hususiyatini yo'qotmagan bo'lsa, bunda hosil bo'lgan eng katta mexanik kuchlanishga elastiklik chegarasi σ_{el} deyiladi.

Bu chegaradan keyingi mexanik kuchlanishni o‘shida deformatsiya plastik xarakterga ega va Guk qonuniga bo‘ysunmaydi. Kuchlanishni mustahkamlik chegarasidan B_{cheg} oshsa (B nuqta) jism buziladi. Yuqori mustahkamlik chegarasi ega bo‘lgan jismlar elastik jismlardir (metallar). Mo‘rt jismlarning (cho‘yan, shisha, muz) elastiklik chegarasi kichik bo‘ladi. Jismning mexanik xossalari temperaturaga bog‘liq. Temperatura ortishi bilan jismning plastikligi ortadi, temperatura kamayishi bilan mo‘rtligi oshadi.

Organizm to‘qimalarining mexanik hossalari ularning tuzilishiga va tabiatiga bog‘liq. Suyakning biriktiruvchi asosidagi to‘qima suyakka elastiklik bersa, undagi fosfor va kalsiyning asosga shimiluvchi tuzlari – qattiq va puxta qiladi. Suyak tuzilishini shakllanishi tashqaridan qo‘yiladigan yukka moslashgan bo‘ladi.

Yumshoq to‘qimalar asosan oqsil polimerlardan tuzilgan bo‘lib, yuqori elastikligi va yopishqoqligi bilan farq qiladi. Bu xususiyat deformatsiyaning oshishiga olib keladi. Bunday jismlar elastomerlar deyiladi, ular Guk qonuniga bo‘ysinmaydi.

Bu amaliy ishdan maqsad, egilish metodi bilan sterjinning elastiklik modulini aniqlash. Sterjen qattiq tayanchga o‘rnatilib, uning o‘rtasiga ma‘lum og‘irlikka ega bo‘lgan toshlar yuklatiladi. (2-rasm). Toshlar kuchi sifatida ishlatiladi va uning ta‘sirida egilish deformatsiyasi ro‘y beradi. Bu holda deformatsiya kattaligi λ “egilish o‘qi” bilan, ya‘ni sterjenga ta‘sir etuvchi kuchning qo‘yilish nuqtasi siljiydigan masofa bilan xarakterlanadi. Egilish o‘qi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{Pl^3}{4Eab^3} \quad (6)$$

Bunda:

l – qurilmadagi tayanch nuqtalar (prizma) orasidagi masofa

P – egilish deformatsiyasini hosil qiluvchi kuch (og‘irlik kuchi). $P=m \cdot g$

E – elastiklik moduli

a – sterjenning eni

b – sterjenning qalinligi

Agar sterjenning kesimi to‘g‘ri to‘rtburchak shaklida bo‘lsa (6) formulani qo‘llash mumkin. (6) formuladan elastik modulni quyidagicha topish mumkin.

$$E = \frac{mgl^3}{4\lambda ab^3} \quad (7)$$

Ushbu formuladagi o'zgarmas kattaliklarni alohida hisoblab C (const) bilan belgilab olamiz: $C = \frac{g \cdot l^3}{4 \cdot a \cdot b^3}$ natijada (7) formula quyidagicha bo'ladi: $E = \frac{m}{\lambda} \cdot C$

C (const) ni hisoblashda birlikni to'g'ri bo'lishi uchun hamma o'lchovlar mm hisobida olinadi, erkin tushish tezlanish esa o'z holida qoladi: $g=9.8 \text{ m/s}^2$.

VAZIFALAR

I – QISM

1. Shtangentsirkul bilan sterjenni eni – a va balandligi –b (4 joydan mm hisobida) o'lchab jadvalga yozing.
2. Yog'och sterjenni A va B prizmalar ustiga o'rnatib, lineyka bilan ikkita tayanch nuqtalari orasidagi masofani o'lchang- l (mm da)
3. AB sterjenga halqa osib, shtangentsirkulning shkalasi bo'yicha boshlang'ich holatini belgilang – n_0
4. Halqaga massalari 0,5 kg, 1 kg, 1,5 kg, 2 kg bo'lgan toshlarni ketma – ket joylashtiring va ularga mos kelgan shtangentsirkul ko'rsatishini yozing – n_1
5. Yuklarni bittadan kamaytirib, shtangentsirkul ko'rsatishini n^1 ni yozing. Yukning massasi 2 kg bo'lganda n va n^1 ning qiymatlari teng bo'ladi.
6. O'lchovlarni jadvalga yozing:

	Sterjen o'lchovlari mm			Yuk massasi m, kg	Egilish o'qini aniqlash, mm				λ_m	$\bar{\lambda}$	E, Pa	E, Pa	$\Delta E, \%$
					0	1	λ_1 10	1					
				0,5									
				1,0									
				1,5									
				2,0									
O'rtacha qiymat													

2 – QISM

1. Egilish o'qi λ_1 va λ_2 larni quyidagi formulalar yordamida toping: $\lambda_1 = n_1 - n_0$,
 $\lambda_2 = n^1 - n_0^1$.
2. Topilgan λ_1 va λ_2 lardan har bir tajriba uchun o'rtacha egilish o'qi $\bar{\lambda}$ ni $\bar{\lambda} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$ formula yordamida toping.
3. Olingan natijalar va hisoblashlardan foydalanib, $E = \frac{m}{\lambda} \cdot C$ formula asosida, yog'och sterjen uchun Yung modulini hisoblang.
4. O'rtacha Yung modulini toping: $E_{o'rt} = \frac{E_1 + E_2 + E_3 + E_4}{4}$
5. Har bir tajribani absolyut xatoligini va o'rtacha absolyut xatolikni toping
6. Tajribaning nisbiy xatoligini toping: $D_E = \frac{\Delta \bar{E}}{\bar{E}} \cdot 100\%$.
7. Elastikli modulini (Yung modulini) haqiqiy qiymatini quyidagicha ifodalang va xulosa chiqaring:

$$E_{haq} = (\bar{E} \pm \Delta \bar{E}) \frac{N}{m^2}$$

8. Yung modulini topilgan qiymati ilovada berilgan 7-jadvalga qanchalik mos kelganini tekshiring va xulosa chiqaring

Nazorat savollari

1. Deformatsiya deb nimaga aytiladi? Uning turlarini ayting.
2. Nisbiy deformatsiya deb nimaga aytiladi?
3. Mexanik kuchlanganlik deb nimaga aytiladi? Uning o'lchovi birligi qanday?
4. Guk qonuni qanday yoziladi?
5. Elastiklik modulining (Yung modulining) fizik ma'nosi qanday?
6. Ishchi formulani yozing.
7. Egilish o'qi deb nimaga aytiladi?
8. Moddalarning mexanik xossalari nimalarga bog'liq?
9. Mustaxkamlik chegarasi deb nimaga aytiladi?
10. Organizm to'qimalarining mexanik xossalarini xarakterlab bering.

AMALIY ISH. Mavzu: Tovush. Tovushning xarakteristikalarini. Tovush to'lqinlarining yutilishi va qaytishi. Klinikada qo'llaniladigan tovush

tekshirish usullari. Tovushning to‘lqin uzunligini va havoda tarqalish tezligini turg‘un to‘lqin usulida aniqlash

Ishdan maqsad: Havо ustunida turg‘un to‘lqin hosil bo‘lishini va rezonans hodisasini o‘rganish.

Kerakli asboblari: Harakatlanuvchi tiqinli metall nay, tovush generatori, telefon, chizg‘ich, bo‘r.

Tebranishlar muhitda tarqalish jarayoniga to‘lqin deyiladi. Bo‘ylama to‘lqin tarzida tarqalib, inson qulog‘i qabul qiladigan (16 Gts dan 20000 Gts gacha bo‘lgan chastotada) tebranishlarning elastik muhitda tarqalishiga tovush tebranishlari yoki tovush deyiladi. Chastota – ν , tezlik – v , tovushning tebranish davri – T , to‘lqin uzunligi – λ , tovush to‘lqin energiyasi, Umov vektori – M , garmonik spektrlar tovushning fizikaviy xarakteristikalaridir. Eshitish sezgisining xarakteristikasi esa balandlik, kattalik va tembrlardir. Tovush balandligi tovush tebranishlarining chastotaga bog‘liq, chastota qancha katta bo‘lsa, tovush shuncha yuqori bo‘ladi. Tovush (to‘lqin) qattiqligi tovush to‘lqin energiyasiga (muhitning tebranishda zarralarning siljish amplitudasiga), energiya oqimining zichligiga (Umov vektoriga) bog‘liq:

$$U = \varepsilon v \text{ (U}_{\text{mov}} \text{ vektori)}$$

Bu formulada U - tovushning intensivligi yoki kuchi, ε - energiya oqimining hajmiy zichligi, v – tovush tezligi.

Tovushning kuchi qancha katta bo‘lsa, tovush shunchalik qattiq bo‘ladi. Tembr – bu eshitish sezgisining sifat xarakteristikasi bo‘lib, asosan tovushning garmonik spektri bilan xarakterlanadi.

Tovush tezligi temperaturaga bog‘liq, ya‘ni temperatura ortishi bilan tovush tezligi ortadi, buni quyidagicha yozish mumkin.

$$v_t = v_0 \sqrt{1 + \alpha t}$$

Bu yerda $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$ - hajmiy kengayishning termik koeffitsienti, V_0 - 0°S dagi tovush tezligi, t holda yuqoridagi formula quyidagi ko‘rinishga keladi.

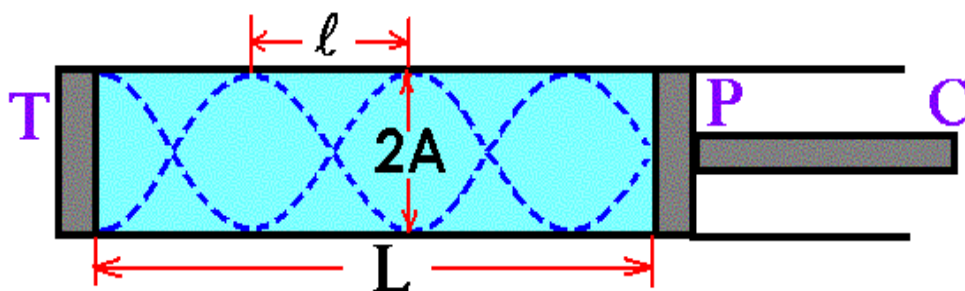
$$V_t = V_0 \sqrt{1 + 0.004t}$$

Berilgan temperaturada tovush tezligini bilgan holda, tovushning 0°C dagi tezligini topish mumkin.

$$V_0 = \frac{v_t}{\sqrt{1 + 0.004t}}$$

Berilgan temperaturada tovush tezligini aniqlash, nayda turg'un to'lqin hosil bo'lishida sodir bo'ladigan akustik rezonans usuli yordamida to'lqin uzunligini o'lchash bilan amalga oshiriladi.

Tovush generatori, telefon, metall naydan iborat bo'lgan qurilma yordamida turg'un to'lqin hosil qilish mumkin. Nayda turg'un to'lqin telefondan tiqinga boradigan to'g'ri to'lqin bilan, tiqindan qaytgan (aks, sado) to'lqinining qo'shilishidan hosil bo'ladi. (1 – rasm)



1-rasm. Turg'un to'lqin hosil bo'lishi.

Bu rasmda T – telefon, C – tayoq bilan birga harakatlanuvchi P – tiqin.

Turg'un to'lqin hosil bo'lishining zaruriy sharti, naydagi havo ustuni va turg'un to'lqin uzunligining karrali munosabatda bo'lishidir. Ya'ni telefondan tiqingacha bo'lgan masofa – chorak to'lqin uzunligining toq soniga tengligidir.

$$L = (2n + 1) \lambda / 4;$$

Bunda n - istalgan butun son.

To'g'ri va qaytgan to'lqin kesishgan nuqtalarga tugunlar deyiladi, amplitudasi maksimal bo'lgan nuqtalarga qabariqlar deyiladi. Qabariqlar amplitudasi ikkilangan bo'ladi, ya'ni 2A ga teng bo'ladi.

Shunga asosan turg'un to'liqin hosil bo'lishi shartlarini qanoatlantiruvchi har qanday masofalarda tovush keskin kuchayadi. Bu hodisaga akustik rezonans deyiladi. Ikkita qo'shni nuqtalar, ya'ni qabariqlar orasidagi masofa yarim to'liqin uzunligiga teng:

$$l = \lambda/2 \quad \text{bunda} \quad \lambda = 2 \cdot l \quad \text{bo'ladi.}$$

VAZIFALAR

1. Tovush generatorini tarmoqqa ulang va kerakli chastotani tanlang (600, 800, 1000 va 1200 Hz)

2. Tiqinni telefondan asta sekin siljitib, tayoqda tovushning keskin kuchayish nuqtalarini (qabariqlarini) bo'r bilan belgilang.

3. Belgilar orasidagi l_1 ; l_2 ; l_3 ; masofalarni chizg'ichda o'lchab, qiymatlarini jadvalga yozing.

4. To'liqin uzunligini quyidagi formula bo'yicha hisoblang: $\lambda = 2 \cdot l$

5. Berilgan temperaturadagi tovush tezligini $V_t = \lambda \cdot \nu$ formula bo'yicha hisoblang.

6. $\bar{\nu}_i$; $\Delta \bar{\nu}_i$; D_i kattaliklarni hisoblang.

7. V_t ning haqiqiy qiymati:

$$V_{t_{haq}} = (\bar{\nu}_i \pm \Delta \bar{\nu}_i) \cdot \lambda / c \quad \text{bo'ladi.}$$

8. 0°C dagi tovush tezligini $V_0 = \frac{\bar{\nu}_i}{\sqrt{1 + 0.004t}}$ formulada hisoblang.

9. O'lchash nuqtalarini jadvalga yozing.

10. Olingan natijani ilovada berilgan 14-jadval bilan solishtiring va xulosa chiqaring

jadval

No	ν , Hz	l (m)	λ (m)	V_t (m/s)	ΔV_t (m/s)	D, %
1						
2						
3						
4						
O'rtacha						

Nazorat savollar

1. Garmonik tebranma harakat deb nimaga aytiladi?
2. Siljish, davr, chastota, to'lqin uzunligiga ta'rif bering.
3. Ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlar deb nimaga aytiladi?
4. Elastik muhitda turg'un to'lqin hosil bo'lishining mexanizmini tushuntiring.
5. Tovush nima? Akustik rezonans nima?
6. Tovushning kuchi, balandligi, tembri deganda nimani tushunasiz?
7. Tovushning berilgan temperaturadagi va 0°C dagi tezligi nimaga teng? Formulasini yozing.
8. Klinikada ishlatiladigan tovush metodlarining asosini tushuntiring.

Amaliy mashg'ulot № 3

Mavzu: Quloqning eshitish sezgirligini aniqlash

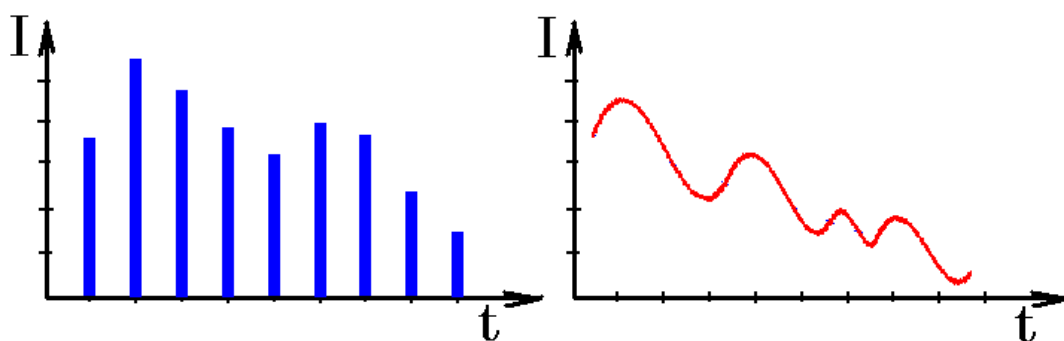
Kerakli asboblari: Audiometr yordamida tovushni havodan va suyak orqali o'tishini ta'minlab beruvchi, audiogramma kartasi.

Tovush - tirik mavjudodlarni atrof muxitini tashkil qiluvchi asosiy fizik kattaliklardan biridir. Odam organizmining eshitish a'zolari –tashqi, o`rta va ichki qulok bo`linmalari 16 Gts dan 20 kGts gacha bo`lgan atrof muxit zarralarining tebranishini tovush sifatida qabul qilish xususiyatiga egadir. Tovush atrof muxitning har qanday ko`rinishida mavjud bo`lib, tarqalish tezligi har xil qiymatlari bilan farq qiladi (qattiq, suyuq, gaz ko`rinishidagi moddalarda).

Tovush manb'lari harakatlanayotgan va muxit zarralarini harakatga keltiradigan har qanday jismlar bo`la oladi (kamerton, musiqiy asbob torlari, mashina shovqinlari va hakazolar).

Tovushlar tonlarga, shovqinga va tovush zarbalariga bo`linadi. Tonlan o`z navbatida oddiy va murakkab tonlarga bo`linadi. Garmonik tebranish qonuniyatiga bo`ysunadigan tovush tebranishiga oddiy tonlar deb ataladi. Uning asosiy xarakteristikasi-uning chastotasidir. Garmonik bo`lmagan tovushlar tonlar deb ataladi. Bunday tebranishlarga misol-odam tovushi, musiqiy asbob tovushi bo`ladi. Murakkab tonlarning spektri chiziqli bo`ladi (1-rasm).

Vaqt oralig`ida murakkab o`zgaradigan tovush shovqin deb ataladi. Shovqin bu tartibsiz o`zgaradigan murakkab tonlardan tashkil topgan tovushdir. Shovqin tovushining spektri uzliksiz bo`ladi.



Tovush zarbasi -qisqa muddatli tovush ta'siridir (chapak, to`p zarbi tovushi va h.k.).

asosan kupaytirganda bu tovushning sezilishi arifmetik progressiya qonuniyatiga

asosan ko'payib boradi. Matematik ko'rinishda, tovushning balandligi tovush intensivligini logarifmiga proporsionaldir, degan ma'noni bildiradi.

Tovushning sub'ektiv fiziologik xarakteristikasi - tovushning balandligidir. Tovushning balandligi tovushni eshita olish sezgirligini xarakterlaydi. Tovush balandligini o'lchash asosida Veber-Fexnerning psixofizik qonuni yotadi. Bu qonunga asosan, tovushning balandligini geometrik progressiya qonuniyatiga proporsionaldir :

$$E=k*Lg(I, I_0)$$

bu erda -I tovush intensivligi: I_0 - sezish chegarasidagi tovush intensivligi: k- proporsionallik koeffitsenti.

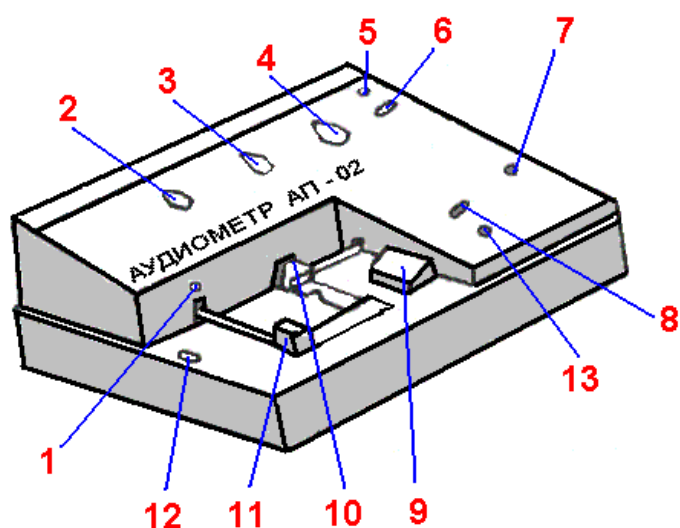
Har xil chastotalarga mansub bo'lgan tovushning balandligi va intensivligi orasidagi bog'lanishni aniqlash uchun bir xil balandlikni aniqlovchi egri chizikdan foydalaniladi. Bunday egri chiziklar har xil chastotalar uchun tovush balandligi va uning intensivligi orasidagi bog'liqliklarni ko'rsatib beradi. Bunday o'lchashlar tovushni eshitish qobiliyati me'yorida bo'lgan ko'pgina odamlardan olingan kattaliklarning o'rtacha qiymati asosida tuziladi. Bu egri chiziqlarning eng yuqori egri chizig'i-og'rik sezish chegarasiga to'g'ri keladi. Bu egri chiziqlarning eng pastki chizig'i tovushning eshitish chegarasiga ya'ni sezish utkirligiga mos keladi.

Tovushni eshitish sezgirligini aniqlash usuli audiometriya deb ataladi. Buning uchun sozlangan maxsus asbob-audiometrda quloqning har xil chastotalarda eshitish o'tkirligi-sezgirligi aniqlanadi. Shu yo'l bilan hosil qilingan egri chiziq audiogramma deb ataladi.

Sog'lom odamning eshitish qobiliyatini ko'rsatuvchi egri chiziq bilan bemor odamning shunday eshitish qobiliyatini ko'rsatuvchi egri chizikni solishtirish natijasida eshitish a'zolarining shikastlangan qismi diagnostikasi olib boriladi.

AUDIOMETRNING TUZILISHI.

Amaliy ish bajarish uchun AP-02 audiometrda foydalaniladi, bu asbobjining asosida tovush generatori va tarqatuvchi telefon, suyak orqali eshitish qobiliyatini aniqlash uchun foydalaniladigan maxsus tovush tarqatgich qurilmalari yotadi. Generatorning ishlab chikuvchi tovush chastotalari qiymati va unga mos tushuvchi



tovush intensivligini diskret qiymatlarini o'zgartirish uchun ishlatiladigan moslamalar audiogramma kartasining standart chizmasiga moslangandir. Audiometrning yuz tomonida "K" - suyak va "V" - havo bo'ylab tarqaluvchi to'lqinlarning tovush tarqatgichlarini ishini ta'minlovchi

kalit: tovushni chap "yashil" va o'ng "qizil" telefonlarini ulab beruvchi va "ton"lar va "shovqin" lar o'zgarishini ta'minlovchi kalit: tovush balandligini diskret-20,30..., 90,100 db qiymatlarini o'zgartiruvchi kalit va nihoyat asbobjni tarmoqqa ulash kaliti mavjuddir. Asbobjni yuz tomonida bulardan tashqari yordamchi tovushni "ton" va "shovqin" sifatida generatorni ishini boshqaruvchi kalit va tovush tarqalishini vaqtinchalik uzib turuvchi kalitlar bor.

Ishni bajarish tartibi.

1. Audiometr tarmoqqa ulanadi va yashil chiroq yonishi ta'minlanadi.
2. Tovush tarqatgich- "telefonlar" audiometrning ta'aluqli eriga ulanadi.
3. Audiogramma kartasi maxsus qisgich bilan grafikning bosh qismlari mos tushishini ta'minlagan holda ikkala yuritgich ostiga joylashtiriladi.
4. Tovush havo yo'li bilan tarqalishi ta'minlanadi (kalit ko'rsatgichi "V" ga qo'yiladi).
5. "Ton" va "shum" ko'rsatgichi tekshirilayotgan quloqning rangiga va ishlatilayotgan tonlar yoki shovqinlarga mos holda buriladi.
6. Tovushning balandligi tekshirilayotgan shaxs xoxishi bo'yicha o'rta me'yorda "40", "50" yoki boshqa qiymatga qo'yiladi.

7. Tovush chastotasini diskret qiymatlari 125,250,1000,2000, 3000, 4000, 6000, va 8000 Gts galma-gal o`zgartirilib, har xil diskret qiymat uchun tovushning eng past eshitilish qiymatlari tovush intensivligini o`zgartiruvchi ikkinchi shkala yuritgichidagi mavjud belgi teshiklariga nuqta qo`yish bilan aniklanadi.

8. Har bir chastotaga mos keluvchi intensivliklarning barcha qiymatlaridagi eng past eshitishga mos nuqtalar audiogramma kartasida aniqlanadi.

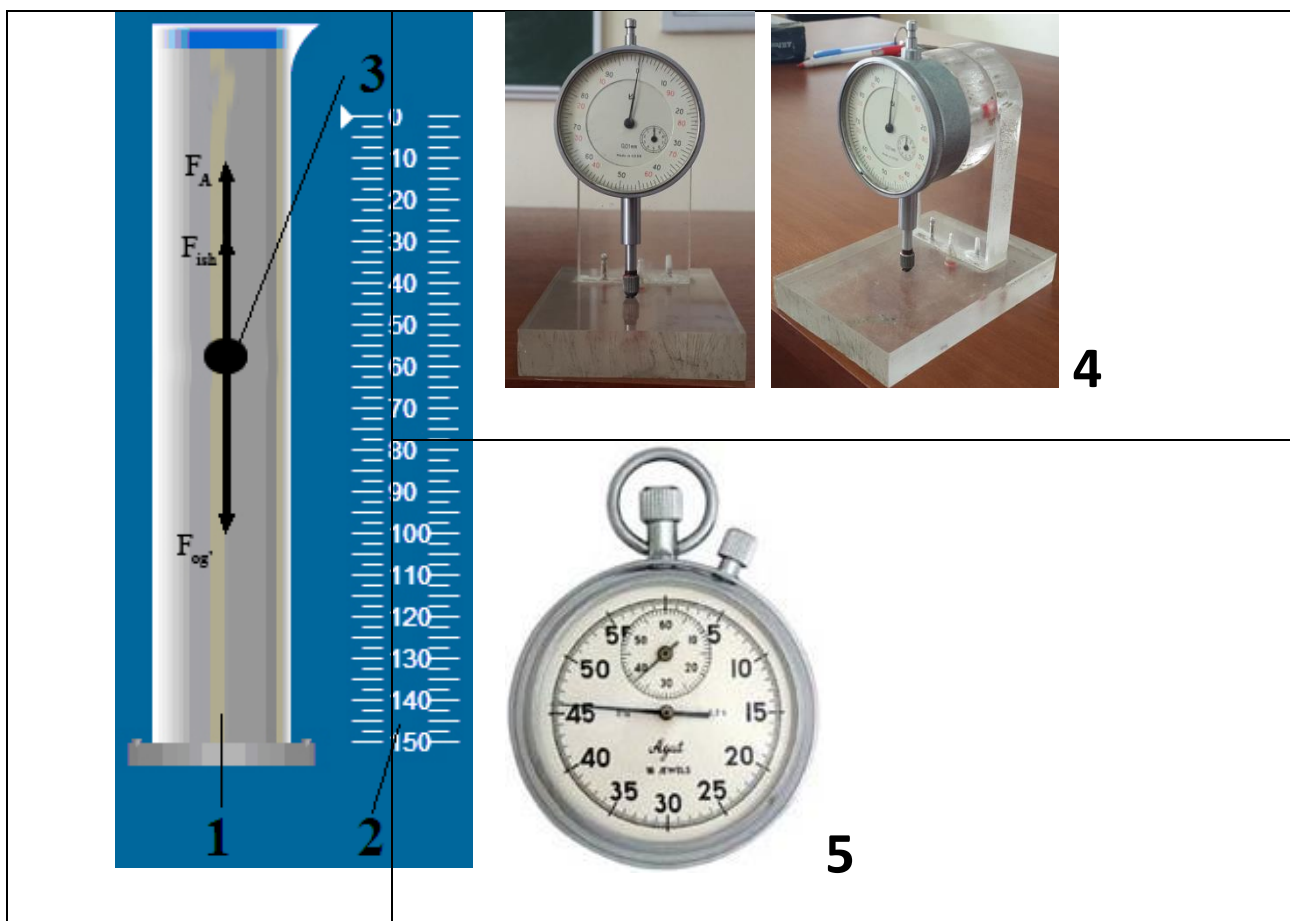
9. Tekshirish tugagandan so`ng, audiogramma kartasi olinadi va belgilangan nuqtalar birlashtiriladi.

10. Hosil bo`lgan eshitish sezgirligini egri chizig`i audiogramma kartasidagi normal eshitish sezgirligi bilan solishtiriladi.

LABORATORIYA ISHI №3. Mavzu: Biologik suyuqliklarning qovushqoqligi. amaliy viskozimetriya usullarini o'rganish. qovushqoq suyuqliklarda jismlarning harakatlanishi. Suyuqlik qovushqoqligini Stoks usulida aniqlash

Ishdan maqsad: Suyuqlik qovushqoqligini Stoks usulida aniqlashni o'rganish.

Kerakli jihozlar: silindrik shisha idish, qovushqoq suyuqlik (glitsterin), mayda metall sharchalar (qo'rg'oshindan tayyorlangan), mikrometr, sekundomer, o'lchov lentasi yoki chizg'ich



Vazifalar:

1- QISM

1. Mikrometrning tuzilishi bilan tanishib, ajratib olingan metall (po'lat) sharchalardan birining diamerini 3 marta o'lchang. Radiusni aniqlang
2. Suyuqlik (glitserin) to'ldirilgan slindrning markaziga yaqin joydan o'lchangan sharchani tashlang

3. Sharcha yuqoridagi birinchi belgiga kelgan paytda sekundomerni ishga tushiring.

4. Pastdagi ikkinchi belgiga kelgan paytda sekundomerni to`xtatib, vaqtni yozib oling.

5. Qolgan sharchaning diametrlarini ham shu tariqa o`lchab, suyuqlikka tashlab, tushish vaqtlarini o`lchang va o`lchov natijalarini quyidagi jadvalga yozib boring:

	D , sm	r , sm	t , s	$v = \frac{l}{t_{o'rt}}$, $\frac{cm}{c}$	η , Puaz	$\Delta\eta$, Puaz	η , %
			1				
			.				
			2				
			.				
			3				
			.				
			O'rtacha qiymat				
I			1				
			.				
			2				
			.				
			3				
			.				
			O'rtacha qiymat				
II			1				
			.				
			2				
			.				
			3				
			.				
			O'rtacha qiymat				
O'rtacha qiymat							

2-QISM

1. Olingan natijalar asosida $\eta = \frac{2r^2 g(\rho - \rho_0)}{9v}$ ishchi formuladan foydalanib, qovushqoqlikni aniqlang. Formulada kelgan ρ , ρ_0 , g kattaliklarni ilovadagi 2, 3 va 4-jadvallardan oling, Sharchaning harakat tezligini quyidagi formuladan topish mumkin: $v = \frac{l}{t}$; bunda: l – sharchaning tekis harakatidagi yo`li, t – sharchaning l masofani bosib o`tishdagi harakatlanish vaqti. $\rho; \rho_0; g$ - o`zgarmas kattaliklar bo`lgani uchun $\frac{2}{9}(\rho - \rho_0)g$ ni “C” bilan belgilanib, $c = \frac{2}{9}(\rho - \rho_0)g$ deb yozamiz. Endi ishchi formulani quyidagi ko`rinishda yozish mumkin: $\eta = c \frac{r^2}{v}$

2. Har bir tajriba uchun aniqlagan qovushqoqliklarni o`rta arifmetigin quyidagi formula yordamida hisoblang:

$$\eta_{\bar{y}pm} = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3}{3}$$

3. Har bir tajribada qilgan absolyut xatolik va tajribalar davomidagi o`rtacha absolyut xatoliklarni hisoblang

$$\Delta\eta_1 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_1|$$

$$\Delta\eta_2 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_2|$$

$$\Delta\eta_3 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_3|$$

$$\Delta\eta_{\bar{y}pm} = \frac{\Delta\eta_1 + \Delta\eta_2 + \Delta\eta_3}{3}$$

4. Tajribalar davomidagi nisbiy xatolikni hisoblang:

$$D = \frac{\Delta\eta_{\bar{y}pm}}{\eta_{\bar{y}pm}} \cdot 100\%$$

5. Bu ishda qovushqoqlik koeffitsiyenti uchun olingan qiymatni SI birliklar sistemasiga o`tkazing.

6. Qovushqoqlikning haqiqiy qiymatini $\eta_{xak} = \eta_{\bar{y}pm} \pm \Delta\eta_{\bar{y}pm}$ ko`rinishda yozing va xulosa chiqaring

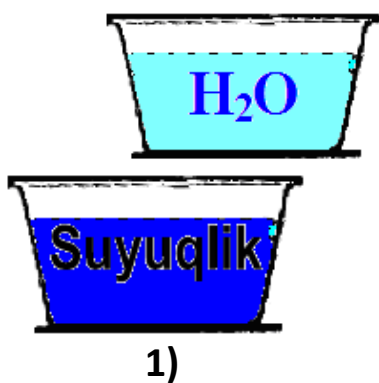
Nazorat savollari

1. Qovushqoqlik deb nimaga aytiladi? Qovushqoqlik koeffitsientining birliklari qanday?
2. Suyuqlikda harakatlanayotgan sharchaga qanday kuchlar ta'sir etadi?
3. Nima uchun ma'lum paytdan boshlab sharcha tekis harakat qiladi? Ishchi formulani keltirib chiqaring.
4. Ishqalanish kuchi uchun Nyuton formulasini yozing.
5. Nyuton va nonnyuton suyuqliklari deb nimaga aytiladi?
6. Stoks qonunining tibbiyotdagi ahamiyati qanday?

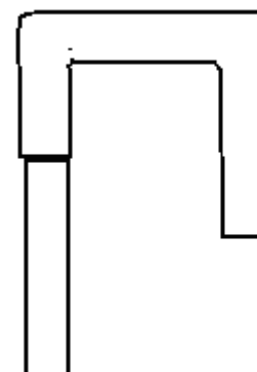
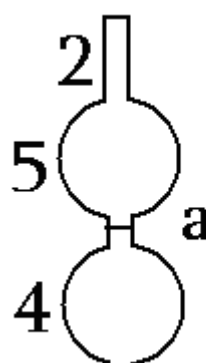
AMALIY ISH. Mavzu: Suyuqlikning qovushqoqligi. Nyuton tenglamasi. suyuqliklarni naylardagi oqimi. Puazeyl qonuni. Suyuqlik qovushqoqligini Ostvald-Pinkevich viskozimetri yordamida aniqlash

Ishdan maqsad: Suyuqlik qovushqoqligini Ostvald-Pinkevich viskozimetri yordamida aniqlashni o'rgatish.

Kerakli jihozlar: 1) distillangan suv, 2) tekshiriladigan suyuqlik (gletsirin), 3)sekundomer, 4) noksimon pipetka, 5) Ostvald – Pinkevich viskozimetri



2)



5)



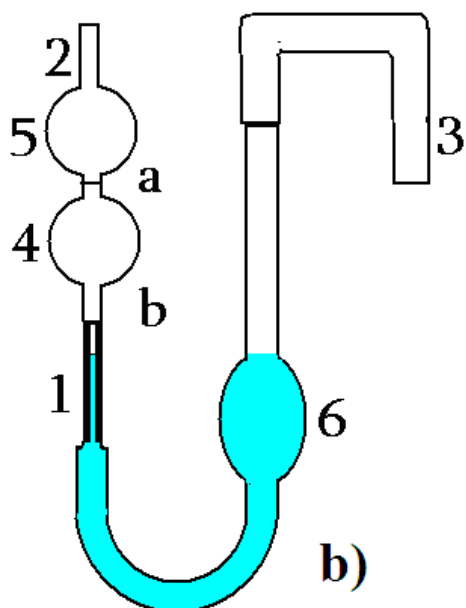
3)

4)

Vazifalar:

1- QISM

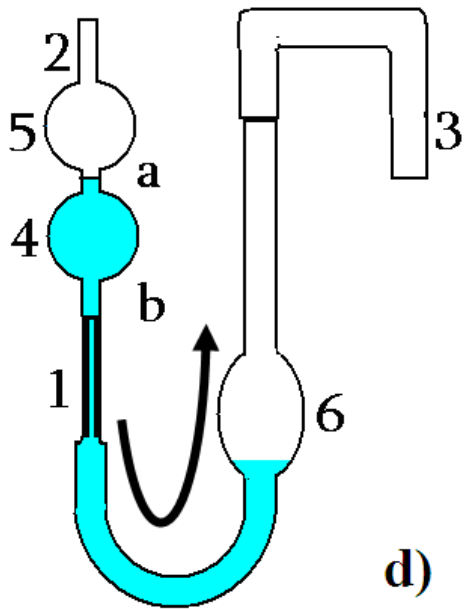
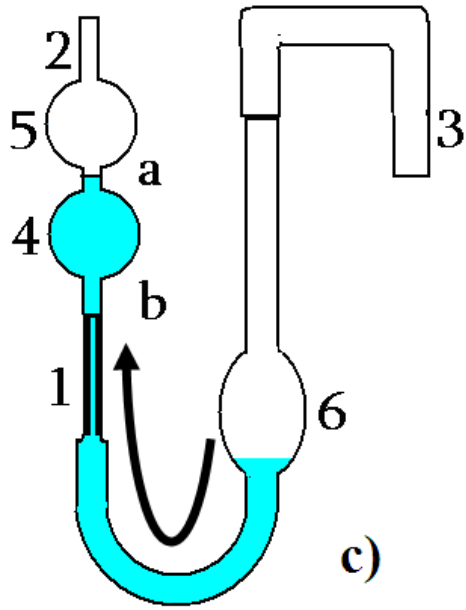
1. Ostvald – Pinkevich viskozimetrining tuzilishi bilan tanishing (**a rasm**). Ostvald – Pinkevich viskozimetri U shaklidagi shisha naydan iborat bo`lib, u kapillyar (1) sharchalar (4-5) va rezervuar (6) dan iborat bo`lib, nayning ochiq uchi (3) dan rezervuar (6) to`lguncha (3 – 4sm) suyuqlik quyiladi. (2) ga ulab, uning yordamida suyuqlik “a” belgidan ko`tarilguncha tortiladi. Naydan nokni ajratilsa, suyuqlik sharchalardan kapillyar orqali oqa boshlaydi. Suyuqlikni belgilangan hajmdan ya`ni “a” belgidan “b” belgigacha oqish vaqti o`lchanadi.

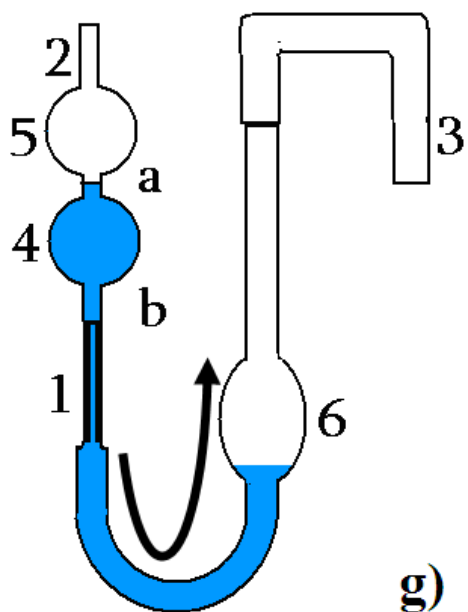
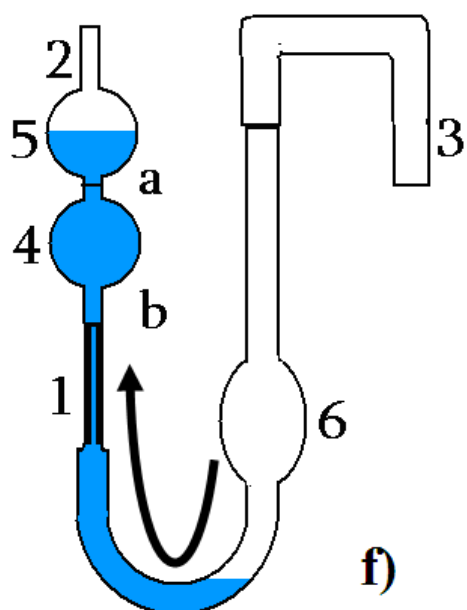
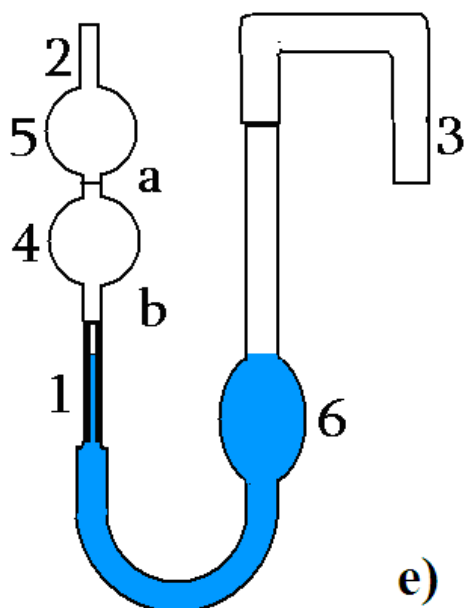


2. Nay (3) orqali rezervuar (6) to'lguncha viskozimetrga suv quyig (**b rasm**).

3. Nay (2) orqali rezina nok bilan suvni "a" belgidan ko'tarib sharcha (5) ga chiqquncha torting (**c rasm**).

4. Rezina nayni nokdan ajratib, distillangan suvni belgilangan hajm 4 ("a" va "b" belgilar) dan kapillyar orqali oqish vaqti t_0 ni o'lchang (**d rasm**).





5. Viskizometrdagi suvni to`kib, o`rniga tekshiriladigan suyuqlikni quyib, tajribani takrorlang (e, f, g rasmlar). .

6. Har bir suyuqlik uchun o`lchovlarni 5 martadan takrorlab jadvalga yozing .

	$\tau_0,$ c	$\tau_x,$ c	$\eta_x,$ (Puaz)	$\Delta\eta_x,$ (Puaz)	D, %
O'rtacha qiymat					

2-QISM

1. Olingan natijalar asosida $\eta_x = \eta_0 \frac{\rho_x t_x}{\rho_0 t_0}$ ishchi formuladan foydalanib, qovushqoqlikni aniqlang. Bunda suvning zichligini va qovushqoqligini mos ravishda ilovadagi 5 va 9-jadvallardan berilgan xona temperaturasi bo'yicha oling.

2. Har bir tajriba uchun aniqlagan qovushqoqliklarni o'rtacha arifmetigin quyidagi formula yordamida hisoblang:

$$\eta_{\bar{y}pm} = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4 + \eta_5}{5}$$

3. Har bir tajribada qilingan absolyut xatolik va tajribalar davomidagi o'rtacha absolyut xatoliklarni hisoblang

$$\Delta\eta_1 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_1| \quad \Delta\eta_4 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_4|$$

$$\Delta\eta_2 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_2| \quad \Delta\eta_5 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_5|$$

$$\Delta\eta_3 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_3|$$

$$\Delta\eta_{\bar{y}pm} = \frac{\Delta\eta_1 + \Delta\eta_2 + \Delta\eta_3 + \Delta\eta_4 + \Delta\eta_5}{5}$$

4. Tajribalar davomidagi nisbiy xatolikni hisoblang:

$$D = \frac{\Delta\eta_{\bar{y}pm}}{\eta_{\bar{y}pm}} \cdot 100\%$$

5. Bu ishda qovushqoqlik koeffitsiyenti uchun olingan qiymatni SI birliklar sistemasiga o'tkazing.

6. Qovushqoqlikning haqiqiy qiymatini $\eta_{xak} = \eta_{\dot{y}pm} \pm \Delta\eta_{\dot{y}pm}$ ko`rinishda yozing va xulosa chiqaring

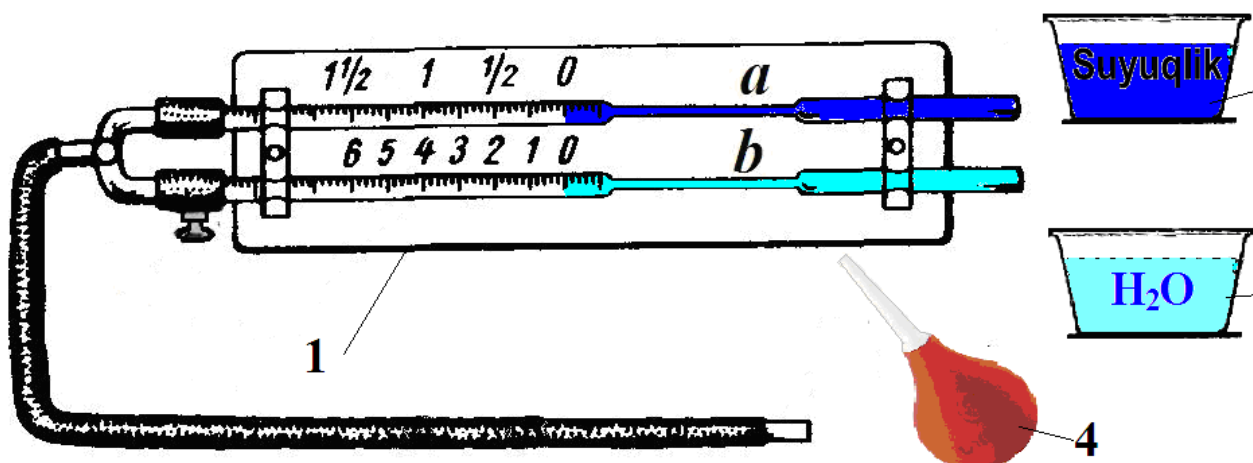
Nazorat savollari

1. Qovushqoqlik va oquvchanlik deb nimaga aytiladi?
2. Qovushqoqlik koeffitsientining SI sistemadagi birligi qanday?
3. Qovushqoqlik temperaturaga qanday bog`liq? Formulasini yozing.
4. Nyuton va nonyuton suyuqliklari deb nimaga aytiladi?
5. Nyuton va Stoks tenglamalarini yozing.
6. Gagen – Puazeyl formulasini ayting.
7. Ishchi formulani keltirib chiqaring.

AMALIY ISH. Mavzu: Suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsientini VK-4 viskozimetri yordamida aniqlash

Ishdan maqsad: Suyuqlik qovushqoqligini klinik usulda, ya`ni kapillyar usulda aniqlashni o`rgatish.

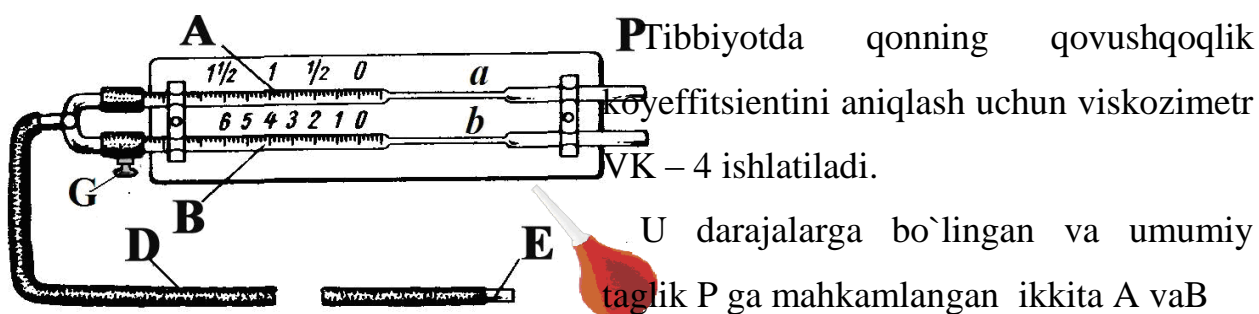
Kerakli jihozlar: VK-4 viskozimetri, tekshiriladigan suyuqlik (gletsisrin), distillangan suv, noksimon pipetka



Vazifalar:

1- QISM

1. VK-4 viskozimetrining tuzilishi bilan tanishing;



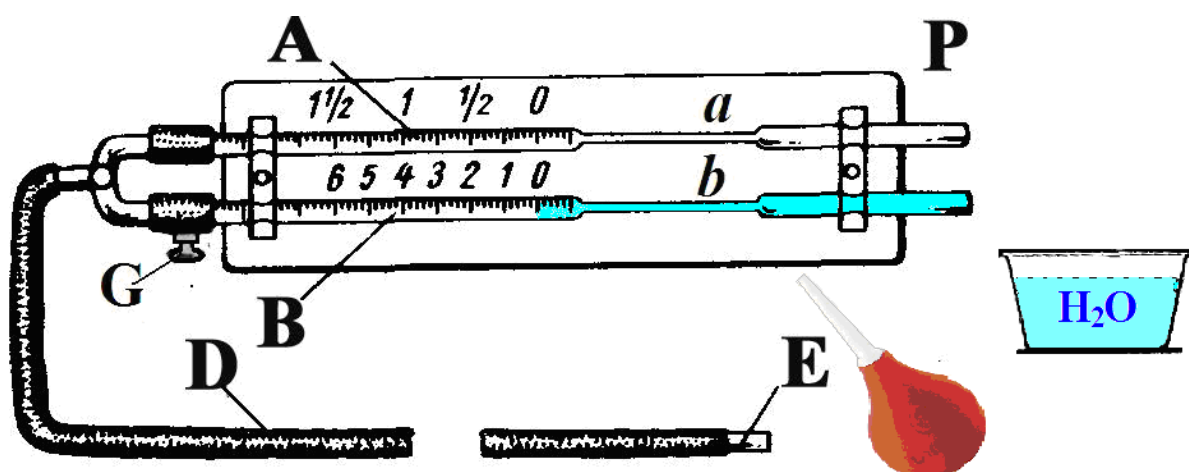
P Tibbiyotda qonning qovushqoqlik koeffitsientini aniqlash uchun viskozimetr VK – 4 ishlatiladi.

U darajalarga bo`lingan va umumiy taglik P ga mahkamlangan ikkita A va B

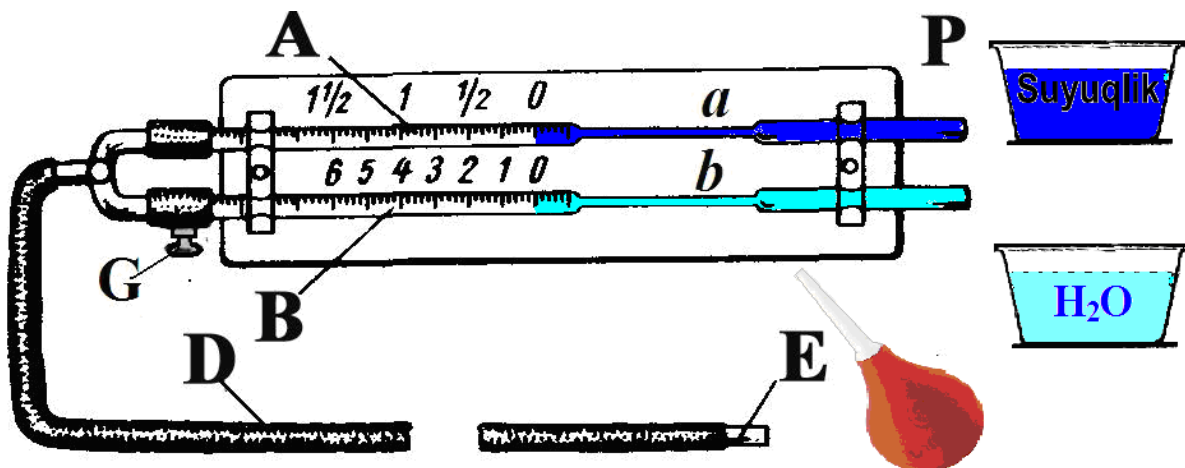
pipetkadan iborat. Pipetkalarining o`rta qismida ikkita bir hil a va b kapillyarlar bo`ladi. Pipetkaning chap tomonlari troynik V vositasida birlashtirilgan, troynikdan shisha uchligi E bo`lgan rezina nay D ketadi. Pastki pipetkaning chap tomonida ajratish jo`mrangi G bor. O`lchash vaqtida G jo`mrak ochiladi va og`iz yoki tibbiyot nokchasi yordamida uchlik E orqali havo so`rilib, B pipetka 0 belgisigacha suv bilan to`ldiriladi. A pipetka ham xuddi shu darajagacha tekshirilayotgan qon bilan to`ldiriladi (tekshirish juda tez bajarilishi kerak. Aks holda qon ivib qoladi!). Shundan keyin G jumrak ochiladi va og`iz yoki nokcha yordamida shiddatli ravishda havo so`rilib, A pipetkadagi qon 1 raqamigacha kelguncha tortiladi. Suvning qovushqoqligi kichik bo`lganligi uchun, u 1 raqamidan kattaroq raqamga siljiydi, ana shu raqam qonning nisbiy yopishqoqligini ko`rsatadi.

2. Pipetkalarni ammiak va spirt bilan tozalab, rezina nok yordamida havoni haydab, pipetkalarni quriting;

3. Kranli pipetkaning (b) uchini suvli idishga botirib, "0" belgisigacha distillangan suv olib, kran yopiladi. Ikkinchi pipetka (a)ga ham "0" belgisigacha tekshiriladigan suyuqlik olinadi (klinik laboratoriyada qon olinadi);

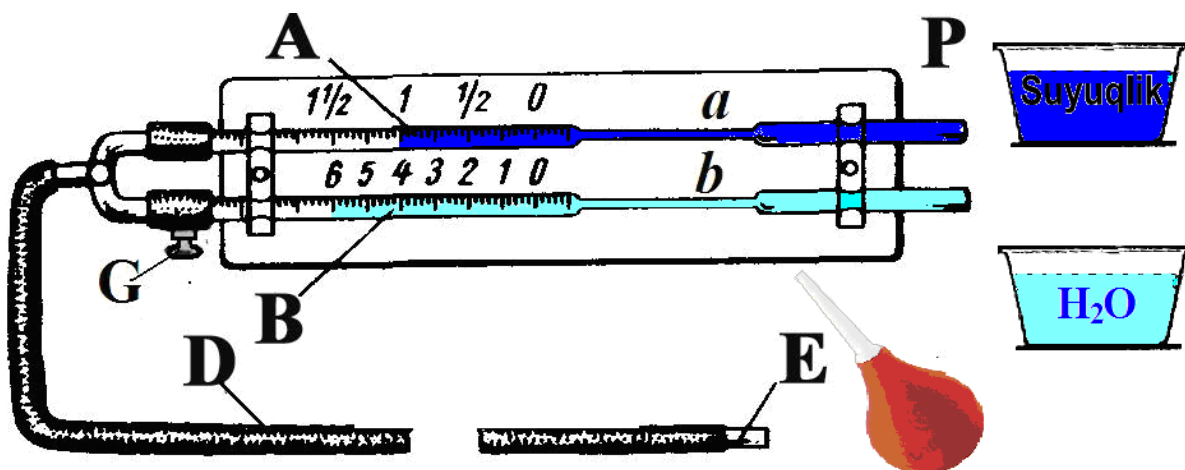


a) viskozimetrga suv tortilgan holat



b) viskozimetrga o'rganilayotgan suyuqlik tortilgan holat

4. Viskizomertni stol ustiga qo'yib, kran ochiladi va ikkala pipetkadan havoni (nok yordamida) tortiladi. Tekshiriladigan suyuqlik "1" belgiga yetganda havoni tortishni to'xtating. ($l_x=1$).



5. Shu paytda qovushqoqligi kam bo'lgan suv ko'proq masofaga (l_0) siljiydi. Uning son qiymatini yozib oling;

6. Tajribani besh marta takrorlang va natijalarni jadvalga yozing;

	Distillangan suv		Tekshirilayotgan suyuqlik		$\Delta\eta, \text{sP}$	D, %
	l_0	η_0, sP	l_x	η_x, sPs		

		$\eta_{o'rt}$	$\Delta\eta_{o'rt}$
--	--	---------------	---------------------

2-QISM

1. Xona temperaturasidagi suvning qovushqoqlik koeffitsientini jadvaldan oling va uni sP (santi Puaz) da jadvalga ko'chiring.

2. Unda quyida berilgan $\eta_x = \eta_0 \cdot \frac{l_0}{l_x}$ formulaga asosan tekshiriladigan suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsienti η_x son jihatidan suv ustunining uzunligiga l_0 ga teng deb hisoblang;

3. Pipetkaldagi suyuqlik va suvni to'kib tashlab, pipetkalar yuviladi.

4. Yuqoridagi ishchi formulaga asosan η_x larni sP birlikda hisoblang;

5. Har bir tajriba uchun aniqlagan qovushqoqliklarni o'rtacha arifmetigini quyidagi formula yordamida hisoblang:

$$\eta_{\bar{y}pm} = \frac{\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4 + \eta_5}{5}$$

6. Har bir tajribada qilingan absolyut xatolik va tajribalar davomidagi o'rtacha absolyut xatoliklarni hisoblang

$$\Delta\eta_1 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_1| \quad \Delta\eta_4 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_4|$$

$$\Delta\eta_2 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_2| \quad \Delta\eta_5 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_5|$$

$$\Delta\eta_3 = |\eta_{\bar{y}pm} - \eta_3|$$

$$\Delta\eta_{\bar{y}pm} = \frac{\Delta\eta_1 + \Delta\eta_2 + \Delta\eta_3 + \Delta\eta_4 + \Delta\eta_5}{5}$$

7. Tajribalar davomidagi nisbiy xatolikni hisoblang:

$$D = \frac{\Delta\eta_{\bar{y}pm}}{\eta_{\bar{y}pm}} \cdot 100\%$$

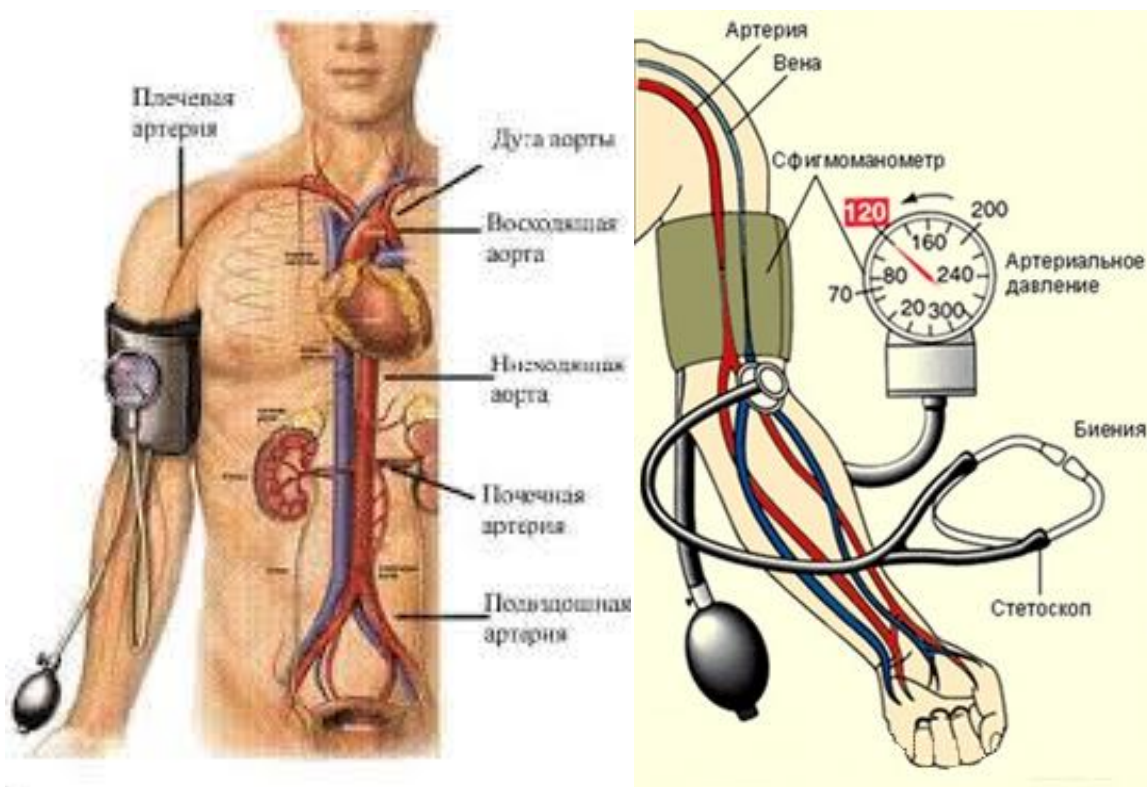
8. Bu ishda qovushqoqlik koeffitsiyenti uchun olingan qiymatni SI birliklar sistemasiga o'tkazing.

9. Qovushqoqlikning haqiqiy qiymatini $\eta_{xak} = \eta_{\bar{y}pm} \pm \Delta\eta_{\bar{y}pm}$ ko'rinishda yozing va xulosa chiqaring

Nazorat savollari

1. Suyuqlikning qovushqoqligi va oquvchanligi nima va qovushqoqligi temperaturaga qanday bog'liq?
2. Qovushqoqlik koeffitsienti uchun Nyuton, Stoks formulasi. Qovushqoqlik koeffitsientining birligi?
3. Gagen – Puazeyl formulasini yozib, tushuntiring.
4. VK-4 viskizometrning tuzilishi va ishlash prinsipi qanday?
5. Ishchi formulani keltirib chiqaring.
5. Odam qonining qovushqoqligi me'yorda qanday bo'ladi va patologik holatlarda qanday bo'ladi?

LABORATORIYA ISHI №4. Mavzu: N. Korotkov usulida qon bosimini o'lchash. Yurak qon-tomir sistemasi. Yurakning ishi va quvvati



Ishdan maqsad: Sfigmomanometr yoki sfigmotonometr yordamida arterial bosimni o'lchash.

Kerakli asboblari: 1) Sfigmomanometr yoki sfigmotonometr 2) fonendoskop.



1)



2)

Nazariy qism

Tomirdagi qon bosimini o'lchashning bir necha usullari bor. Masalan:

1. To'g'ridan – to'g'ri qon tomiriga igna kiritib, ignani ikkinchi tomonini rezina naycha bilan manometrغا ulanib o'lchanadi.

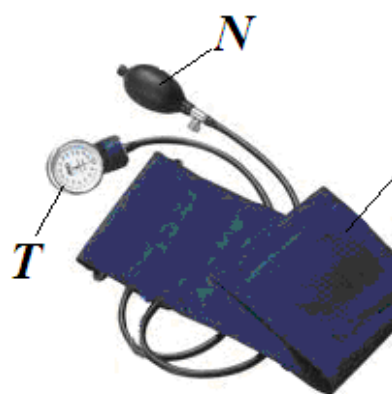
2. Yirik qon tomiriga ingichka katetr (ingichka polietilen naycha) kiritib uni ikkinchi uchi manometrغا ulanadi va bosim o'lchanadi.

3. Klinikada qo'llaniladigan, qonsiz, qon bosimini o'lchash usuli – Korotkov usulidir. Quyida qon bosimini o'lchovchi elektron asboblardan namunalar keltirilgan.



Ushbu amaliy mashg'ulotda N.Korotkov usuli bilan qon bosimini o'lchashni o'rganamiz. Bu usul bilan o'lchangan qon bosimi arteriyadagi qon bosimiga yaqin. O'lchashlar yelka arteriyasining tirsakdan yuqori qismida olib boriladi. Manjeta (g'ilofga joylashtirilgan rezina kamera o'sha qismiga o'raladi. Keyin noxsimon havo haydagich yordamida manjetada kerakli bosim hosil qilinadi. Bu bosimning kattaligi manometrda

kuzatiladi. N. Korotkov usuli manjeta bilan siqilgan arteriyadan qon oqayotganda hosil bo'ladigan tovushlarni eshitishga asoslangandir. Arteriya to'la berkilganda hech qanday tovush eshitilmaydi. Manjetadagi havo sekin pasaytirilganda esa tonlar eshitiladi. Bu tonlar arteriyaning va arteriya devorlarining vibratsiyasidan kelib chiqadi. Arteriyadagi birinchi ton bosimning maksimal qiymatiga to'g'ri keladi. va sistolik bosim deyiladi. Keyinchalik manjetadagi bosim kamaygani sari shovqinlar oldin ko'payib, so'ng pasayadi va yana tonlar eshitiladi. Tonlarning qattiqligi pasayadi va nihoyat yo'qoladi. Shu vaqtdagi bosim diastolik bosim deyiladi. Arerial bosimni o'lchaydigan qurilma 3 qismdan iborat (1-rasm).



sfigmotonometr

M – manjeta

N - havo haydagich

T – simobli manometr,

ya'ni sfigmo-manometr yoki membranali manometr – sfigmotonometr

sfigmomanometr

Texnik xavfsizlik bo'yicha ko'rsatmalar.

1. Sfigmomanometr bilan ishlashda sistemadagi bosimni 260mm.sim.ust.dan oshirib yuborish taqiqlanadi. Bu holat asbobdagi simobni filtr orqali tashqariga chiqarib yuborishi mumkin.

2. Asbobni mustaqil tuzatish man qilinadi.

VAZIFALAR

1. Qo'lning tirsakdan yuqori qismiga manjetani aylantirilib o'raladi. va ilmoq bilan mahkamlab qo'yiladi.

2. Noksimon havo yuboruvchi yordamida manjetaga havo yuboring va asbobda 160 – 180 mm sim. ust. teng bo'lgan bosim hosil qiling.

3. Fonendoskop membranasini tirsak o'ymasidagi arteriyaga qo'ying.

4. Noksimon havo yuboruvchi vintini ochib, bosimni sekin kamaytiring (o'lchami uchun yetarli tezlik olinadi). Shu bilan bir vaqtda fonendoskopdan tovush eshitilib turiladi.

5. Birinchi tonning hosil bo'lishi bilan (qon siqilgan arteriyadan o'tadi) manometrning shu nuqtasi belgilanadi, bu sistolik bosim – P_s bo'ladi.

6. Keyingi bosim tushishida asbobda oxirgi tovush (ton) belgilanadi. Bu diastolik bosim P_d bo'ladi. Olingan P_s va P_{Dis} bosimlarni jadvalga kiriting.

7. Manjetadagi qolgan havoni tez chiqarib yuborish uchun muftani ajratib yuboring.

8. Tajribani uch marta takrorlang.

N	P_{Sis}	ΔP_{Sis}	P_{Dis}	ΔP_{Di}
1				
2				
3				
4				
5				

9. Oxirgi natijani quyidagi ko'rinishda yozing:

$$P_{S_haq} = (\overline{P_s} \pm \overline{\Delta P_s}) mm.sim.ust$$

$$P_{D_haq} = (\overline{P_d} \pm \overline{\Delta P_d}) mm.sim.ust$$

10. Nisbiy xatoliklarni hisoblang:

$$D_{pc} = \frac{\overline{\Delta P_s}}{\overline{P_s}} \cdot 100\% \quad \text{va} \quad D_{pd} = \frac{\overline{\Delta P_d}}{\overline{P_d}} \cdot 100\%.$$

Nazorat savollari:

1. Qanday bosim sistolik deyiladi?

2. Qanday bosim diastolik deyiladi?
3. Puls to'liqini deb nimaga aytiladi? Puls to'liqini tezligi nimaga bog'liq?
4. Qonning kinetik energiyasi nimaga teng va u nimaga sarflanadi?
5. Yurakning ishi nimaga teng?
6. Yurakning quvvati qanday ifodalanadi?
7. Qon bosimini aniqlashning qanday usullarni bilasiz?
8. Fonedoskopning tuzilishini tushuntiring.
9. Ish tartibini gapirib bering.
10. Arterial qon bosimlarining klassifikatsiyasini tushuntirib bering
11. Normada yoshga oid qon bosimlari qanday bo'ladi?
12. Sun'iy qon aylanish sistemasini, uning ishlash prinsipini gapirib bering.

**AMALIY ISH. Mavzu: Termodinamikaning 1 va 2-qonunlari.
Termodinamika qonunlarini tirik organizmga tatbiq etish.
Termodinamikaning 1-qonunini gaz jarayonlariga tadbiqi. Kleman –
Dezorm usuli bilan gaz issiqlik sig'implari nisbati C_p/C_v ni o'lchash**

Ishdan maqsad: Kleman – Dezorm usuli bilan gaz issiqlik sig'implari nisbati C_p/C_v ni o'lchashni o'rganish.

Kerakli asboblari: Kleman – Dezorm qurilmasi : 1-shisha balon, 2, 3-kran, 4-manometr va 5-nasos (kompresor).



Kleman-Dezorm asbobi.

Nazariy qism

Gazning holatini termodinamik parametrlar: bosim – P , hajm – V ni temperatura – T bilan o‘zaro bog‘lovchi tenglamaga moddaning holat tenglamasi deyiladi. Ideal gaz uchun esa holat tenglama Mendeleev-Klayperon tenglamasidir. U bir mol gaz uchun quyidagicha yoziladi:

$$PV=RT \quad (1)$$

P -bosim, V - hajm, R – universal gaz doimiysi , T -temperatura.

Gaz issiqlik sig‘imining kattaligi isitish sharoitlariga bog‘liq bo‘lib, bu bog‘liqlikni aniqlash uchun holat tenglamasi (1) dan va termodinamikaning birinchi qonunidan foydalanamiz. Termodinamikaning birinchi qonuni: sistemaga berilgan issiqlik miqdori - dQ uning ichki energiyasi dU ning oshishiga va sistemaning tashqi kuchlariga qarshi ish – dA bajarishga sarflanadi, ya’ni

$$dQ=dU+dA \quad (2) \quad \text{bu yerda} \quad dA=PdV \quad (3)$$

Issiqlik sig‘imining ta’rifiga ko‘ra:

Bir mol gazni 1 K ga istish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga molyar issiqlik sig'imi deyiladi.

$$C = \frac{dQ}{dT} = \frac{dU}{dT} + \frac{dA}{dT} \quad (4)$$

Bir mol ideal gaz uchun termodinamik jarayonlarini ko'rib chiqamiz.

1. **Izoxorik gaz jarayoni.** Agar gazning temperaturasi o'zgarganda hajmi o'zgarmasdan qolsa ($V=\text{const}$), bunday jarayonga izoxorik jarayon deyiladi. $dV=0$ bo'ladi. hajm o'zgarmasa (3) formulaga asosan $dA=0$ bo'ladi va gazga berilgan issiqlik uning ichki energiyasini oshirishga sarflanadi. Bunday jarayon uchun molyar issiqlik sig'imi

$$C_v = \frac{dU}{dT} \quad (5)$$

formula bilan topiladi.

2. **Izobarik jarayon:** O'zgarmas bosimda ($P=\text{const}$) o'tadigan jarayonga izobarik jarayon deyiladi. Bu jarayon uchun gazning molyar issiqlik sig'imi quyidagicha yoziladi.

$$C_p = \frac{dU}{dT} + \frac{dA}{dT} \text{ yoki } C_p = \frac{dU}{dT} + P \frac{dV}{dT} \quad (6)$$

Gaz holat tenglamasi (1) ni deffirentsial holda yozamiz:

$$PdV + VdP = RdT \quad (7)$$

$P=\text{const}$ bo'lganda $dP=0$ bo'ladi. Shuning uchun $PdV=RdT$ munosabatni (6) ga qo'ysak va $dU=C_v \cdot dT$ bilan almashtirsak, quyidagi tenglamani hosil qilamiz

$$\boxed{C_p = C_v + R} \quad (8)$$

(8)- formuladan ko'rinib turibdiki, har xil gaz jarayonlarida gazning issiqlik sig'imi turlicha bo'ladi. Izobarik jarayonning molyar issiqlik sig'imi turlicha bo'ladi. Izobarik jarayonni molyar issiqlik sig'imi izoxorik jarayon molyar issiqlik sig'imidan R (universal gaz doimiysi) miqdorga katta bo'ladi. Chunki uzatilgan issiqlik miqdori ichki energiyaning oshirilganligi emas, balki tashqi kuchlarga qarshi ish bajarishga ham sarflanadi.

3. Izotermik jarayon: O'zgarmas temperaturada ($T=\text{const}$) o'tadigan jarayonga izotermik jarayon deyiladi. Bu holda ($T=\text{const}$) va termodinamikaning birinchi qonunini quyidagicha yozamiz: $dA = dQ$ ya'ni gazning ichki energiyasi o'zgarmasdan qoladi va uzatilgan issiqlik ish bajarishga sarflanadi. Bu holda gazning molyar issiqlik sig'imi cheksizlikka intiladi. $C_T \rightarrow \infty$

4. Adiabatik jarayon Tashqi muhit bilan issiqlik almashmasdan ro'y beradigan jarayonga adiabatik jarayon deyiladi. Bunda termodinamikaning birinchi qonuni quyidagicha ifodalanadi.

$$dQ=0; \quad dA = -dU$$

ya'ni adiabatik jarayonda gazning ichki energiyasining o'zgarishi hisobiga ish bajariladi. Adiabatik jarayonda gazning parametrlarini (P (bosim) va V (hajm)) bog'lovchi tenglamaga Puasson tenglamasi deyiladi.

$dA = -dU$ edi, $dA = PdV$ va $dU = C_V dT$ bo'lganligidan

$$PdV = -C_V dT \quad (9)$$

(7) tenglamani (9) ga bo'lib, (8) ni hisobga olib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{V}{P} \frac{dP}{dV} = \frac{c_p - c_v}{c_v} \quad \text{yoki} \quad \frac{dP}{P} = -\gamma \frac{dV}{V} \quad (10)$$

bunda $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$

(10) tenglamani integrallab va potentsiallab, Puasson tenglamasini hosil qilamiz:

$$PV^\gamma = \text{const} \quad (11)$$



1-rasm. Kleman-Dezorm asbobi

Bu yerda $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ adiabata ko'rsatkichi deyiladi. Bu amaliy ishdan maqsad, adiabata ko'rsatkichini Kleman – Dezorm usuli bilan aniqlash. Kleman – Dezorm qurilmasi havosi bo'lgan – 1 ballondan, 5-nasos (kompessor)dan va manometr – 4 dan iborat (1 – rasm).

3 – kran berkitilganda 1-ballonga 5-nasos bilan dam beriladi. Ballondagi havo bosimi ortadi va quyidagiga teng bo‘ladi: $P_1=H+h_1$ bunda H havoning atmosfera bosimi, h_1 – atmosfera bosimidan ortiqcha bosim. h_1 kattalik 4-manometr vositasida o‘lchanadi. So‘ngra 3 kran qisqa vaqt ichida ochiladi, bunda ballondagi havo bosimi atmosfera bosimiga tenglashadi ($P_2=H$), keyin kran tezda yopiladi. Ballonga nasos bilan tortilgan V – hajmga ega bo‘lgan havoning massasi m bo‘lsin. Uning massasini Δm bilan belgilaymiz. U holda ballonda qolgan havoning massasi $m_1 = m - \Delta m$ bo‘ladi.

V – hajmni egallagan m_1 massali havo kran ochilmasdan avval V_1 kichikroq hajmni egallagan edi. Jarayon qisqa vaqtli va gaz bilan ballon devorlari orasida issiqlik almashinishi sezilarli bo‘lmagani uchun uni adibatik jarayon deb hisoblanadi. Unda Puasson tenglamasiga asoslanib m_1 massali gaz uchun.

$$P_1V^\gamma = P_2V^\gamma \quad (12)$$

bo‘ladi

Adibatik kengayish natijasida gazning temperaturasi pasayadi, keyin atrof muhit bilan issiqlik almashinish natijasida gazning temperaturasi xona temperaturasigacha tenglashadi. Buning natijasida ballon ichidagi bosim P_3 ga ko‘tariladi. Bunda Boyle-Mariott qonuni quyidagicha yoziladi:

$$P_1V_1=P_3V_3 \quad (13)$$

(12) va (13) tenglamalarni γ – ga nisbatan yechsak, quyidagi munosabat hosil bo‘ladi.

$$\gamma = \frac{\lg P_1 - \lg P_2}{\lg P_1 - \lg P_3} \quad (14)$$

Bu holda P_1 va P_3 lar P_2 dan kam farq qilgani uchun (14) tenglamada qiymatlarning logarifmlarining ayirmalari nisbatini shu qiymatlarning ayirmalari nisbati bilan almashtirish mumkin, ya’ni

$$\gamma = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_3} \quad (15)$$

$P_1 = H + h_1$; $P_2 = H$; $P_3 = H + h_2$ bo‘lgani uchun, ularni (15) ga qo‘ysak

$$\gamma = \frac{H + h_1 - H}{H + h_1 - H - h_2} = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

$$\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$$

(16)

ishchi formula hosil bo'ladi

VAZIFALAR

1. 1-ballonga 5-nasos bilan havo yuborib, 4-manometr suyuqligi sathlarining 15-20 mm bo'lishiga erishing va idish ichidagi temperatura atrof- muhit temperaturasiga tenglashguncha, ya'ni manometr suyuqligi sathlarining farqi o'zgarmasdan qolguncha kutib turing. (2-3 minut)

2. Manometrdan satxlar ayirmasini, ya'ni havoning ortiqcha bosimi h_1 ni o'lchab mm hisobida yozib oling.

3. 3-kranni to'la oching (ya'ni 1 idish atmosferaga tutashtiriladi) va manometrdan suyuqlikning sathlari bir- biriga tenglashishi bilan kranni berkitng.

4. 2-3 minutdan so'ng adiabatik kengayishda sovigan gazning temperaturasi xona temperaturasigacha ko'tariladi va ortiqcha bosim h_2 bilan ifodalanadi (mm hisobida).

5. Yuqoridagi usul bilan tajribani 5 marta takrorlang

5. Olingan natijalarni jadvalga kiriting:

N	h ₁ , mm	h ₂ , mm	γ	Δγ	D _γ %
1					
2					
3					
4					
5					
O'rtacha qiymat					

II – QISM

1. $\gamma = \frac{h_1}{h_1 - h_2}$ formula yordamida γ ni, ya'ni $\frac{C_p}{C_v}$ nisbatni hisoblang.

2. Tajribani o'rtta arifmetigini hisoblang
3. Har bir tajribani absolyut xatoligi va o'rtacha absolyut xatolikni hisoblang
4. Nisbiy xatolikni hisoblang
5. γ ning haqiqiy qiymatini $\gamma_{haq} = \bar{\gamma} \pm \Delta\bar{\gamma}$ ko'rinishida ifodalang

Nazorat savollari

1. Termodinamikaning 1- qonunini ta'riflang.
2. Boyl Mariott qonunini ta'riflang.
3. Molyar issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
4. Qanday jarayonlar izobarik, izotermik, izoxorik va adabatik jarayonlar deyiladi?
5. C_p va C_v lar nima? Ularning tenglamasini yozing.
6. Nima uchun C_p ; C_v dan katta?
7. Adabatik jarayonda ichki energiya qanday o'zgaradi?
8. Termodinamikaning 2- qonunini ta'riflang.

LABORATORIYA ISHI № 2. Mavzu: Assman psixrometri yordamida havoning namligini aniqlash. Havoning namligi. Namlikning organizmga ta'siri

Ishdan maqsad: Assman psixrometri yordamida havoning namligini aniqlashni o'rganish.

Kerakli asboblari: 1) Assman psixrometri, 2) suvli idish va pipetka, 3) aneroid barometr.



2)



3)

QISQACHA NAZARIYA

Havoning namligi va bu namlikni o`lchash. Tabiatda suvning qariyb hamma yerda bug`lanishi natijasida atmosfera havosida, ayniqsa atmosferaning yer yuziga yaqin qatlamlari havosida suv bug`i bo`ladi. Bu hodisa ***havoning namligi*** deb ataladi. Havodagi suv bug`ining miqdori ikkita asosiy kattalik: absolyut va nisbiy namlik bilan xarakterlanadi.

Havoning hajm birligidagi suv bug`i massasi absolyut namlik deb ataladi va f bilan belgilanadi. Amalda absolyut namlik kub metrga to`g`ri keladigan grammalar soni (g/m^3) bilan ifodalanadi. Meteorologiyada absolyut namlik havo tarkibida bo`lgan va *mm. sim. ust.* da yoki Paskalda ifodalanaib, suv bug`ining partsial bosimi P bilan xarakterlanadi (boshqa gazlarni hisobga olmaganda suv bug`ining o`zini beradigan bosimiga *partsial bosim* deyiladi). Bu kattaliklar orasida son jihatidan quyidagi munosabat bo`ladi:

$$f = \frac{289,4}{273+t} P,$$

bu erda t — havo temperaturasi. $t=15\div 18^\circ\text{C}$ bo`lganda f va P kattaliklar son jihatidan bir-biriga qariyb to`g`ri keladi.

Berilgan temperaturada $1m^3$ havoni to`yintiruvchi suv bug`ining gramm hisobidagi massasi yoki, tegishlicha, ayni temperaturada to`yingan bug`ning partsial bosimi P_m maksimal namlik deb ataladi va f_m bilan belgilanadi.

1 m³ havoni to'yintiruvchi suv bug'ining gramm hisobidagi massasi va, tegishli, bir qadar temperaturalarda bug'ning partsiyal bosimi quyidagi jadvalda keltirilgan.

Tempe ra-tura, °C	Zichlik, g/sm ³	Bosim, mm.sim.ust.	Tempe ra-tura, °C	Zichlik, g/sm ³	Bosim, mm.sim.ust.
10	9, 4	9, 21	16	13, 6	13, 63
11	10, 0	9, 84	17	14, 5	14, 53
12	10, 7	10, 52	18.	15, 4	15, 48
13	11, 4	11, 23	19	16, 3	16, 48
14	12, 1	11, 79	20	17, 3	17, 54
15	12, 8	12, 79			

Nisbiy namlik absolyut namlik f ning maksimal namlik f_m ga nisbati bilan o'lanadi va odatda, protsent bilan ifodalanadi:

$$D = \frac{f}{f_m} \cdot 100\%$$

Yoki partsiyal bosim orqali $D = \frac{P}{P_m} \cdot 100\%$ bo'ladi.

Nisbiy namlik D ayni sharoitda havoning namligi (absolyut namligi) xuddi o'sha temperaturadagi maksimal namligiga qanchalik yaqin kelishini bildiradi. Nisbiy namlik havoning suv bug'iga to'yinish darajasini ko'rsatadi deb aytish mumkin. Atrofdagi havoning nisbiy namligi qanchalik kichik bo'lsa, ayni sharoitda suv shunchalik tez bug'lanadi va aksincha, atrofdagi havoning nisbiy namligi qanchalik katta bo'lsa, ayni sharoitda suv shunchalik sekin bug'lanadi.

Havoning namligi organizmning hayot faoliyati uchun katta ahamiyatga ega, chunki u atrofdagi muhitga issiqlik berilishini ko'p daraja taqozo qiladi. Bunda havoning absolyut namligi ham, nisbiy namligi ham ahamiyatga ega bo'lishi mumkin. Masalan, teri sirtidan suvning bug'lanishi havoning nisbiy namligiga bog'liq bo'ladi; o'pkaning suvni bug'latishini ko'rib chiqishda havoning absolyut namligini hisobga olish kerak,

chunki o`pkadan 30°C chamasi temperaturada bug`ga butunlay deyarli to`yingan havo chiqariladi. O`pkada havoning to`yinishi uchun zarur bo`lgan havo miqdori, aftidan, nafas olganda kiradigan xavoning absolyut namligiga bog`liq bo`ladi. Nisbiy namligi 40% dan 60% gacha bo`lgan atmosfera odam hayoti uchun normal hisoblanadi. Havoning absolyut namligini ham, nisbiy namligini ham bilish uchun bu kattaliklardan faqat birini aniqlashning o`zi kifoya, chunki havoning ikkinchi kattalikka o`tish uchun zarur bo`lgan maksimal namligi berilgan temperaturaga qarab yuqorida keltirilgan jadvaldyan topiladi.

Havoning namligi uchun *shudring nuqtasi* deb ataladigan temperatura ham muhimdir. *Havo tarkibidagi bug` to`yingan holatga erishadigan temperatura* yoki, boshqacha aytganda, havoning maksimal namligi ayni sharoitda absolyut namligiga son jihatidan teng bo`ladigan temperatura ***shudring nuqtasi*** deb ataladi. Temperatura shudring nuqtasidan pasaygan bug` kondensatlana boshlaydi.

O`zining suyuqligi bilan dinamik muvozanatda bo`lgan bug`ga to`yingan bug` deyiladi. To`yinmagan bug`da esa suyuqlik miqdori bug`ga nisbatan katta bo`ladi.

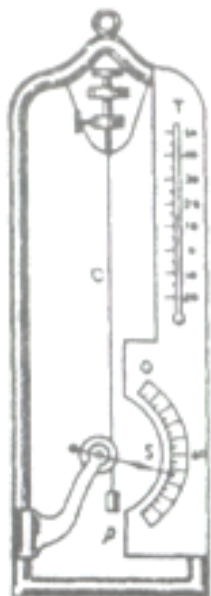
To`yinmagan bug`ni o`zgarmas bosimda sovutish natijasida to`yingan bug` hosil bo`ladi. To`yingan bug`ga o`tish va kondensatsiya boshlanish nuqtasidagi suv bug`ining temperaturasi shudring nuqtasi deyiladi.

Shuni ta`kidlab o`tamizki, atmosferada biror mayda zarrachalar yoki elektr zaryadlari (chang zarrachalari, elektronlar, gaz ionlari va shu kabilar) bo`lsa, bug`ning kondensatlanishi osonlashadi. Bu zarrachalarga suv molekullari o`tiradi va juda mayda tuman tomchilari hosil bo`ladi. Absolyut toza havoda bug`ning kondensatlanishi qiyinlashadi, bunda temperatura shudring nuqtasidan ancha past bo`lgandagina bug` kondensatlanishi mumkin.

Namlikni aniqlash usullari.

Namlikni aniqlashning bir necha hil usullari mavjud bo`lib, quyida ular hqida berilgan:

1. Havoning absolyut namligi shu havodagi bug'ni yuttirish va uning massasini o'lchash yo'li bilan bevosita aniqlanishi mumkin. Buning uchun muayyan hajmi yuqori gigroskopik modda, masalan kalsiy xlorid bilan to'ldirilgan U simon naylar sistemasi N orqali so'riladi. Bu maqsad uchun ma'lum hajmli butyl B dan foydalanish qulay, butyl

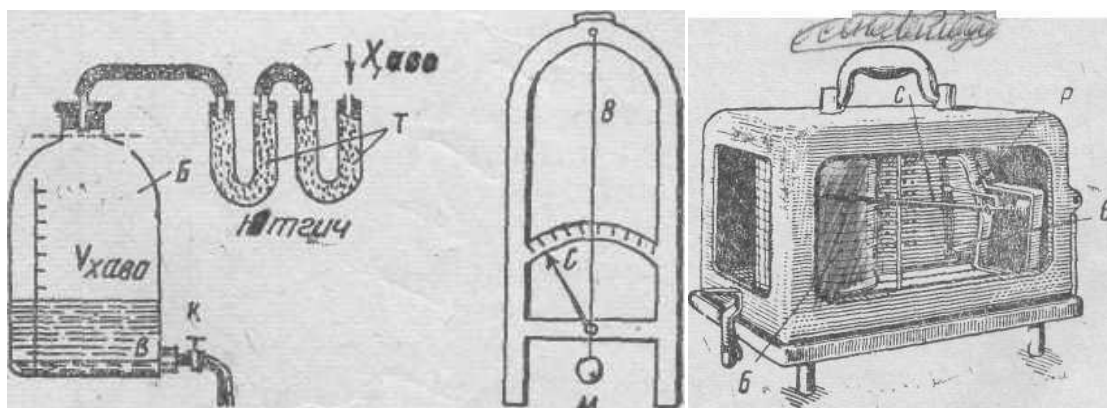


B oldindan suv bilan to'ldirilib olinadi, so'ngra suv kran K orqali chiqariladi va uning o'rniga havo so'riladi. Naylar tajribadan oldin va tajriba o'tkazilgandan keyin tortib ko'rib, moddaga shimilgan bug' massasi va demak, havoning ayni hajmidagi bug' massasi aniqlanadi.

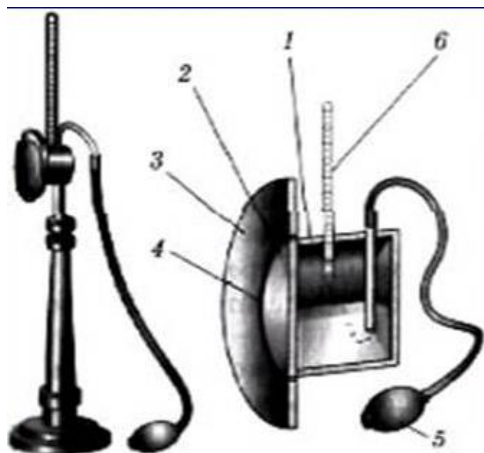
2. Havoning namligi gigrometr va psixrometr degan asboblar yordami bilan ham aniqlanishi mumkin.

Eng oddiy tuzilgani qilli (soch) gigrometridir (111-rasm). Bu asbob yog'sizlantirilgan qillar tutami S dan iborat. Qillar gigroskopik bo'ladi: qilning qobig'ida mikroskopik bo'shliqlar bo'lib, bu bo'shliqlarga namlik adsorbsiyalanadi. Bunda qil ma'lum kattalikka uzayadi, qilning uzayish kattaligi esa atrofdagi havoning nisbiy namligiga bog'liq bo'ladi. Qillar tutami uzunligining o'zgarishi blok orqali asbobning C strelkasiga beriladi. Asbob tajriba asosida darajalarga bo'linadi.

Gigrograf ham ana shu prinspsda tuzilgan. Gigrograf xonadagi havo nisbiy namligining o'zgarishi egri chizig'ini harakatlantirib turuvchi lentaga uzluksiz ravishda yozib boruvchi asbobdir (112-rasm). 112-rasmdagi belgilar quyidagilarni ko'rsatadi: S-qillar tutami, R-richag, S-strelka, M-soat mexanizmlni baraban.



3. Havoning absolyut namligini kondesatsion gigrometr yordami bilan aniqlash



mumkin, bu asbob yordamida havoning ayni namligida shudring nuqtasi topiladi. Kondetsatsion gigrometr (113-rasm) 1. Metal quticha (rezervuar), 2. yaltiratilgan devor, 3. Silliqlangan halqa, 4.issiqlikdan himoyalovchi qatlam, 5. Noksimon rezina va 6.Termometrdan iborat bo'lib, rezervuarga termometr

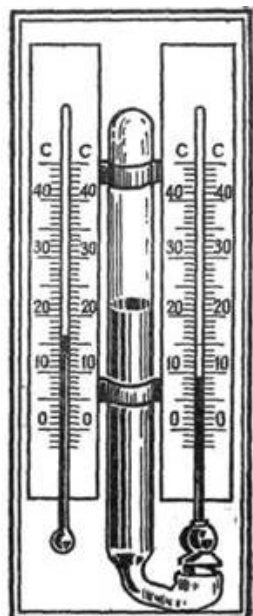
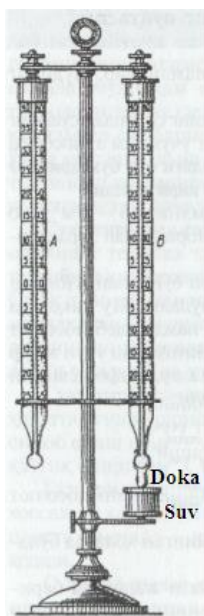
joylashtiriladi va ozroq miqdor efir quyiladi. Noksimon rezina yordamida efir orqali havo oqimi o'tkaziladi. Efir bug'lanadi, natijada rezervuar dvorlarining temperaturasi pasayadi. Shudring nuqtasiga erishilgandan keyin rezervuarning oldingi devorida havodagi bug' kondensatsiyalanadi (rezurvar devoir terlaydi). Tegishli temperatura termometrga qarab aniqlanadi. Ana shu temperaturaga to'g'ri keladigan maksimal namlik berilgan jadvaldan topiladi, maksimal namlik ayni holda atrofdagi havoning absolyut namligiga son jihatdan teng.

Quruq termometrning ko'rsatishi, °C	Nam termometrning ko'rsatishi, °C hisobida												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	
15	2	1	1	0	0	00							
16	6	4	2	1	1	0	00						
17	9	7	5	4	2	1	0	00					
18	4	1	9	6	5	3	2	1	00				
19		5	3	0	8	5	4	2	1	00			
20			7	4	2	9	6	4	3	1	00		
21				9	6	3	0	7	5	3	1	00	
22					0	7	4	1	8	6	4	1	
23						2	8	5	2	9	6	4	
24							3	9	6	3	0	7	

4. Havoning namligini aniqlash uchun eng ko'p tarqalgan asbob Avgust psixrometridir. Bu asbob bir xil ikkita A va B termometrdan iborat; bu termometrlardan

birining rezervuari gigroskopik to'qima bilan o'ralgan, to'qimaning bir uchi esa suvli idish R ga tushirilgan. To'qima kapilliyar bo'lgani uchun suv to'qima bo'ylab ko'tariladi va termometr sharchasining sirtida bug'lanib, uni sovutadi. Nam termometrning ko'rsatishlari quruq termometrnikiga qaraganda pasayadi. Termometrning rezervuarida suvning bug'lanish tezligi qancha katta bo'lsa, bu pasayish ham shuncha kuchli bo'ladi. Bug'lanish tezligi asosan atrofdagi havo namligining to'yinishdan qanchalik uzoq ekanligiga bog'liq, ya'ni atrofdagi havoning nisbiy namligi qanchalik past bo'lsa, bug'lanish tezligi shunchalik yuqori bo'ladi. Bug'lanish tezligi asbob oldida havoning harakatlanish tezligiga, suvning temperaturasiga va barometrik bosimiga ham bog'liq.

Bu faktorning hammasi Ren'oning psixrometrik formulasida hisobga olinadi, bu



formuladan foydalanib, asbob atrofdagi havoda bo'lgan bug'larning partsiyal bosimini, ya'ni havoning absolyut namligini aniqlash mumkin:

$$P = P_n - k \cdot (t - t') \cdot H$$

bu yerda P_n – nam termometrning temperaturasi t' bo'lganda, to'yingan bug'ning elastikligi (ilovadagi 6-jadvaldan olinadi), k (ayrim manbalarda α deb berilgan) – havoning harakat tezligiga bog'liq bo'lgan psixrometrik koeffitsent (havosi nisbatan harakatsiz kichik xonalar uchun

$k=0,0013$, havosi ozroq harakatlanib turadigan katta xonalar uchun $k=0,001$), t – quruq termometrning temperaturasi, H – barometrik bosim.

Psixrometr yordamida, odatda birdaniga nisbiy namlik topiladi, bunday namlik, maxsus hisoblab qo'yilgan psixrometrik jadvaldan foydalanib, quruq van am termometrlarning ko'rsatishlarini bir-biriga taqqoslash yo'li bilan topiladi. Psixrometrik jadval quyida keltirilgan.

Bu amaliy ishda namlik Assman psixrometri bilan topiladi. Assman asbobi 2 ta nikellangan naydan iborat bo'lib, nayning ichiga joylashtirilgan termometrlarni tashqi nurlanish energiyasi ta'sirida isitishdan saqlaydi.

Termometrlardan biri quruq boʻlib, u atrofdagi havo temperaturasini oʻlchaydi. Ikkinchisining sharchasi namlangan yupqa batist bilan oʻralgan. Hoʻl batistli termometr joylashgan nayda havo oqimi hosil qilinsa, batistni bugʻlanish tezligi ortadi. Havo qanchalik quruq boʻlsa, batist shunchalik koʻp bugʻlanadi. Maʼlum tezlikdagi havoni termometrغا yuborilganda, atmosferadagi havo qanchalik quruq boʻlsa, termometrda nam batist shuncha koʻp bugʻlanadi. Bugʻlanish bilan birga batist soviydi. Bunda hoʻllangan termometrning koʻrsatishi ham pasayadi. Suvni bugʻlatish uchun ketgan energiya atrofdagi havodan termometr sharchasiga keluvchi issiqlik miqdoriga teng boʻlib qolganda termometrni pasayishi toʻxtaydi. Bugʻlanish rejimi barqaror boʻlganda hoʻl termometrning koʻrsatishi qaror topadi, oʻsha vaqtda tashqaridan kelayotgan Q_1 issiqlik miqdori termometr sirtidan suvning bugʻlanishiga ketadigan issiqlik miqdori Q_2 ga teng boʻladi. $Q_1=Q_2$

Nyuton qonuniga asosan:

$Q_1=BCS(t_1-t_0)$, bunda

B – havoning xarakat tezligi funktsiyasi.

C – suvning solishtirma issiqlik sigʻimi.

S – hoʻllangan termometr sharchasining sirt yuzasi.

t_1 - quruq, t_0 – esa hoʻl termometrlarning temperaturasi.

Sarflangan issiqlik miqdori Q_2 havoni toʻyintiruvchi suv bugʻining elastikligi – E ga, absolyut namlik – l ga, bugʻning solishtirma issiqligi – σ ga, atmosfera bosimi H termometr sharchasining yuzasi – S larga bogʻliq, yaʼni:

$$Q_2 = \frac{AS\sigma(E-l)}{H}$$

$Q_1=Q_2$ boʻlgani uchun

$$BCS(t_1-t_0)=\frac{AS\sigma(E-l)}{H} \text{ bundan}$$

$$E-l=\frac{BC}{A\sigma}(t_1-t_0)H$$

Bunda $\alpha = \frac{B \cdot C}{A \cdot \sigma}$ psixrometr doimiysi deladi. Formulaning umumiy koʻrinishi quydagicha oʻzgaradi :

$$l = E - \alpha(t_1 - t_0)H \quad (2)$$

(2) formula psixrometrik formula yoki **Renyu formulasi** deyiladi.

Natijalar olingandan so'ng (2) formuladan absolyut namlikni, $f = \frac{l}{E} \cdot 100\%$ formuladan nisbiy namlikni topamiz.

VAZIFALAR

I – QISM

1. Ho'1 termometr rezervuaridagi batistga suv tomizib ho'llang.
2. Kalitni asta burab ventilyatorni ishga tushiring.
3. 2-3 minutdan keyin quruq va ho'1 termometr ko'rsatishini yozing.
4. Tajribani 3 marta xonada, 3 marta yo'lakda bajaring va olingan natijalarni jadvalga yozing.
5. 4.Barometrdan, atmosfera bosimi – H ni yozib oling, α ; E larni amaliy ish uchun berilgan jadvaldan yozing.

	Termometr ko'rsatishi		m.sim. ust	m.sim.us t	, K ⁻¹	Nisbiy namlik		Absolyut namlik		Nisbiy xatolik	
	uruq	o'l				, mm.sim. ust	l, mm.sim. ust	f, %	f, % Δ	D, %	D, %
Xo											
	O'rtacha qiymat										
Yo											
	O'rtacha qiymat										

II – QISM

Olingan natijalar asosida hisoblashlarni bajaring:

$$D_l = \frac{\overline{\Delta l}}{l} \cdot 100\%; \quad \text{va} \quad D_f = \frac{\overline{\Delta f}}{f} \cdot 100\%.$$

I. Xonada

$$l_{haq} = (\bar{l} \pm \Delta \bar{l}) mm.sim.ust.$$

$$D_i =$$

$$D_{haq} = (\bar{f} \pm \Delta \bar{f})\%$$

$$D_f =$$

II. Yo'lakda

$$l_{haq.} = (\bar{l} \pm \Delta \bar{l}) mm.sim.ust.$$

$$D_i =$$

$$D_{haq} = (\bar{f} \pm \Delta \bar{f})\%$$

$$D_f =$$

Nazorat savollari

1. Havoning namligi deb nimaga aytiladi? Organizm hayotida namlikning ahamiyati.
2. Absolyut namlik deb nimaga aytiladi?
3. Nisbiy namlik deb nimaga aytiladi?
4. Shudring nuqtasi deb nimaga aytiladi?
5. Namlikni aniqlashning qanday usullarini bilasiz?
6. Gigrograf nima? U qanaqa tuzilgan. Uning ishlash printsiptini tushuntirib bering.
7. Assman psixrometri qanday tuzilgan?
8. Kondensatsion gigrometr qanday tuzilgan?
9. Ishchi formula (Renyu formulasi) ni keltirib chiqaring.

AMALIY ISH. Mavzu: Sirt taranglik koeffitsentini tomchi uzilish usuli bilan aniqlash

Ishdan maqsad: Sirt taranglik koeffitsentini tomchi uzilish usuli bilan aniqlashni o'rganish.

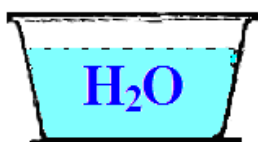
Kerakli asboblari: 1) byuretk, 2) distillangan suv solingan idishcha, 3) tekshiriladigan suyuqlik solingan idishcha, 4) texnik torozi, 5) tarozi toshlari, 6) termometr.

2)

5)



1)



3)



4)



6)



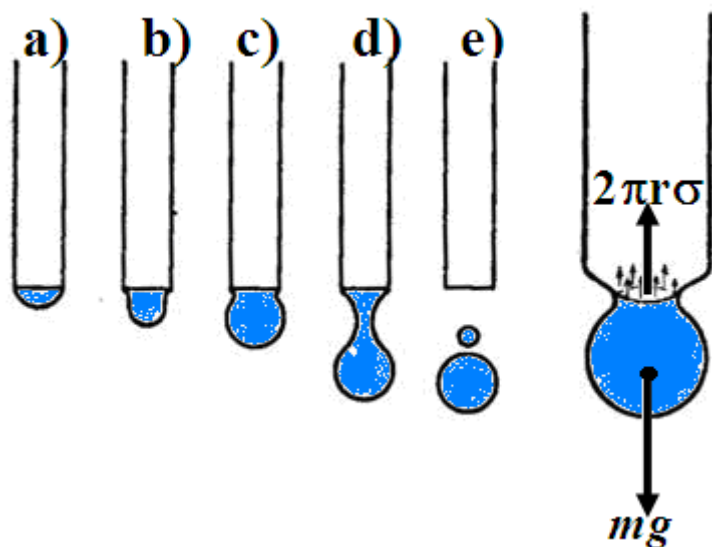
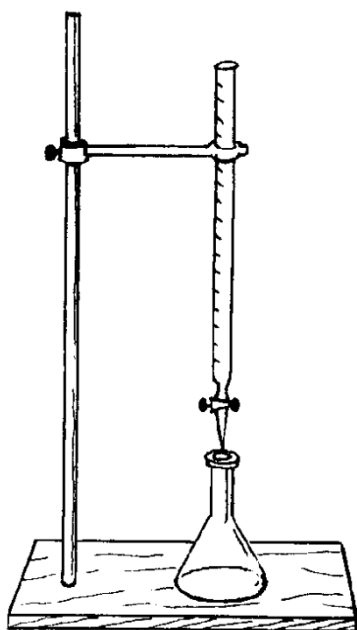
QISQACHA NAZARIYA

Sirtni chegaralab turuvchi konturning birlik uzunligiga ta'sir etuvchi sirt taranglik kuchiga sirt taranglik koeffitsenti deyiladi:

$$\sigma = \frac{F}{l}; \text{ birligi SI sistemasida } \left[\frac{N}{m} \right];$$

Bunda F – sirt taranglik kuchi, l – sirtni chegaralab turuvchi konturning uzunligi. Bundan $F = \sigma \cdot l$. Sirt taranglik kuchi, suyuqlikning sirtidagi molekullarning quyi qatlamidagi molekullar bilan o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lib, sirtiga urinma bo'ylab yo'naladi, hamda sirtni qisqartirishga harakat qiladi.

Tibbiyot amaliyotida sirt taranglik ko'effitsentini aniqlash uchun tomchi uzilish usulidan foydalaniladi. Ingichka teshikdan yoki vertikal naydan suyuqlik sekin oqib tushayotganda tomchi hosil bo'ladi.



Tomchi uzilish paytida sirt taranglik kuchi F tomchining og'irlik kuchi $P_{og'}$ ga teng bo'ladi, ya'ni, $F=P_{og'}$. $F=2\pi r\sigma$ bo'lagi uchun $P_{og'}=2\pi r\sigma$, bunda:

r – tomchi bo'yinchasining radiusi

σ – sirt taranglik ko'effitsenti.

Agar ikki xil suyuqlik byuretkaga ketma-ket solinsa, u holda har bir suyuqlik tomchisi uchun quyidagi ifodani yozish mumkin.

$$P_0 = 2\pi r\sigma_0 - \text{distillangan suv uchun}$$

$P = 2\pi r \sigma$ - tekshiriluvchi suv uchun

Bu ifodalarni hadma- had bo'lib, quyidagini hosil qilamiz:

$\frac{P}{P_0} = \frac{2\pi r \sigma}{2\pi r \sigma_0}$, bunda bir hil hadlarni qisqartirib, $\frac{P}{P_0} = \frac{\sigma}{\sigma_0}$ ni hosil qilamiz va undan

$\sigma = \sigma_0 \frac{P}{P_0}$ ishchi formulani hosil qilamiz

Bu ishchi formulada σ va σ_0 mos ravishda tekshiriluvchi suyuqlik va distillangan suvning sirt taranglik koeffitsentlari. P_0 – bir tomchi suvning og'irligi.

P – bir tomchi suyuqlikning og'irligi.

σ_0 [N/m] ma'lum temperaturadagi suvning sirt taranglik koeffitsenti ilovada berilgan 13-jadvaldan olinadi.

VAZIFALAR:

1-QISM

1. Byuretkani tozalab yuving, unga distillangan suv quyung.
2. Texnik tarozini sozlab bo'sh idishning og'irligi " P_1 " ni o'lchang.
3. Distillangan suv tomchisining tushish tezligini shunday tanlab olish kerakki, tomchilar sonini sanash mumkin bo'lsin. Byuretkaga tagiga bo'sh idishni quyib, unga 100 tomchi suv tomizish kerak, ya'ni " n " ni sanash kerak.
4. " n " ta distillangan suv tomchisi solingan idish og'irligi P_2 ni o'lchang.
5. Distillangan suvning " n " tomchisining og'irligi $P_2 - P_1$ ni va bitta tomchisining og'irligi P_0 ni hisoblang:

$$P_0 = \frac{P_2 - P_1}{n}$$

6. Byuretkaga va idishdagi suvni to'kib quruq qilib artung.
7. Byuretkaga tekshirilayotgan suyuqlikni soling va idishga " n " ta tomchi tomizing. " n " ta tekshirilayotgan suyuqlik tomchisi solingan idish og'irligini P_3 deb belgilang.
8. Tekshirilayotgan suyuqlikning " n " ta tomchisining og'irligi $P_3 - P_1$ ni va bitta tomchisining og'irligi P ni hisoblang:

$$P = \frac{P_3 - P_1}{n}$$

9. Tekshirilayotgan suyuqlikning idishchadan va byuretkadan suyuqlik turgan idishga soling va ish joyingizni yig'ishtirib qo'ying.

10. Olingan natijalarni jadvalga kiriting.

Distillangan suv				Tekshirilayotgan suyuqlik			
P_1 (g)	P_2 (g)	P_0 (g)	$\sigma_0, 10^{-3}, \left(\frac{N}{m}\right)$	P_3 (g)	P (g)	$\sigma, 10^{-3}, \left(\frac{N}{m}\right)$	$D_{\sigma}, \%$

II – QISM

1. Tajriba o'tkazilayotganda xona temperaturasini termometrdan aniqlang va shu temperaturada suvning sirt taranglik koeffitsientini jadvaldan oling.

2. Ishchi formulaga asosan tekshirilayotgan suyuqlikning sirt taranglik koeffitsientini hisoblang.

3. Tajriba davomida qilingan xatoliklarni hisoblang:

Bir marta o'lchashning absolyut xatoligi.

$$E_p = E_{p_1} = E_{p_2} = E_{p_3} = 0,005 \text{ g}$$

(eng kichik tarozi toshining yarmi) ga teng.

4. Nisbiy xatolik D_{σ} ni hisoblash uchun quyidagi formulalardan foydalanamiz:

$$D_p = \frac{E_{P_3} + E_{P_1}}{P_3 - P_1} \text{ va } D_{P_0} = \frac{E_{P_2} + E_{P_1}}{P_2 - P_1};$$

$$D_{\sigma} = D_p + D_{P_0}$$

5. $\Delta\sigma$ ni hisoblash uchun $\Delta\sigma = \sigma \cdot D_{\sigma}$ formuladan foydalaning.

6. Nisbiy xatolikni % da ifodalashda quyidagi amalni bajaring:

$$D_{\sigma} = (D_p + D_{P_0}) \cdot 100\%$$

7. O'lchangan kattaliklarning haqiqiy qiymatini quyidagi ko'rinishda yozing:

$$\sigma_{\text{haq}} = (\sigma \pm \Delta\sigma) \text{ N/m} \text{ va xulosa chiqaring}$$

Nazorat savollari

1. Sirt taranglik koeffitsenti deb nimaga aytiladi? Uning birliklari.
2. Sirt taranglik kuchining yuzaga kelish sabablari va uning kattaligi.
3. Temperatura o'zgarishi bilan sirt taranglik koeffitsenti qanday o'zgaradi?
4. Kapillyarlik hodisasi. Laplas va Jyuren formulalarini yozib, tushuntirib bering.
5. Ishchi formulani keltirib chiqaring.
6. Gaz emboliyasining fizikaviy asosi nimadan iborat?
7. Bu ishda xatoliklar qanday hisoblanadi?

AMALIY ISH. Mavzu: Termoelektrik hodisalar. Termistor. Termojuftni darajalash. Termojuft yordamida tana haroratini aniqlash

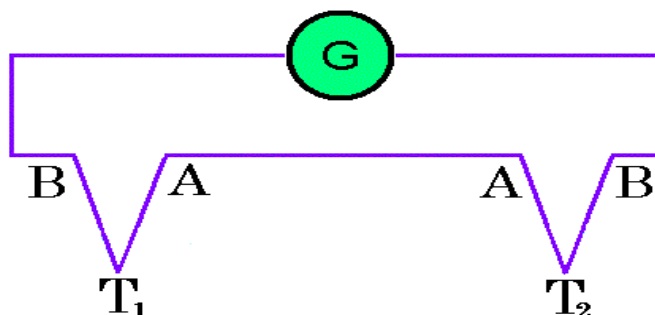
Ishdan maqsad: 1. Termojuftni darajalashni o'rganish va uning sezgirligini aniqlash. 2. Tana nuqtalarining temperaturasi termojuft yordamida aniqlash.

Kerakli asboblari: 1-Termoqurilma (suvli idishchalarga solingan 2 ta termojuft), 2-galvanometr, 3-termometr.



NAZARIY QISM.

Ikkita har xil metal oʻtkazgichlarni biriktirsak, ayrim elektronlar issiqlik harakati natijasida bir oʻtkazgichdan ikkinchisiga oʻtishi mumkin. Bunday harakat natijasida metall oʻtkazgichning biri musbat, ikkinchisi manfiy zaryadlanadi. Natijada hosil



boʻlgan potentsiallar ayirmasi ichki potentsiallar ayirmasi deyiladi. Agar ikki xil metallardan tuzilgan ketma- ket zanjirning ikki xil metall birikkan har xil joylarni T_1 va T_2 temperaturalarda tutsak, elektr yurutuvchi kuch (EYUK) hosil boʻladi, uni termoelektr yurutuvchi kuch deb ataymiz. Ikkita har xil metallarni bunday ulanishiga termojuft deyiladi.

Potentsiallar ayirmasi hosil boʻlishi quyidagi 2 ta sabablarga bogʻliq: 1 Har xil A va B (rasm-1) metallarda erkin elektronlar soni (n_a va n_b) har xil boʻladi.

$$n_a = n_0 e^{-\frac{E_1}{kT}} \quad n_b = n_0 e^{-\frac{E_2}{kT}}$$

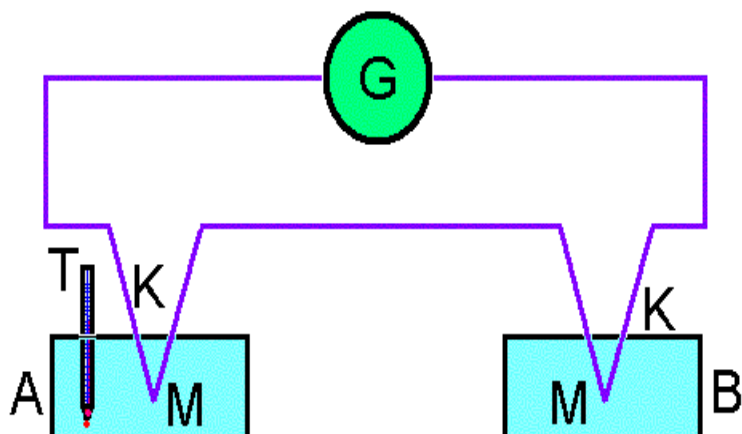
$$E = c(T_2 + T_1)$$

$$C = \frac{K}{e} \ln \frac{n_a}{n_b}$$

Termojuftda hosil boʻladigan EYUK- ikkala termojuftni temperaturalar arayirmasiga toʻgʻri proporsional boʻladi va quyidagicha ifodalanadi: Bu yerda K- Boltsman doimiysi, e- elektron zaryadi.

Termojuftlar temperaturalarini oʻlchashda, issiqlik energiyasini elektr energiyaga aylantirishda va temperaturalarni nazorat qilishda ishlatiladi. Termoelektr yurutuvchi kuchni kuchaytirish maqsadida bir nechta termojuft ketma- ket ulanadi va hamma termojuftlarning juftlari isitiladi toqlari sovitiladi. Bunday termojuftlar sistemasiga termoustun deyiladi va uni elektr yurutuvchi kuchi quyidagicha topiladi: $E_n = N \cdot E$, bu erda N- termojuftlar soni

ISHNI BAJARISH TARTIBI



1. Yuqoridagi sxema bo'yicha qurilmani yig'ing: M- termajuftning mis simi. K- termajuftning konstantan simi. A va B-suv uchun idishlar ichiga terma juft solinadi. T - galvanometr. T-termometr.

2. A va B idishga suv soling (idishni yarimigacha) va ichiga termojuftlarni tushiring.

3. A idishga termometrni tushuring. Temperaturani o'lchang. Bu boshlang'ich t_0 temperatura bo'ladi.

4. Idishga suv temperaturasi 5-7 gradus ko'tarilgunga qadar A idishga issiq suv solinadi. Temperatura mo'ljalga etguncha kuting va qiymatini jadvalga yozib qo'ying. Temperaturaga mos galvanometr strelkasini ko'rsatgichini ham yozing.

5. Issiq suvni bir necha marta (5 marta) quyib har gal uning temperaturasi va galvanometr ko'rsatgichini o'lchang.

6. A va B idishlarda suv temperaturasining ayirmasi $(t-t_0)^{\circ}$ ni va termaqurilmaning sezgirligini hisoblang.

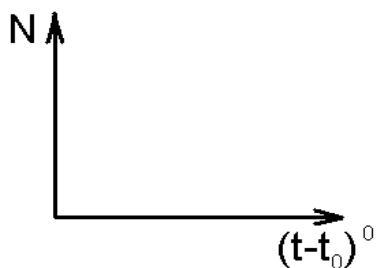
$$n = \frac{N}{(t-t_0)}$$

7. Termaqurilma sezgirligini o'rtacha qiymati n ni toping.

8. Natijalarni quyidagi jadvalga yozing

	A idish, $t_0, ^{\circ}\text{C}$	B idish, $t, ^{\circ}\text{C}$	$t - t_0$	N, bo'lim qiymat	$n, \frac{\text{bo'lim}}{^{\circ}\text{C}}$

9. N ni $(t-t_0)$ ga bog'liqlik grafigini chizing.



10. Tana nuqtalari temperaturasi o'chang. Buning uchun A idishdagi termoparaning payvandlangan uchini o'ng qo'lga so'ngra chap qo'lga qo'yib galvanometr ko'rsatkichini yozib boring.

$N_{o'ng\ qo'l}$, $N_{chap\ qo'l}$.

11. Shu ko'rsatkichlar asosida grafikdan o'ng va chap qo'l temperasini aniqlang.

12. Olingan natijalar quyidagi formulalar bo'yicha tekshiriladi

$$T_{o'ng}^0 = t_0^0 + \frac{N_{o'ngqo'l}}{\bar{n}}$$

$$T_{chap}^0 = t_0^0 + \frac{N_{chapqo'l}}{\bar{n}}$$

NAZORAT SAVOLLARI

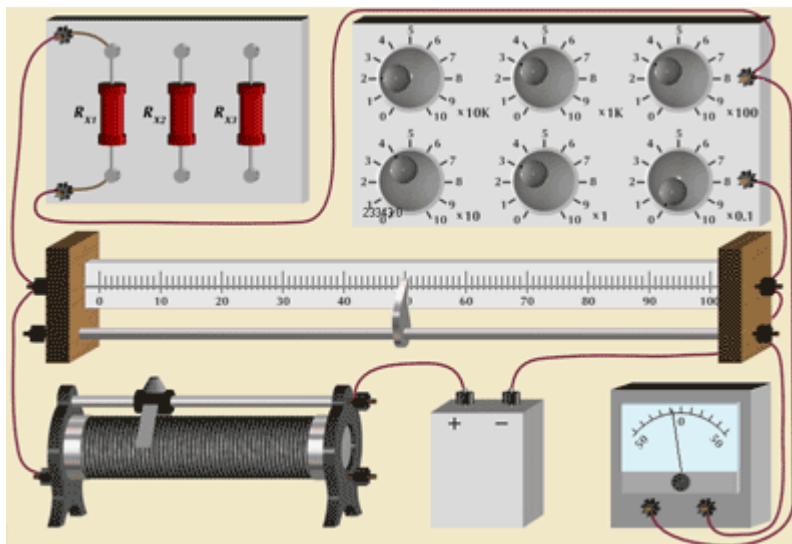
1. Termoelektr hodisasi nimaga asoslangan, termotok qanday hosil bo'ladi?
2. Tashqi va ichki kontakt potentsiallar farqi qanday sabablarga asoslangan?
3. Termojuft deb nimaga aytiladi?
4. Nima sababdan temperaturalar farqi bir xil bo'lganda har xil termjuftlar turli EYUKga ega bo'ladi?
5. Termoturilmalarni darajalash grafigi qanday ko'rinishga ega bo'ladi va bu grafik yordamida izlanayotgan temperatura qanday aniqlanadi? Grafiksiz izlanayotgan temperatura qanday aniqlanadi?
6. Qarshilik meditsina termometri nima? Bu termometr bilan temperaturani aniqlash nimaga asoslangan?
7. Yarim o'tkazgichlardagi termoelektrik hodisalar haqida nimalarni bilasiz?
 - a) yarim o'tkazgichli termojuft
 - b) Pel't'e hodisasi? Ular qaerda qo'llaniladi?

Тайёр эмас! Электр ва магнит майдон. Уларнинг тирик организмларга таъсири

LABORATORIYA ISHI № 5. Mavzu: To'qimalarning elektr o'tkazuvchanligi. Reografiyaning fizikaviy asoslari. Uitston ko'prigi yordamida noma'lum qarshilikni va qarshilikning termik koeffitsientini aniqlash

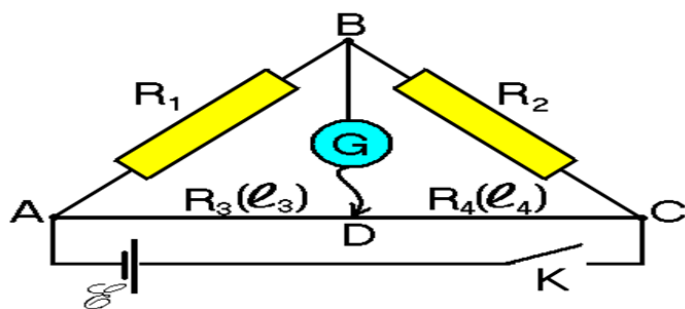
Ishdan maqsad: Noma'lum qarshilikni va qarshilikning termik koeffitsientini Uitston ko'prigi yordamida aniqlash.

Kerakli asboblار: Uitston ko'prigi, to'g'rilagich, 2 ta o'lchanadigan qarshiliklar, termometr, termoqarshilik.



NAZARIY QISM.

Amalda qarshilikni o'lchashning ko'prik sxemasidan keng ko'lamda foydalaniladi.



1-rasm

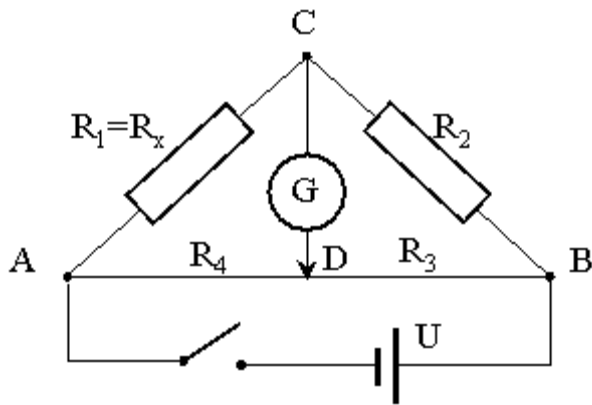


Рис. 2.

Uitston ko`prigining prinsipial sxemasi R_1 ; R_2 ; R_3 ; R_4 lardan iborat zanjir bo`lib u 2 ta parallel tarmoq bilan ulangan (1-rasm). A va C nuqtalarga tok manbai ε ulangan, B va D nuqtalar galvanometr orqali birlashgan. BD ko`prik qismi bo`lib hisoblannadi. B va D nuqtalarning potentsiali teng bo`lsa, galvanometrdan tok o`tmaydi va quyidagi tenglik bajariladi:

$$\begin{aligned} \phi_a - \phi_B &= \phi_A - \phi_D \\ \phi_b - \phi_c &= \phi_D - \phi_C \quad (1) \end{aligned}$$

Om qonuniga asosan potentsiallar ayirmasi yoki kuchlanish o`tkazgichdan o`tayotgan tok kuchi bilan shu o`tkazgich qarshiligining ko`paytmasiga teng : $U=JR$. BD qismdan tok o`tmasa, u holda ABC zanjirdan J_1 tok, ADC zaniirdan J_2 tok o`tadi.

U holda (1) tenglikni quyidagicha yozish mumkin:

$$I_1 R_1 = I_2 R_3 \quad ; \quad I_1 R_2 = I_2 R_4 \quad (2)$$

Ifodani hadma – had bo`lib quyidagini topamiz:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \quad (3)$$

Agar R_1 qarshilikning o`rniga, R_x - nomalum qarshilikni ulasak

$$\frac{R_x}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$\text{Bundan} \quad R_x = R_2 \cdot \frac{R_3}{R_4} \quad (4)$$

Suriladigan D kontakdan iborat boʻlgan ADC bir jinsli oʻtkazgichga reaxord deyiladi. Uning yelkalaridagi qarshilik quyidagicha ifodalanadi : $R_3 = \rho \cdot \frac{l_3}{S}$ va $R_4 = \rho \cdot \frac{l_4}{S}$ Oʻtkazgichlarni solishtirma qarshiligi - ρ va koʻndalang kesim yuzasi -S. Bu ifodalarni (4) formulaga qoʻyib birinchi ishchi formulani hosil qilamiz :

$$R_x = R_2 \cdot \frac{l_3}{l_4}$$

Oʻtkazgichlarni qarshiligi temperaturaga bogʻliq boʻladi. Birinchi tur oʻtkazgichlarga elektron oʻtkazuvchanlikka ega boʻlgan metallar kiradi. Ularda elektr tokini erkin elektronlar vujudga keltiradi. Agar I-tur oʻtkazgich biror qismiga potentsiallar ayirmasi berilsa, tartibsiz elektronlar xarakati oʻtkazgichga nisbatan tartibli koʻrinishga keladi. Metallarning musbat ionlari elektronlar harakatiga toʻsqinlik qiladi. Oʻtkazgichning temperaturasi oshishi bilan ionlarning issiqlik harakati intensivlashadi. Natijada qarshilik ortadi. II - turdagi oʻtkazgichlarga yarim oʻtkazgichlar, elektrolitlar va shu jumladan odam tanasi ham kiradi. Ionlarni issiqlik harakati elektronlardan farq qiladi va quyidagicha tashuntiriladi. Ion ma'lum vaqt muvozanat vaziyati atrofida tebranib turib erkin holatga oʻtishi mumkin, natijada ion jism ichida beqaror (erkin) holatda boʻladi va tok hosil qilishda ishtirok etadi. Temperatura ortishi bilan ionlarning tinch vaziyati atrofidagi tebranma harakati amplitudasi ortadi. «Oʻtroq hayoti» kamayib erkin holati ortadi, natijada harakatchanligi ortadi. Bu esa temperatura ortishi bilan II -turdagi utkazgichlarni oʻtkazuvchanligi ortishiga olib keladi.

Qarshilikni temperaturaga bogʻliqligi

$$R = R_0 (1 + \alpha \cdot t)$$

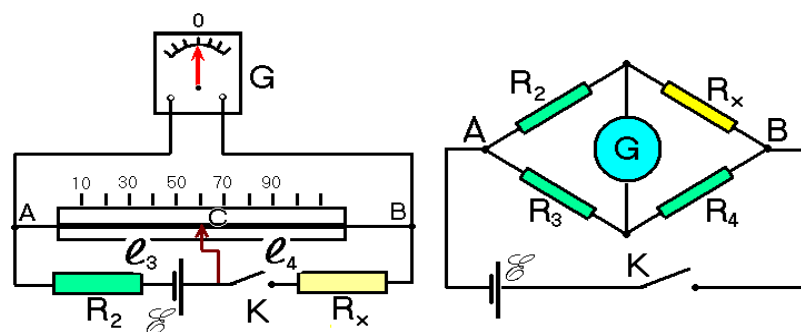
tenglama bilan ifodalanadi, bu erda R - berilgan temperaturadagi oʻtkazgich qarshiligi, R_0 - 0°C temperaturadagi qarshilik, α -qarshilikning termik koeffisienti, u I -turdagi oʻtkazgichlar metallar uchun $\alpha > 0$ boʻladi, II -turdagi oʻtkazgichlar elektrolitlar va yarim oʻtkazgichlar uchun $\alpha < 0$ boʻladi. Qarshilikning α -termik koeffisientini quyidagi formula bilan topiladi:

$$\alpha = \frac{R_{t_2} - R_{t_1}}{R_{t_1} * t_2 - R_{t_2} * t_1} \text{ grad}^{-1} \text{ (II ishchi formula)}$$

Reografiya - organizm to'qimalari qon bilan ta'minlashni tekshirishning qonsiz funksional usuli bo'lib, to'qimalardan o'zgarmas yoki o'zgaruvchan tok o'tganda elektr qarshilikni qayd qilishga asoslangandir.

«Reografiya» - termini tuqimalardagi qarshilikning o'zgarishini qayd qilish degan ma'noni bildiradi. Reograf asbobining asosini Uitson ko'prigi bo'yicha yig'ilgan elektr sxema tashkil qiladi.

I - variant.



2-rasm

Ishni bajarish tartibi:

1. Uitson ko'prigining bo'sh klemmasiga R_{x1} , no'malum qarshilikni ulab, qarshiliklar magazinidan R_2 qarshilikni 50 Om ga to'g'rilab qo'ying. ($R_2=50$ Om) Bu holda reoxord surgichi reoxordning o'rtasida bo'lsin.

2. K kalitni ulab reoxord surgichini AB qism bo'ylab harakatlantirib galvanometr strelkasini «0» ga keltiring (2-rasm).

3. 1_3 va 1_4 larning qiymatlarini I jadvalga yozing. I - ishchi formula yordamida R_{x1} ni hisoblab toping.

4. R_2 qarshilikni avvalgiday qoldirib R_{x1} o`rniga R_{x2} ni ulang. K kalitni ulab reoxord surgichini AB kesma bo`ylab harakatlantirib galvanometr strelkasini «0» ga keltiring (2-rasm). Ishchi formuladan R_{x2} ni hisoblab toping.

5. R_{x1} va R_{x2} ni ketma - ket ulab, qarshiliklar magazinini $R_2=100$ Om ga to`g`rilab qo`ying. K kalitni ulab reoxord surgichini AB qism bo`ylab harakatlantirib galvanometr strelkasini «0» ga keltiring. Natijani jadvalga yozing. Ishchi formula yordamida R_{k-k} hisoblang.

6. R_{x1} va R_{x2} ni parallel ulang, qarshiliklar magazinini $R_2=100$ Om ga to`g`rilab qo`ying. K kalitni ulab reoxord surgichini AB qism bo`ylab harakatlantirib galvanometr strelkasini «0» ga keltiring. Ishchi formula yordamida R_{par} hisoblab toping va 2-jadvalga yozing.

7. Sovuq suvga tushirilgan termoqarshilikni R_x o`rniga ulang, magazindan tegishli qarshilik $R_2 = 70$ Om to`grilaganda t_1 temperaturadagi R_{t1} qarshilikni o`lchang va 3 – jadvalga yozing.

8. Shu termoqarshilikni t_2 temperaturali issiq suvga solib R_{t2} ni o`lchang.

9. R_{t1} ; R_{t2} ; t_1 va t_2 ni son qiymatlarini 2- ishchi formulaga qo`yib qarshilikning termik koeffitsienti α ni hisoblang.

1-jadval

R_{t1} qarshilik $t_1 = \text{ } ^\circ\text{C}$			R_{t2} qarshilik $t_2 = \text{ } ^\circ\text{C}$		
R_{t1}	I_3/I_4	R_{t1}	R_{t2}	I_3/I_4	R_{t2}

2-jadval

R_{x1} , Om			R_{x2} , Om		
R_2	I_3/I_4	R_{x1}	R_2	I_3/I_4	R_{x2}

3-jadval

Ketma-ket ulangan zanjir	Parallel ulangan zanjir

R_2	I_3/I_4	R_{k-k}	R_2	I_3/I_4	R_{par}

2 – variant.

1. K kalitni ulab, P surgichni AB o`rtasiga 50 ga qo`yib, magazindagi qarshiligini burab galvanometrni «0» keltiring. $I_3/I_4=50/50=1$ bo`lib, natijaviy qarshilik R_x magazin qarshiligini ko`rsatkichiga teng bo`ladi.

2. O`tkazgichlarning qarshiliklarini o`lchashda 1-variant punktlar saqlanishi lozim.

NAZORAT SAVOLLARI

1. O`zgarmas tok zanjirining bir qismi uchun Om qonunining mohiyatini tushuntiring.

2. Uitston ko`prigi ishlash prinsipini va sxemasini tushuntiring.

3. Reografniq tibbiyotdagi ahamiyati.

4. Tibbiyot qarshilik termometri deb nimaga aytiladi?

5. Solishtirma qarshilik nima? Odam organizmi solishtirma qarshiligiga misollar keltiring.

6. I va II turdagi o`tkazgichlar nima? Solishtirma qarshilik temperaturaga qanday bog`liq?

7. O`tkazgichlar bir - biriga parallel va ketma-ket ulanganda umumiy qarshilik qanday topiladi? Formulalarini yozing.

Тайёр эмас! Биологик тўқималар ва суюқликларнинг ўзгармас токда электр ўтказувчилиги. Аэроионлар ва уларнинг даволаш-профилактик таъсири

AMALIY ISH. Mavzu: O`zgaruvchan tok. O`zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni. Impedans. Organizm to`qimalarining ekvivalent

elektrik sxemasi. O`zgaruvchan tok zanjirida g`altalning induktivligini va kondensatorning sig`imini aniqlash

Ishdan maqsad: 50 Hz chastotali o`zgaruvchan tok zanjirida L induktivlik va C sig`im larni aniqlashni o`rganish.

Kerakli asboblari: potentsiometr, voltmetr, ampermetr, induktivlik g`altagi, kondensator, simlar.

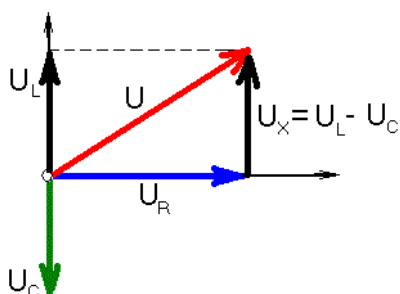
NAZARIY QISM.

Ketma-ket ulangan R- aktiv qarshilik, X_L -induktivlik qarshilik, X_C – sig`im qarshiliklaridan iborat bo`lgan zanjirga o`zgaruvchan U- kuchlanish beraylik. Bunday zanjirning toki - J umumiy bo`ladi, kuchlanish esa har xil uchastkalarda quyidagicha topiladi:

$$U_R = I \cdot R; U_L = I \cdot X_L; U_C = I \cdot X_C;$$

Kuchlanishlar U_L va U_C bilan tok orasida fazalar farqi bo`lganligi uchun, umumiy kuchlanishni topish uchun U_L va U_C kuchlanishlarning vektor yigindisini topish kerak. Kuchlanishlar U_L va U_C tok kuchi – I bilan fazalar ayirmasi $\pi/2$ ga teng, lekin bir-biriga qarama-qarshi fazada bo`lgani uchun: $U_x = U_L - U_C$ (odatda $U_L > U_C$) bo`ladi.

Kuchlanish U_R bilan I – tok bir xil fazada bo`ladi va U_x ga nisbatan $\pi/2$ ga kechikadi.



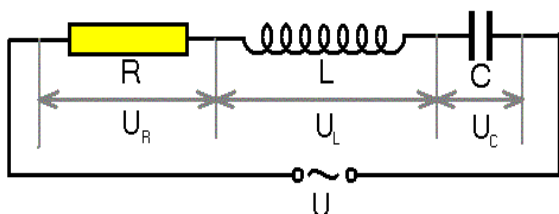
Unda umumiy kuchlanish U (2-rasm) to`g`ri burchakli uchburchakni gipotenuzasi bo`lganligi uchun quyidagicha topiladi:

$$U^2 = U_R^2 + U_x^2$$

$$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = I \cdot \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = I \cdot \sqrt{R^2 + \left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

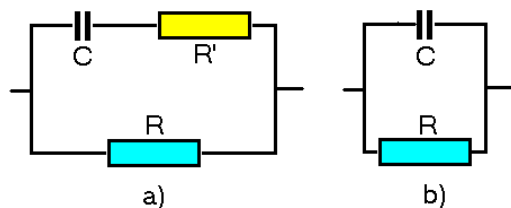
Bu erda $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ to`la qarshilik yoki zanjirning impedansi deyiladi, C- sig`im, ω -doiraviy chastota, L-induktivlik. Tenglama $I = \frac{U}{Z}$ o`zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni deyiladi.

Xuddi yuqoridagidek fikr yuritib aktiv, induktiv va sig`im qarshiliklarni parallel ulangandagi impedansini topishimiz mumkin.



$$\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}$$

Agar zanjirda $X_L = X_C$ ya'ni $\omega \cdot L = (1/\omega C)$ unda to'la qarshilik $Z = R$ bo'ladi. Demak, berilgan kuchlanishda, qarshilik kamaygani uchun tok keskin o'sadi. Bu hodisa elektr rezonansi deyiladi. Tirik to'qimalar sezilarli darajada induktivlikka ega emas, lekin sig'imga va aktiv qarshilikka ega. To'qimalarni ekvivalent elektr sxemasi 3-rasm (a,b) da keltirilgan.



3-rasm

3-rasm (a) - teri va teri osti to'qimalari uchun, bu holda to'la qarshilik $\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + \frac{1}{\sqrt{R'^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}}$

formula bilan topiladi. Rasm-3 (b) chuqurroq yotgan to'qimalar uchun, to'la qarshilik esa

$$Z = \frac{R}{\sqrt{1 + \left(\frac{R}{\omega \cdot C}\right)^2}}$$

formula bilan topiladi. To'qimalar impedansi fiziologik faktorlarga bog'liq bo'ladi. Ulardan eng asosiysi qon bilan to'lishiga bog'liqdir. Qon bilan to'lishiga bog'liqligini o'rganish usuli impedansni o'lchashga asoslangan reografiya deyiladi.

TAJRIBA QISMI.

Agar zanjir R-aktiv va X_L -induktivlik qarshiliklardan iborat bo'lsa, unda impedans quyidagicha ifodalanadi:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Bundan

$$X_L^2 = Z^2 - R^2 \Rightarrow X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

bo'lgani uchun

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega}$$

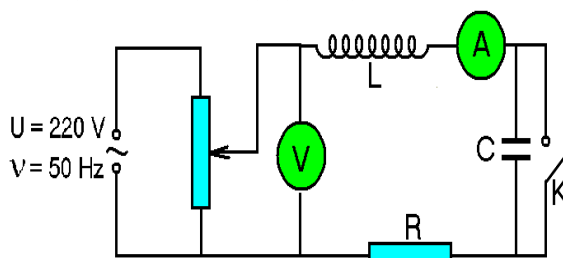
bu formula g'altak induktivligini hisoblash formulasidir. Agar zanjir R-aktiv, X_L Induktivlik, X_C - sig'im qarshiliklaridan iborat bo'lsa :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad X_C = X_L \pm \sqrt{Z^2 - R^2}$$

$$\text{yoki } X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \text{ bo'lganligi uchun } C = \frac{1}{\omega \cdot X_C}$$

$$C = \frac{1}{\omega \cdot (X_L \pm \sqrt{Z^2 - R^2})} = \frac{1}{\omega \cdot (\omega \cdot L \pm \sqrt{Z^2 - R^2})}$$

bu formula kondensator sig`imini aniqlash formulasi bo`lib hisoblanadi. Induktivlik va sigimni aniqlash uchun prinsipial sxema quyidagi rasmda keltirilgan.



Ishni bajarish tartibi ikki qismdan iborat:

I. G'altakning induktivligi L ni aniqlash.

1. Kalit K ni ulash bilan sig`im C ni uzib qo`yiladi, so`ngra sxemani tok manbaiga ulanadi.

2. Potentsiometrning surgichini burib zanjirga 60,80,100 V kuchlanishlar beramiz va ularga mos kelgan toklarni qiymatini ampermetrdan 1 jadvalga yozib olamiz.

3. Zanjirning to`la qarshiligi ya'ni impedansini $Z = U/I$ formula yordamida topamiz

4. Zanjirni aktiv qarshiligi $R = 12 \text{ Om}$ va $\omega = 2\pi v = 2 * 3.14 * 50 = 314 \text{ Hz}$ larni bilgan holda zanjirning induktivligini $L = \frac{\sqrt{Z^2 - R^2}}{\omega}$ formula yordamida topamiz.

$$D_L = \frac{\Delta \bar{L}}{\bar{L}} \cdot 100\%$$

5. Topilgan natijalarni 1-jadvalga kiritamiz, shuningdek L; ΔL , D_L ni hisoblang.

1 jadval.

	U, V	I, A	R, Om	Z, Om	L, Gn	ΔL , Gn	D_L , %
O`rtacha qiymati							

Topilgan induktivlikning haqiqiy qiymatini va nisbiy xatoligini quyidagi kurinishda yozib quyamiz.

$$L_{\text{haq.}} = (L \pm \Delta L) ;$$

II. Kondensator sig`imi C ni aniqlash.

1. Kalit K-ni uzib qo`yamiz natijada sxema R,L.va C lardan iborat bo`ladi.

- Potensiometrni surgichini surib zanjiriga 50,70,90 B kuchlanishlar beramiz va ularga mos kelgan toklarning qiymatlarini jadval 2 ga yozib olamiz.
- Zanjirni to`la qarshiligi $Z = U/I$ formuladan topiladi.
- Zanjirdagi R,L va ω larni bilgan holda C-ni topamiz.

$$C = \frac{1}{\omega \cdot (\omega \cdot L \pm \sqrt{Z^2 - R^2})}$$

- Topilgan natijalarni 2-jadval ga kiritamiz va ΔC ; $\Delta C / C$ ni hisoblaymiz.

$$D_c = \frac{\Delta \bar{C}}{\bar{C}} \cdot 100\%$$

2-jadval

	U, V	I, A	R, Om	Z, Om	C,1 10^{-6} F	ΔC , 10^{-6} F	D_c , %
O`rtacha qiymati							

- Topilgan sig`imni haqiqiy qiymatini va nisbiy xatoligini quyidagi ko`rinishida yozib qo`yamiz:

$$C_{\text{haq.}} = (C \pm \Delta C) 10^{-6} \text{ F}$$

Nazorat savollari

- O`zgaruvchan tok deb nimaga aytiladi va uni xarakterlovchi formulalarni yozib bering.
- Induktivlik deb nimaga aytiladi va uni SI sistemasidagi birligi.
- Induktivlik zanjirida tok bilan kuchlanish orasida fazalar farqini kursatib bering.
- Kondensatorning sig`imi deb nimaga aytiladi va uni birligi.Yassi kondensatorning sig`imi formulasini yozib bering. Ketma-ket va parallel ulangan sig`imlar formulasini yozing.
- Sigim zanjirida tok bilan kuchlanish orasidagi fazalar farqini kursatib bering.
- Induktivlik va sigim qarshiligi deb nimaga aytiladi. O`zgaruvchan tok zanjirining to`la qarshiligi nimaga teng.
- O`zgaruvchan tok zanjiri uchun Om qonuni.
- To`qimalar uchun ekvivalent sxema va tuqimalar impedansi tenglamasini yozib bering.
- O`zgaruvchan tok zanjirida rezonansni tushuntirib bering.

Оптика. Линзанинг фокус масофаси ва оптик кучини аниқлаш.

AMALIY ISH № 17

MAVZU: OPTIKA. LINZANING FOKUS MASOFASINI VA OPTIK KUCHINI ANIQLASH.

Ishning maqsadi: Geometrik optika qonunlarini o`rganish. Yig`uvchi linzaning bosh fokus masofasi va optik kuchini aniqlash.

Kerakli asboblari: optik skam'ya, yig`uvchi linza, predmet, ekran, yoritgich.

NAZARIY QISM.

Yorug`lik – 400nm. dan 700nm. gacha to`lqin uzunligi diapazonidagi elektromagnit nurlanishdir ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$). Yorug`lik elektromagnit spektrining ozgina qismini tashkil etishiga qaramay, u fizika va biologiyada ko`p tadqiqotlarga sabab bo`lgan. Yorug`likning ahamiyati uning tirik sistemalardagi roliga bog`liq. Quyosh elektromagnit nurlanishining Erga etib keluvchi aksariyat qismi spektrning shu sohasida joylashgan bo`lib, evolyutsiya davomida tabiat va inson yorug`likni har xil maqsadlarda qo`llagan. Fotosintez jarayonida o`simliklar yorug`likni uglerod dioksidini va suvni tirik organizmlar uchun qurilish materiallari sifatida ishlatiluvchi organik materiallarga aylantirish maqsadida qo`llaydilar. Evolyutsiya natijasida jonivorlar atrof- muhit haqida ma`lumot beruvchi yorug`likka sezgir bo`lgan organlarga ega bo`ldilar. Ba`zi bakteriya va qumursqalar kimyoviy reaksiyalar natijasida o`zlari yorug`lik tarqatish xususiyatiga egadirlar.

Yorug`lik haqidagi nazariya bo`lgan optika fizikaning eng qadimgi bo`limlaridan hisoblanadi. Ushbu bo`limda mikroskop, teleskop, ko`z, pigmentlar, illyuminatsiya, spektroskopiya va lazerlar kabi mavzular mavjud bo`lib, ularning har biri tabiiy fanlarda qo`llaniladi.

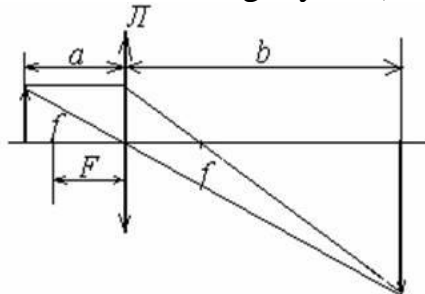
Kuzning fokuslanishi ko`z gavharining qalinligi va egriligini o`zgartirish qobiliyatiga ega bo`lgan kiprik mushagi bilan ta`minlanadi. Ushbu fokuslovchi jarayon *akkomodatsiya* deb ataladi. Kiprik mushagi bo`shashgan vaqtda ko`z gavhari tekis bo`lib, ko`zning fokuslovchi kuchi minimal bo`ladi. Bunday sharoitda yorug`likning parallel dastasi to`rpardada fokuslangan bo`ladi. Uzoqdagi ob`ektlardan keluvchi yorug`lik deyarli parallel bo`lgani sababli bo`shashgan ko`z uzoqdagi ob`ektlarni ko`rishga fokuslangan bo`ladi. Bu masofa deganda 6m. va undan uzoqroqni nazarda tutiladi.

Yaqinroq ob`ektlarni ko`rish kattaroq fokuslovchi kuchni talab qiladi. Yaqin masofada joylashgan ob`ektlardan tarqalayotgan yorug`lik ko`zga kirayotganida tarqaladi; shuning uchun u to`rpardada tasvir hosil qilishi uchun ko`proq kuch bilan yo`naltirilgan bo`lishi lozim. Lekin gavharning fokuslash kuchining chegarasi bor. Siliar mushakning maksimal qisqarishida katta navqiron odamning ko`zi o`zidan 15 sm. masofada joylashgan ob`ektlarda fokuslanishi mumkin. Yaqinroqda joylashgan ob`ektlar xira ko`rinadi. Aniq fokuslashning minimal masofasi *akkomodatsiyaning yaqin nuqtasi* deb ataladi.

Ko`z gavharining fokuslash diapazoni yosh o`tishi bilan kamayadi. 10 yoshli bola uchun yaqin nuqta 7sm. ni tashkil etadi, lekin 40 yoshlarga kelib yaqin nuqta 22

sm. ga suriladi. 60 yoshda yaqin nuqta taxminan 100 sm. ga suriladi. Ko`z akkomodatsiyasining yosh o`tishi bilan bunday o`zgarishi uzoqdan ko`rish (presbiopiya) deb ataladi.

Ingichka yig`uvchi linzani L , predmetdan linzaning optik markazigacha bo`lgan masofani a , tasvirdan linzaning optik markazigacha bo`lgan masofani b , va linzaning bosh fokus masofasini F deb belgilaymiz(1-rasm).



1-RASM

a , b va F kattaliklari o`rtasida quyidagi munosabat mavjud bo`lib, u linza formulasi deb ataladi:

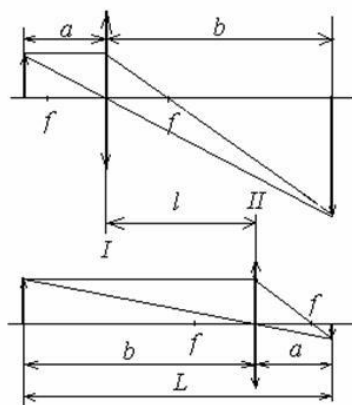
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad (1)$$

Linza forulasidan linzaning bosh fokus masofasi uchun quyidagi munosabat kelib chiqadi:

$$F = \frac{a \cdot b}{a + b} \quad (2)$$

Shunday qilib, F kattaligi a va b larni o`lchash orqali topilishi mumkin. Shuni ta`kidlash lozimki, a va b larni yuqori aniqlik bilan topish umumiy holatda linzaning optik markazi uning simmetriya markazi bilan mos kelmasligi sababli ancha mushkuldir. Quyida ko`rsatilgan usul F ni aniqroq topishga imkon beradi.

Agar predmet va ekran orasidagi L masofa linzaning bosh fokus masofasi F dan 4 marotaba katta bo`lsa, linzani predmet va ekran orasida surib predmetning ekrandagi tasvirini ikki marotaba olish mumkin. Bir marta tasvir kattalashgan, ikkinchi marta tasvir kichiktirilgan bo`ladi.



2-RASM

Birinchi holatdagi predmetdan optik markazgacha bo`lgan masofa va ikkinchi holatdagi linzaning optik markazidan tasvirgacha bo`lgan masofa bir xil bo`lishi ko`rinib turibdi. Ularni a deb belgilaymiz.

Rasmdan ko`rinib turibdiki,

$$a + b = L, \quad b - a = l$$

Bu erda l - birinchi va ikkinchi holati orasidagi masofa.

Bu munosabatlarni qo`shib ayirsak, quyidagi ifodani olamiz:

$$a = \frac{L - l}{2} \quad b = \frac{L + l}{2}$$

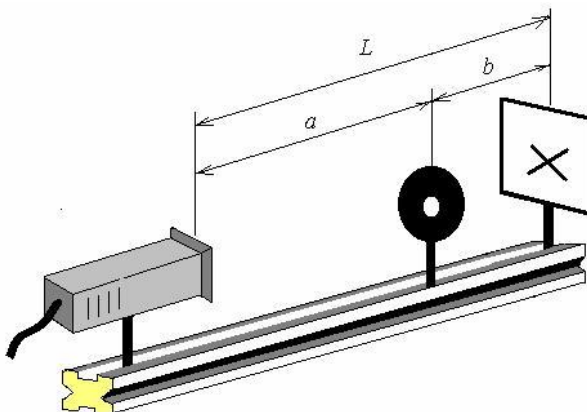
Bu kattaliklarni (2) formulaga qo`ib, quyidagiga erishamiz:

$$F = \frac{L^2 - l^2}{4L} \quad (3)$$

Ushbu formula berilgan ishdagi linzaning fokus masofasini aniqlash asosida yotadi.

QURILMANING TUZILISHI

Optik skam'yaning bir boshida tuynukli maxsus qoplama ichida lampochka joylashtirilgan(3-rasm). Tuynukcha oldida shishaga chizilgan krest ko`rinishidagi predmet joylashtiriladi. Optik skam'ya bo`ylab maxsus qurilmada linza harakatga keltiriladi, ekran ham skam'ya bo`ylab harakatlanadi. Ekran sifatida devor ham xizmat qilishi mumkin. Bu holda optik skam'ya unga taqab qo`yiladi. Masofa uzun lineyka yordamida o`lchanadi.



3-rasm

ISHNI BAJARISH TARTIBI

1. Jadvalga predmet va ekran orasidagi masofa- L ni yozib oling.
2. Lampochkani yoqib predmet va ekranni kerakli masofaga qo`yib, ular orasiga linzani joylashtiramiz.
3. Linzani surib predmetning ekrandagi kichiklashtirilgan tasvirini olishga erishing. Linzadan ekrangacha bo`lgan x_1 masofani jadvalga yozing.
4. Predmet va ekranning joylashishini o`zgartirmagan holda linzani shunday siljiting-ki, bunda predmetning aniq kattalashtirilgan tasviri paydo bo`lsin. Jadvalga linzadan ekrangacha bo`lgan masofa- x_2 ni yozing.
5. Bajarilgan ishlarni yana 4 marotaba takrorlang. Har gal yorug`lik manbai va predmetni siljiting va L masofani o`zgartiring.
6. $l = x_2 - x_1$ qiymatini hisoblang.
7. Fokus masofasini (3) formulaga binoan hisoblang.

8. Fokus masofasining o`rtacha qiymati va hisoblash xatoligini quyidagi formulalar orqali hisoblang:

$$F_{cp} = \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5}{5}$$

$$\Delta F = |F - F_{cp}|$$

$$\delta F = \frac{\Delta F_{cp}}{F_{cp}} \cdot 100\%$$

KONTROL' SAVOLLAR

1. Optik markaz, optik o`q, bosh fokus va linzaning fokal tekisligi ta`riflarini bering. Linzada nurlar tarqalishini chizib bering.
2. Linzaning optik kuchi deb nimaga aytiladi?
3. Qanday sharoitda linza kattalashtirilgan, qanday sharoitda kichiklashtirilgan tasvir beradi?
4. (1) ishchi formulani keltirib chiqaring

Толали оптика. Оптик қурилмалар ва уларни тиббиётда қўлланилиши.

1. TOLALI OPTIKANING TARIXI.

Yorug`lik qadim zamonlardan beri ma`lumot uzatish uchun qo`llanilgan.

Dengizchilar signal lampalarini Morze kodi yordamida ma`lumot berishda ishlatganlar. Mayoqlar esa ko`p asrlar davomida dengizchilarni havf-xatarlardan ogoh etib turgan.

O`n sakkizinchi asrning to`qsoninchi yillarida Klaud CHapp Frantsiyada optik telegraf barpo etdi. Signal beruvchilar Parijdan Lillgacha 230 km. davomida zanjir kabi joylashgan minoralarda turishgan. Xabarlar bir nuqtadan boshqasiga 15 daqiqada etib borgan. Amerika Qo`shma SHtatlarida optik telegraf Bostonni shaharga yaqin joylashgan Marta Vaynyard oroli bilan ulagan. Barcha bunday sistemalar vaqt o`tishi bilan elektrik kabellarga almashtirilgan.

Amerikalik fizik Djon Tindall 1870 yilda yorug`likni ichki qaytishlar asosida boshqarish mumkinligini namoyish etdi. Qirollik jamiyatining majlisida toza suv oqimida tarqalayotgan yorug`lik ixtiyoriy burchakka og`ishi mumkinligi ko`rsatildi. Tajribada suv bir tarnovning gorizontal tubidan oqib, parabolik trayektoriya bo`yicha

boshqa tarnovga tushgan. Yorug`lik shaffof birinchi tarnovdagi oyna orqali suvga tushirilgan. Tindall yorug`likni burchak ostida suvga yo`naltirgan, tomoshabinlar yorug`likning suvning egilgan qismida zigzag bo`lib tarqalishini ko`rdilar. Yorug`likning xuddi shunday zigzagsimon tarqalishi optik tolada ham kuzatiladi.

O`n yildan so`ng Aleksandr Grexem Bell fotofonga patent oldi. Unda yo`naltirilgan yorug`lik ovozni uzatish uchun mo`ljallangan edi. Ushbu qurilma tovush signalini 200 metrdan uzoqroq masofaga uzatgan.

XX asrning boshlarida egiluvchan shisha sterjenlarlarning nazariy va eskperimental tekshiruvlari amalga oshirildi.

XX asrning 50-yillarida Amerika optik kompaniyasida ishlovchi Brayen O, Briyen va Londondagi Imperator ilmiy- texnologik kolledjidagi Narinder Kapani tasvir uzatishga mo`ljallangan tolalarni ishlab chiqishdi. Ushbu tolalar tibibiyotda inson ichki organlarni vizual kuzatishda qo`llaniladigan svetovodlarda ishlatiladi. Doktor Kapani shisha qobiqdagi shisha tolalarni ishlab chiqqan va "tolali optika" degan terminni kiritgan birinchi olim bo`ldi(1956y.). 1973 yilda doktor Kapani tolali optika tarmoqlari va kommutatorlar sohasida faoliyat ko`rsatuvchi Kaptron kompaniyasiga asos soldi.

Lazer nurlanishining xossalari kommunikatsiya sohasida ishlovchi mutaxassislarning e`tiboridan chetda qolmadi. Lazerning ma`lumot uzatish qobiliyati radiochastotali nurlanishdan 10000 marotaba yuqori. Shunga qaramay, lazer nurlanishi ochiq havoda signal uzatishga unchalik yaramaydi. Bunday tizimning ishlashiga tuman, yomg`ir, atmosferaning turli holatlari salbiy ta`sir ko`rsatishi mumkin.

1966 yilda ingliz telekommunikatsiya standartlari laboratoriyasida ishlovchi CHarl`z Kao vaCHarl`z Xokxem optik tolalar shaffoflikka erishilganda axborot uzatish muhiti sifatida qo`llanilishi mumkinligi haqida maqola chop etishdi. Maqolada telekommunikatsiya uchun yaroqli tolalarni shishadagi aralashmalarni tozalash yo`li orqali yaratish yo`llari ham ko`rsatib o`tilgan edi.

V 1970yilda Robert Maurer Corning Glass Works dagi o`zining hamkasabalari bilan so`nishi 20 dB/km dan kam bo`lgan birinchi optik tolani oldi. 1972 yilgi kelib

4dB/km darajasiga etildi. Bu esa Kao va Xokxem kriteriysiga mos edi. Hozirgi davrda eng yaxshi tolalar 0.2 dB/km soʻnish miqdoriga ega. 1970 yildan boshlab optik diapazondagi koʻrinadigan infraqizil nurlanishlarda ishlovchi svetovod va optik kabellarni yaratish boʻyicha ishlar aktiv olib borila boshladi.

Optik tolali aloqa tarmogʻi mavzusi hozirgi davrda aktual qisoblanadi. Chunki planetamizda insonlar soni ortib, ularning ehtiyojlari ham koʻpaymoqda. Qadimgi davrlardan beri inson oʻzining bilimlarini koʻpaytirishga harakat qiladi, yashash sharoitlarini mukammallashtiradi. Hozir ham koʻpgina firmalar inson hayotini engillashtiruvchi televizor, magnitofon, kompʻyuter va boshqa texnik vositalarni ishlab chiqarmoqdalar. Lekin ushbu yangi texnologiyalarni kiritish uchun eskilarini oʻzgartirish yoki yangilash lozim. Masalan avval ishlatilgan koaksial(mis) kabellarining oʻrniga hozirda axborot uzatish tezligi yuqori boʻlgan tolali optik kabellar qoʻllanilmoqda. Optik tolani oʻtkazish ancha engil boʻlib, bunday kabellar uzoq yillar davomida istalgan sharoitda ishlashi mumkin. Bundan tashqari uni hech kim metallolomga topshira olmaydi. Optik tola hozirda tele- va internet-kommunikatsiyada ham ishlatilmoqda.

Endoskopiya.

Toʻliq ichki qaytish hodisasi tolali optikaning fizik asosi hisoblanadi. Tolali optikada plastmassa yoki shishadan yasalgan juda ingichka egiluvchan tolalar qoʻllaniladi. Ularning ustki qismi tola materialidan koʻra past sindirish koʻrsatkichiga ega maxsus modda bilan qoplangan. Bu shisha-modda chegarasida toʻliq ichki qaytish sodir boʻlishi uchun kerakdir. Yorugʻlik nurlari tola ichiga tushirilib, ular uzoq masofaga intensivlikni deyarli yoʻqotmagan holda tarqaladi. Bunday tolalar svetovodni tashkil etadi.

Tolali optika tibbiy endoskopiya keng qoʻllaniladi. Turli xil endoskoplar (gastroskop, traxeobronxoskop, sistoskop, laparoskop va h. k. z. lar) ichki organlarni diagnostik maqsadlarda koʻrish va suratga tushirish imkonini beradi. Tolalarning bir

dastasi o`rganilayotgan sohani yoritish uchun ishlatiladi. Boshqa dasta orqali tasvir inson ko`ziga yoki fotokameraga uzatiladi.

Svetovodlar shuningdek endoskopik jarrohlkda ham qo`llaniladi. Hozirgi vaqtda ko`p jarrohlk operatsiyalarida operatsiya joyini katta kesish kerak emas. Operatsiyalar endoskoplar boshqaruvida distantsion manipulyatorlar yordamida bajariladi. Bu usullar oddiy jarrohlk operatsiyalariga nisbatan engilroq o`tkaziladi. O`t pufagining ektomiyasi endoskoplaring jarrohlkda qo`llashining bir misolidir.

Tolali optika- yorug`likning svetovodlar bo`yicha tarqalishi va ma`lumotlar uzatilishini o`rganadigan optikaning bo`limidir. Bundan tashqari, bu zamonaviy lazer fizikasining eng tez rivojlanayotgan yo`nalishidir. Tolali optika usullari optik aloqada, tibbiy asboblarda(tomoq va burunni, oshqozonni ko`rishda), tezkor suratga tushirishda, yadro fizikasida(yadro zarrachalari treklarini qayd qilishda, fototelegrafiya va telemetriyada(kodlarni o`zgartirish va shifrovchi qurilmalar), hisoblash texnikasida, akustika va boshqa sohalarda qo`llaniladi.

Optik tola kvarts shishadan tayyorlangan dielektrik toladir. U yorug`lik tarqaluvchi ichki qismga ega bo`lib, u maxsus qoplamaga ega. Ichki qismga tushgan yorug`lik unda to`la ichki qaytish hodisasiga hisobiga tarqaladi.

Asosiy svetovoddan tashqari tolali optik sistema optik uzatish blokidan(unga yorug`lik tushib elektr signaliga aylanadi) va optik qabul qiluvchi blokdan (u optik signallarni yana qaytadan elektr signallariga aylantiradi) iborat.

Tolali optika an`anaviy aloqa vositalariga nisbatan qator afzalliklarga ega: u orqali ko`proq ma`lumot uzatiladi, u tashqi ta`sirlarni deyarli sezmaydi, u metall kabelga nisbatan ancha ingichka va engildir. Ma`lumotlar analogli ko`rinishda emas, raqamli ko`rinishda uzatiladi. Chastotalarning keng diapazoni (10¹⁴ Gtsgacha) va optik tolada yorug`likning kam so`nishi (~0, 1-0, 2 dB/km) ko`p miqdordagi ma`lumotlarni yuqori tezlikda katta masofalargi uzatish imkonini beradi(bir necha yuz kilometruga signal regeneratsiyasisiz).

Kvarts shishasi uzatish muhiti sifatida elektromagnit maydonlariga nisbatan sezuvchanlikka ega emas. Shuning uchun optik tola turli kabellar bilan ma'lumotlar uzatishga hech halaqit bermagan holda o'tkazilishi mumkin. Optik tola yonmaydi va portlovchi xususiyatga ega emas. Optik tola orqali uzatilayotgan ma'lumotni o'g'rilash ham oson ish emas. Optik tolalarga na elektr va na magnit maydonlari ta'sir ko'rsata oladi. Ular eriydigan harorat 2000°S ga teng bo'lib, bu deyarli Quyosh haroratiga teng. Tolali optika shunisi bilan e'tiborga loyiq-ki, ma'lumot elektromagnit impul's vositasida emas, balki kodlangan yorug'lik dastasi vositasida uzatiladi.

Tolali optikaning asosiy kamchiligi optik kabelning barcha turdagi kabellardan qimmatligidadir. Bundan tashqari, u juda nozik va mo'rt bo'lib, uning montaj jarayoni ham murakkabdir.

TEXNIK XUSUSIYATLAR

Optik tola kvarts shishasidan tayyorlangan dielektrik to'lqin o'tkazuvchidir. U sindirish ko'rsatkichi n_1 ga teng bo'lgan yorug'lik o'tkazuvchi ichki qismga ega. Ichki qism n_2 sindirish ko'rsatkichli qobiq bilan o'ralgan, bunda $n_1 > n_2$. Yorug'lik o'tkazuvchi ichki qismga tushgan nur uning ichida to'la ichki qaytish effekti hisobiga tarqaladi. Odatda yorug'lik tolaga yon qismidan kiritiladi.

Optik tolaning tuzilishi:

-o'zak qismi: yorug'likning tola orqali o'tish zonasi (shisha yoki plastik).

O'zakning diametri qanchalik katta bo'lsa, yorug'lik nurining shunchalik katta dastasi tola orqali uzatiladi.

- tashqi qobiq: o'zakning ustki qismida ichki qismdda to'liq ichki qaytish effektini keltirib chiqarish uchun kichik sindirish ko'rsatkichini ta'minlab beradi.

-qoplama: ko'p qatlamli plastmassa qobiqdan iborat bo'lib, tolani tashqi ta'sirlardan himoyalashga mo'ljallangan. Bunday bufer qoplamalar 250 dan 900 mkm. gacha qalinlikka ega.

Tola diametri

Shisha tolaning o`lchamlari ichki qism, tashqi qobiq va qoplamaning o`lchamlari bilan xarakterlanadi. Masalan: 50/125/250 sonlari optik tola ichki qismining diametri-50 mikron, tashqi qobig`ining diametri-125 mikron va qoplamaniki-250 mikron ekanligini anglatadi. Misol uchun- bir varaq qog`oz qalinligi taxminan 25 mikronga teng. Tolalar ishlatilayotganida yoki o`zaro ulansa, qoplama doim olib tashlanadi.

ILOVALAR

1 – jadval

GREK ALFAVITI

Belgisi	Nomlanishi	Belgisi	Nomlanishi	Belgisi	Nomlanishi
A α	alfa	I ι	yota	P ρ	ro
B β	beta	K κ	kappa	Σ σ	sigma
Γ γ	gamma	Λ λ	lambda	Τ τ	tau
Δ δ	delta	Μ μ	my	Υ υ	ipsilon
Ε ε	epsilon	Ν ν	nyu	Φ φ	fi
Ζ ζ	zeta	Ξ ξ	ksi	Χ χ	xi
Η η	eta	Ο ο	omikron	Ψ ψ	psi
Θ θ	teta	Π π	pi	Ω ω	omega

2 – jadval

ASOSIY FIZIK DOIMIYLIKLAR

ILOVA

Asosiy fizik doimiylar

Yorug`likning vakuumdagi tezligi	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
Erkin tushish tezlanishi	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$
Gravitatsiya doimiyligi	$\gamma = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 / (\text{kg} \cdot \text{s}^2)$
Gaz doimiysi	$R = 8,31 \text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol}')$
Normal molyar hajm	$V = 22,4 \text{ m}^3 / \text{mol}'$
Avogadro soni	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}'^{-1}$
Loshmidt soni	$N_L = 2,69 \cdot 10^{25} \text{ m}^{-3}$
Boltsman doimiysi	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Nurlanish doimiysi	$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wt} / (\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$
Elektr doimiysi	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$
Magnit doimiysi	$\mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ Gn/m}$
Faradey soni	$F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ Kl/mol}'$
Elementar elektr zaryadi	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$
Plank doimiysi	$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Tinch holatdagi elektron massasi	$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Tinch holatdagi proton massasi	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Tinch holatdagi neytron massasi	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Massaning atom birligi	$m. a. b. = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

O'NLI OLD QO'SHIMCHALAR

Nomi	Qisqartma	Son qiymati	Nomi	Qisqartma	Son qiymati
Eksa	E	10^{18}	Atto	E	10^{-18}
Peta	P	10^{15}	Femto	P	10^{-15}
Tera	T	10^{12}	Piko	T	10^{-12}
Giga	G	10^9	Nano	G	10^{-9}
Mega	M	10^6	Mikro	M	10^{-6}
Kilo	k	10^3	milli	k	10^{-3}
Gekto	g	10^2	Santi	g	10^{-2}
Deka	d	10^1	Detsi	d	10^{-1}

QATTIQ JISMLARNING ZICHLIGI (20^0)

MODDA	ZICHLIK, g/sm^3	MODDA	ZICHLIK, g/sm^3
Materiallar va qotishmalar		Minerallar	
Alyuminiy	2,7	Olmos	3.51
Bronza	8,7-,.9	Asbest	0.1-0.5
Temir	7,88	Granit	2.5-3
Germaniy	5,3	Kvars	2.65
Oltin	19,31	Marmar	2.5-2.8
Kobal't	8,8	Bo'r	2
Kremniy	2,3	Najdak	4
Magniy	1.76	Turli xil materiallar	
Mis	8.93	Suyak	1.8-2
Molibden	10.2	Muz (0^0)	0.917
Natriy	0.975	Yelim (oddiy va qattiq)	1.2
Nikel	8.9	Slyuda	2.6-3.2
Qalay	7.29	Oyna	2.55
Platina	21.46	".....kvarsli"	2.21
Qo'rg'oshin	11.35	".....oddiy"	2.5
Kumush	10.5	".....periks"	2.59
P'lat	7.7-7.9	".....termometrli"	2.59
Uran	19.1	Forfor	2.2-2.4
Xrom	7.15	Qaxrabro	1.1
Ruh	7.15		

SUYUQLIKLARNING 20⁰C DAGI ZICHLIGI

MODDA	ZICHLIK, g/sm ³	MODDA	ZICHLIK, g/sm ³
Azot kislotasi	1,51	Moshina moyi	0,9
Anilin	1,02	O'рта yog'li sut	1,03
Atseton	0,791	Dengiz suvi	1,01-1,03
Benzin	0,68-0,72	Metil spirit	0,792
Benzol	0,879	Chumoli kislotasi	1,22
Brom	3,12	Nitrobenzol	1,2
Brombenzol	1,495	Simob	13,55
Suv	0,99823	Xloroform	1,489
Og'ir suv (H ₂ O)	1,1086	Toluol	0,866
Geksan	0,660	Tribrommetan	2,890
Geptan	0,684	Uksus kislotasi	1,049
Glitserin	1,26	Etil spirti	0,79
Neft	0,76-0,85	Nitroglitsirin	1,6

TURLI TEMPERATURALARDA SUVNING ZICHLIGI

Tempera- tura, °C	Zichlik, kg/m ³	Tempera- tura, °C	Zichlik, kg/m ⁴	Tempera- tura, °C	Zichlik, kg/m ⁵	Tempera- tura, °C	Zichlik, kg/m ⁶	Tempera- tura, °C	Zichlik, kg/m ⁷
0.00	999.82	21.00	998.08	41.00	991.86	61.00	982.60	81.00	970.97
1.00	999.89	22.00	997.86	42.00	991.46	62.00	982.07	82.00	970.33
2.00	999.94	23.00	997.62	43.00	991.05	63.00	981.54	83.00	969.69
3.00	999.98	24.00	997.38	44.00	990.64	64.00	981.00	84.00	969.04
4.00	1000.00	25.00	997.13	45.00	990.22	65.00	980.45	85.00	968.39
5.00	1000.00	26.00	996.86	46.00	989.80	66.00	979.90	86.00	967.73
6.00	999.99	27.00	996.59	47.00	989.36	67.00	979.34	87.00	967.07
7.00	999.96	28.00	996.31	48.00	988.92	68.00	978.78	88.00	966.41
8.00	999.91	29.00	996.02	49.00	988.47	69.00	978.21	89.00	965.74
9.00	999.85	30.00	995.71	50.00	988.02	70.00	977.63	90.00	965.06
10.00	999.77	31.00	995.41	51.00	987.56	71.00	977.05	91.00	964.38
11.00	999.68	32.00	995.09	52.00	987.09	72.00	976.47	92.00	963.70
12.00	999.58	33.00	994.76	53.00	986.62	73.00	975.88	93.00	963.01
13.00	999.46	34.00	994.43	54.00	986.14	74.00	975.28	94.00	962.31
14.00	999.33	35.00	994.08	55.00	985.65	75.00	974.68	95.00	961.62
15.00	999.19	36.00	993.73	56.00	985.16	76.00	974.08	96.00	960.91

16.00	999.03	37.00	993.37	57.00	984.66	77.00	973.46	97.00	960.20
17.00	998.86	38.00	993.00	58.00	984.16	78.00	972.85	98.00	959.49
18.00	998.68	39.00	992.63	59.00	983.64	79.00	972.23	99.00	958.78
19.00	998.49	40.00	992.25	60.00	983.13	80.00	971.60	100.00	958.05
20.00	998.29								

7 – jadval

TO'YINGAN SUV BUG'INING ELASTIKLIGI

t, °C	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,97
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,57	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,05	8,1	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,5	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,85	8,91	8,97	9,03	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,4	9,46	9,52	9,59	9,65	9,72	9,78
11	9,85	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,25	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,8	10,87	10,94	11,02	11,09	11,16
13	11,23	11,31	11,38	11,46	11,53	11,61	11,68	11,76	11,84	11,91
14	11,99	12,07	12,15	12,23	12,3	12,38	12,46	12,55	12,63	12,71
15	12,79	12,87	12,96	13,04	13,12	13,21	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,64	13,72	13,81	13,9	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
17	14,53	14,63	14,72	14,81	14,91	15	15,1	15,19	15,29	15,38
18	15,48	15,58	15,68	15,78	15,87	15,97	16,07	16,18	16,28	16,38
19	16,48	16,59	16,69	16,79	16,9	17	17,11	17,22	17,32	17,43
20	17,54	17,65	17,76	17,87	17,98	18,09	18,2	18,31	18,43	18,54
21	18,66	18,77	18,89	19	19,12	19,24	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,08	20,2	20,32	20,45	20,57	20,7	20,82	20,95
23	21,07	21,2	21,33	21,46	21,59	21,72	21,85	21,98	22,12	22,25
24	22,38	22,52	22,65	22,79	22,93	22,07	23,2	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,91	24,05	24,19	24,34	24,48	24,63	24,77	24,92	25,07

QATTIQ JISMLARNING VA BIOLOGIK TO'QIMALARNING YUNG MODULI HAMDA MUSTAHKAMLIK CHEGARASI

No	Materiallar	Yung moduli, GPa	Mustahkamlik chegarasi, MPa
1	Po'lat	200	500
2	Shisha to'ldirilgan kapron	8	150
3	Organik shisha	3,5	50
4	Kollagen	10 – 100	100
5	Elastin	01 – 0,6	5
6	Suyak	10	100
7	Yog'och	10	90

SUYUQLIKLARNI VA BA'ZI BIOLOGIK SUYUQLIKLARNING QOVUSHQOQLIGI

No	Suyuqlik	η	
		Pa·s	Puaz
1	Moy	0,986	9,86
2	Glitsirin	0,85	8,5
3	Sulfat kislota	0,022	0,22
4	Skipidar	0,00149	0,0149
5	Etil spirti	0,00119	0,0119
6	Benzin	0,00065	0,0065
7	Metil spirti	0,0006	0,006
8	Atseton	0,00033	0,003
9	Efir	0,00023	0,0023
10	Qon (normada)	0,004-0,005	0,04-0,05
11	Qon plazmasi	0,0015	0,015

TURLI TEMPERATURALARDA SUVNING QOVUSHQOQLIGI

Temperatura, °C	η , Puaz	Temperatura, °C	η , Puaz	Temperatura, °C	η , Puaz	Temperatura, °C	η , Puaz	Temperatura, °C	η , Puaz
0	0.01792	21	0.00979	41	0.00641	61	0.00460	81	0.00351
1	0.01731	22	0.00955	42	0.00629	62	0.00453	82	0.00346
2	0.01674	23	0.00933	43	0.00618	63	0.00447	83	0.00342
3	0.01620	24	0.00911	44	0.00607	64	0.00440	84	0.00338
4	0.01569	25	0.00891	45	0.00596	65	0.00434	85	0.00334
5	0.01520	26	0.00871	46	0.00586	66	0.00428	86	0.00330
6	0.01473	27	0.00852	47	0.00576	67	0.00422	87	0.00326
7	0.01429	28	0.00833	48	0.00566	68	0.00416	88	0.00322
8	0.01386	29	0.00815	49	0.00556	69	0.00410	89	0.00319
9	0.01346	30	0.00798	50	0.00547	70	0.00404	90	0.00315
10	0.01308	31	0.00781	51	0.00538	71	0.00399	91	0.00311
11	0.01271	32	0.00765	52	0.00529	72	0.00394	92	0.00308
12	0.01236	33	0.00749	53	0.00521	73	0.00388	93	0.00304
13	0.01202	34	0.00734	54	0.00512	74	0.00383	94	0.00301
14	0.01170	35	0.00720	55	0.00504	75	0.00378	95	0.00298
15	0.01139	36	0.00705	56	0.00496	76	0.00373	96	0.00295
16	0.01109	37	0.00692	57	0.00489	77	0.00369	97	0.00291
17	0.01081	38	0.00678	58	0.00481	78	0.00364	98	0.00288
18	0.01054	39	0.00666	59	0.00474	79	0.00359	99	0.00285
19	0.01028	40	0.00653	60	0.00467	80	0.00355	100	0.00282
20	0.01003								

TURLI YOSHDAGI ORGANIZMDA NORMAL ARTERIAL BOSIM *

Yoshi va jinsi	Puls chegarasi	Erkaklar		Ayollar	
		Maksimal	Minimal	Maksimal	Minimal
Yangi tug'ilgan	110–170	70	—	—	—
1 yosh	94–154	96	66	95	65
10 yosh	60–100	103	69	103	70
20 yosh	60–80	123	76	116	72
30 yosh	60–80	126	79	120	75
40 yosh	60–80	129	81	127	80
50 yosh	64–84	135	83	137	84
60 yosh	69–89	142	85	144	85
70 yosh	69–89	145	82	159	85
80 yosh	69–89	147	82	157	83
90 yosh	—	145	78	150	79

* **Manbalar:** https://test.org.ua/usefulinfo/zdorovie_kosmetika/info/24
<https://zdravoe.com/120/p1615/>

ARTERIAL QON BOSIMLARINING KLASSIFIKATSIYASI *

№	Qon bosimi turkumi	Arterial bosim	
		Sistolik bosim	Diastolik bosim
1	Optimal	120 gacha	80 gacha
2	Normal	130 gacha	85 gacha
3	Yuqori normal	130-139	85-89
4	1-darajali arterial gipertoniya (yengil)	140-159	90-99
5	2-darajali arterial gipertoniya (o'rtacha	160-179	100-109
6	3-darajali arterial gipertoniya (og'ir)	180 dan yuqori	110 dan yuqori

* **Manba:** https://test.org.ua/usefulinfo/zdorovie_kosmetika/info/24

12^A – jadval

TURLI YOSHDAGI ORGANIZMDA NORMAL PULS URISHI *

Yoshi	O'rtacha puls urishi (1 minutda)	Puls chegarasi (1 minutda)
1 oygacha	140	110–170
1–12 oylik	132	102–162
1–2 yosh	124	94–154
2–4 yosh	115	90–140
4–6 yosh	106	86–126
6–8 yosh	98	78–118
8–10 yosh	88	68–108
10–12 yosh	80	60–100
12–15 yosh	75	55–95
15–50 yosh	70	60–80
50–60 yosh	74	64–84
60–80 yosh	79	69–89
Katta yoshdagi sportchilar	50	40-60

* **Manba:** zdravoe.com/120/p1615/

BA'ZI SUYUQLIKLARNING 20°C DA SIRT TARANGLIK KOEFFITSENTI

№	Suyiqlik nomi	10 ⁻³ N/m
1	Benzin	21
2	Kerosin	24
3	Sovun eritmasi	40
4	Sut	46
5	Neft	30
6	Simob	472
7	Spirt	22
8	Etil efiri	17
9	Glitserin	63,4
10	Parafin moyi	48
11	Suv	72,5

TURLI TEMPERATURALARDA SUVNING SIRT TARANGLIK KOEFFITSENTI

t, °C	σ, N/m	t, °C	σ, N/m
0	0,07549	16	0,07311
1	0,07535	17	0,07295
2	0,0752	18	0,07282
3	0,07505	19	0,07265
4	0,0749	20	0,07252
5	0,07475	21	0,07235
6	0,0746	22	0,07222
7	0,07445	23	0,07208
8	0,0743	24	0,07193
9	0,07415	25	0,07178
10	0,07401	26	0,07163
11	0,07385	27	0,07148
12	0,0737	28	0,07133
13	0,07355	29	0,07118
14	0,07341	30	0,07103
15	0,07325	31	0,07088

TURLI MUHITLARDA TOVUSHNING TARQALISH TEZLIGI

No	Muhit nomi	Tezlik, m/s
1	Po'lat	5100
2	Granit	3950
3	G'isht qalama	3480
4	Daraxt	4000
5	Po'kak	500
6	Rezina	54
7	Shisha	5000
8	Qo'rg'oshin	1300
9	Suv (0°C)	1485
10	Suv (20°C)	1483
11	Suv (30°C)	1510
12	CO ₂ (0°C)	258
13	Водород (0°C)	286
14	Havo (-10°C)	325,1
15	Havo (0°C)	332
16	Havo (10°C)	337,3
17	Havo (20°C)	343,1
18	Havo (30°C)	348,9

ORGANIZMDAGI TURLI TO'QIMALAR, SUYUQLIKLARNI VA BA'ZI O'TKAZGICHLARNING SOLISHTIRMA QARSHILIGI

Nomi	Solishtirma qarshiligi, $10^{-6} \text{ Om}\cdot\text{m}$	Nomi	Solishtirma qarshiligi, $10^{-6} \text{ Om}\cdot\text{m}$
Orqa miya suyuqligi	0,55	Po`lat	0,15
Qon	1,66	Rux	0,06
Muskullar	2	Konstantan	0,5
Miya va nerv to'qimasi	14,3	Nikelin	0,4
Yog' to'qimasi	33,3	Nikel'	0,45
Quruq teri	10^5	Nixrom	1,1
Suyak-pardasiz suyak	10^7	Sul'fat kislota eritmasi (10%)	26 000
Alyuminiy	0,028	Xromel	1,4
Vol'fram	0,055	Kumush	0,016
Temir	0,1	Qo`rgoshin	0,21
Mis	0,017	Simob	0,96

KO'ZGA KO'RINADIGAN NURLARNING TO'LQIN UZUNLIKLARI VA CHASTOTALARI

No	Nurlanish nomi	To'lqin uzunligi, λ , 10^{-9} m yoki nm	Chastotasi, ν , 10^{12} Hz yoki THz	Foton energiyasi, eV
1	Qizil	625-740	400-480	1,68-1,98
2	Zarg'aldoq	590-625	480-510	1,98-2,10
3	Sariq	565—590	510—530	2,10—2,19
4	Yashil	500—565	530—600	2,19—2,48
5	Havorang	485—500	600—620	2,48—2,56
6	Ko'k	440-485	620-680	2,56-2,82
7	Binafsha	380-440	680-790	2,82-3,26

ГЛОССАРИЙ УЗБ

БИОМЕХАНИКА

1. Абсолют каттик жисм. Ихтиёрий икки нуктаси орасидаги масофа узгармай коладиган жисмга абсолют каттик жисм дейилади.
2. Эркинлик даражалари. Механик системанинг вазиятини ифодаловчи эркили узгарувчилар эркинлик даражалари деб айтилади.
3. Эргометрлар. Одамнинг бажараётган ишини улчашда кулланиладиган курилмалар.
4. Деформация. Жисм нукталари вазиятларининг узаро бир-бирига нисбатан узгариши туфайли унинг улчамлари ва шаклининг узгаришига деформация дейилади.
5. Эластик деформация. Агар куч таъсири тухтагандан сунг каттик жисмда колдик деформация колмаса бу эластик деформация дейилади.
6. Мустахамлик чегараси. Жисмнинг бузилиши (узилиши) олдидан жисмга куйилган энг катта юкланиш билан аникланувчи кучланиш.
7. Каучуксимон эластиклик. Полимерларга хос булган эластиклик юкори ёки каучуксимон эластиклик дейилади.
8. Эластик ковушоклик деформацияси. Юкори эластикликни ва ковушок окувчанликни биргаликда умумийлаштириб, полимерларга хос булган деформацияни эластик ковушоклик деформацияси деб аталади.
9. Полимерлар. Молекулалари куп микдордаги атомлардан ёки атом группаларидан тузилган ва химиявий богланишлар билан бирлаштирилган узун занжир куринишидаги моддалар.
10. Суюк кристаллар. Хам суюкликлар, хам кристаллар хоссасига эга булган моддалар.

БИОРЕОЛОГИЯ

1. Ковушоклик. Реал суюклик окканда унинг айрим катламлари бир-бирига шу катламларга уринма курунишда йуналган кучлар билан узаро таъсирлашади. Бу ходисага ички ишқаланиш ёки ковушоклик дейилади.

2. Вискозиметрия. Ковушокликни улчаш усулларининг тупламига вискозиметрия дейилади.

3. Турбулент оқим. Ковушок суюкликнинг оқим тезлиги оширилса, труба кундаланг кесими юза буйича босим турлича булгани сабабли уярма хосил була бошлайди, бунда оқим уярмали ёки турбулент булиб қолади.

4. Сирт таранглик кучи. Суюклик ва унинг туйинган буги, бир-бири билан аралашмайдиган икки суюклик, суюклик ва каттик жисмнинг булиниш сиртида чегарадош мухитлардаги турли хилдаги молекулалараро узаро таъсир кучи.

5. Стокс конуни. Сферик жисм (шарча) учун унинг суюкликли идиш ичидаги харакати пайтида хосил булган каршилиқ кучини ифодаловчи конун: $F_{\text{ишқк}} = 6\pi\eta r v$. η - ковушоклик, r – шарчанинг радиуси, v - шарчанинг тезлиги

6. Коннинг нисбий ковушоклиги. Кон ковушоклигининг айнан шу хароратдаги сувнинг ковушоклигига нисбати коннинг нисбий ковушоклиги дейилади.

7. Тезлик градиенти. Ички ишқаланиш кучини тезликка перпендикуляр йуналишида хар бир узунлик бирлигига тугри келувчи тезликнинг узгаришини ифодаловчи катталиқ: dv/dx - (Силкиниш тезлиги).

8. Ноньютон суюкликлар. Мураккаб ва йирик молекулалардан иборат суюкликлар, масалан полимерлар эритмаси, молекула ва заррачалар боғланишлари туфайли хосил булган фазовий структуралар ноньютон суюкликлар хисобланади.

9. Вискозиметрлар. Ковушокликни улчайдиган асбоблар. Улар бир неча хил булади: капилляр, ротацион вискозиметрлар, Гесс вискозиметрии.

10. Газ эмболияси. Конга хаво пуфакчаларининг кириб, кичик кон томирларини тусиб колиши ва бирорта органнинг кон билан таъминланишидан махрум этилиши.

БИОАКУСТИКА

1. Акустика. Энг паст частотали тебранишлардан бошлаб , ута юкори (10^{12} - 10^{13} Гц) частотали эластик тебранишлар ва тулкинларни урганувчи физиканинг бир булимидир.

2. Тон. Даврий жараёндан иборат булган товуш тон деб аталади.

3. Акустик спектр. Нисбий интенсивликларни курсатувчи частоталар тупламани (амплитуданинг) акустик спектр дейилади.

4. Товуш зарба. Бу товушнинг киска муддатли таъсиридир.

5. Аудиометрия. Эшитиш уткирлигини аниклаш усулига аудиометрия дейилади.

6. Перкуссия. Перкуссия усулида тананинг турли кисмларига уриб куришда чикаётган товуш эшитиб курилади.

7. Реверберация. Берк хоналарда манба тухтатилгандан сунг товуш тулкинларининг секин-аста суниб бориш жараёни реверберация дейилади.

8. Ультратовуш. Частоталари 20кГц дан ортик булган тебранишлар ва тулкинларга ультратовуш (УТ) дейилади

9. Инфратовуш. Одам кулоги кабул килиши ва эшитиши мумкин булган частотадан (20 гц дан) кичик частотали механик (эластик) тулкинлар инфратовуш дейилади.

10. Вибрация. Техникада турлича механизм ва машиналарнинг механик тебранишлари вибрация дейилади.

БИОЭНЕРГЕТИКА

1. Биофизика. Бу фан тирик организмдаги физик ва физик-химиявий жараёнларни ,шунингдек биологик системаларнинг ультраструктурасини ташкил килишнинг ҳамма жабхаларида – субмолекуляр ва молекулярдан то тукима ва тулик организмгача урганади

2. Термодинамика .Термодинамика деганда системани ташкил этувчи жисмларнинг микроскопик тузилишини ҳисобга олмаган ҳолда улар орасида энергия алмашинуви мумкин булган системаларни қараб чикувчи физиканинг булими тушунилади.

3. Стационар ҳолат. Агар системанинг параметрлари уни атроф муҳитдаги жисмлар билан узаро таъсирлашишида вақт утиши билан узгармаса, системанинг ҳолати стационар дейилади.

4. Изоляцияланган система. Уз атрофини ураб турган жисмлар билан на энергия ёки на модда алмашинувида иштирок этмаган термодинамик системага изоляцияланган система дейилади.

5. Термодинамиканинг I қонуни. Системага берилган иссиқлик микдори системанинг ички энергиясини узгартириш ва система томонидан бажарилган ишга сарф булади: $Q = \Delta U + A$

6. Термодинамиканинг II қонуни. Иссиқлик уз-узидан харорати паст булган жисмдан харорати юқори булган жисмга ута олмайди.

7. Энтропия. У системанинг ҳолат функцияси булиб, икки ҳолат учун энтропия қийматларининг айирмаси системанинг бир ҳолатдан бошқа ҳолатга қайтувчан утишлардаги келтирилган иссиқлик микдорларининг йигиндисига тенг.

8. Термометрия. Хароратларни улчаш усуллари ва у билан боғлиқ булган масалаларни урганувчи физиканинг амалий соҳаси.

9. Калориметрия. Турли физик, химиявий ва биологик жараёнларда ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик микдорининг улчаш усуллари.

10. Цикл жараён. Системанинг узини бошланғич ҳолатига қайтиши жараёни цикл ёки айланма жараён дейилади.

БИОЛОГИК ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

1. Электр майдони. Электр майдони материянинг қуринишларидан бири бўлиб, унинг ёрдамида шу майдонда турган электр зарядларига куч таъсири вужудга келтирилади.

2. Потенциал. Электр майдонинг энергетик характеристикаси потенциалдир.

3. Электр диполи. Бир-биридан бирор масофада (диполь елкаси) жойлашган иккита тенг, лекин карама-карши ишорали нуқтавий электр зарядларидан иборат система электр диполи (диполь) деб аталади.

4. Токли диполь. Токнинг электр занжирига оқиб кириши ва ундан оқиб чиқишидан иборат бўлган икки кутбли системага электр генератори ёки токли диполь дейилади.

5. Магнит майдони. Магнит майдони деб материянинг шундай қуринишига айтиладики, у туфайли майдонга жойлаштирилган ҳаракатланувчи электр зарядларига ва магнит моментига эга бўлган бошқа қисмларга куч таъсир этади.

6. Ионизатор. Газ молекулаларини, атомларини ионлаштириш қобилиятига эга бўлган ҳар қандай қурилма, ҳодиса, фактор ионизатор деб аталади.

7. Эркин электр магнит тебранишлар. Ташқи таъсирсиз дастлабки тупланган энергия ҳисобига ҳосил бўладиган тебранишлар эркин электр магнит тебранишлар деб аталади.

8. Гальванизация. 60-80 В. қучланишдаги узлуксиз доимий токдан фойдаланиш услуби гальванизация дейилади.

9. Кюри нуқтаси. Модданинг ферромагнит хоссалари маълум ҳароратдан паст ҳароратда сакланади, бу ҳарорат Кюри нуқтаси дейилади

10. Электрокардиография (ЭКГ). Юрак мускулларида, уларнинг уйғотилишида вужудга келадиган биопотенциалларни қайд қилиш методи

ОПТИКА

1. Ёруглик интерференцияси деганда ёруглик тулкинларининг шундай кушилиши тушуниладики, натижада уларнинг кучайиши ва заифланишининг тургун манзараси хосил булади.

2. Ёруглик дифракцияси деб кескин бир жинсли булмаган мухитда, ёругликнинг тугри чизик буйича таркалишидан четлашиш ходисасига айтилади.

3. Когерент тулкин. Ёруглик интерференцияси вақт давомида турли нуқталарда кушилувчи тулкинлар фазалари айирмасининг доимийлигини таъминловчи созланган, когерент ёруглик манбаларидан пайдо булади. Бу шартга жавоб берувчи тулкин когерент тулкин дейилади.

4. Ёритилган оптика. Оптик сиртларнинг махсус плёнкалар билан копланишига оптикани ёритиш, шундай копланган оптик буюмларнинг узига ёритилган оптика дейилади.

5. Ёругликнинг кутбланиши. Бу термин икки маънога эга. Биринчидан, бу тушунча остида ёругликда электр ва магнит векторларининг фазовий-вақт тартибликлари билан характерланувчи ёруглик хоссаси тушунилади. Иккинчидан, ёругликнинг кутбланиши деб кутбланган ёругликни хосил қилиш жараёнига айтилади.

6. Астигматизм. Бу оптик системанинг шундай камчилигики, унда сферик ёруглик тулкини оптик системадан ута туриб, деформацияланади ва сфериклигини йукотади.

7. Фокал текисликлар. Бош оптик уққа перпендикуляр булиб, фокуслар орқали утувчи текисликларга фокал текисликлар дейилади.

8. Аккомодация. Кузнинг ҳар хил узокликда жойлашган жисмларни равшан қуришга мослаша олишга – “кескинликка тугриланишига” аккомодация дейилади.

9. Гюйгенс принципи. Тулкин етиб келган тулкин сиртидаги ҳар бир нуқта иккиламчи элементар тулкин маркази булади, уларнинг ташқи урвчиси келгуси вақт моментидаги тулкинли сирт булади.

10. Голография. Тулкинлар интерференцияси ва диффракцияси асосида тасвирни ёзилиш ва қайтадан тиклаш методи- голография дейилади.

АТОМ ВА ЯДРО ФИЗИКАСИ

1. Атом физикаси. Атом физикаси – бу атомлар тузилиш ва холатини урганадиган фандир.

2. Фотон. Фотон- тулкин хоссаларга эга булган ёругликнинг элементар заррачасидир.

3. Электрон оптика. Электрон оптика электр ва магнит майдон, майдонлар билан узаро таъсирлашувчи зарядланган заррачалар дастасининг структурасини урганади.

4. Ёругликнинг ютилиши. Ёругликнинг ютилиши деб, унинг исталган мухит оркали утишида ёруглик энергиясининг бошка турдаги энергияга айланиши натижасида заифлашишига айтилади.

5. Утказиш коэффиценти. Берилган жисм ёки эритма оркали утган нурланиш окимининг шу жисмга тушган нурланиш окимига нисбати утказиш коэффиценти дейилади.

6. Ёругликнинг сочилиши. Мухитда таркалаётган ёруглик дастасининг мумкин булган барча томонларга огиши ходисасига ёругликнинг сочилиши дейилади.

7. Люминесценция. Жисмнинг берилган хароратдаги иссиклик нурланишидан ортикча булган, хамда давомийлиги хам нурланувчи ёруглик тулкинларининг давридан анча ортик булган нурланишга люминесценция дейилади.

8. Фотобиологик жараёнлар. Фотобиологик жараёнлар деб, ёруглик квантларининг биологик функцияли молекулалар оркали ютилиши билан бошланиб, организм ва тукималарда тегишли физиологк реакциялар билан тугайдиган жараёнларга айтилади.

9. Рентген нурланиш. Рентген нурланиш деб, узунлиги тахминан 80 дан 10-5 нм. гача булган электромагнит тулкинларга айтилади.

10. Фотоэффект. Фотоэффектда атом рентген нурланиш натижасида атомдан электрон учиб чикади, атом эса ионланади.

ГЛОССАРИЙ РУС

Биомеханика

1. Абсолютно твёрдое тело. Абсолютно твёрдым телом называют такое, расстояние между двумя любыми точками которого неизменно.

2. Квазиупругие силы. Такие силы, неупругие по природе, но аналогичные по свойствам силам, возникающим при малых деформациях упругих тел, называют квазиупругими.

3. Вынужденные колебания. Вынужденными колебаниями называются такие, которые возникают в системе при участии внешней силы, изменяющейся по периодическому закону.

4. Анизотропия. Это зависимость физических свойств (механических, тепловых, электрических, оптических) от направления.

5. Жидкие кристаллы. Жидкими кристаллами называют вещества, которые обладают свойствами и жидкостей, и кристаллов.

6. Деформация. Изменение взаимного расположения точек тела, которое приводит к изменению его формы и размеров, называется деформацией.

7. Упругая деформация. В твердых телах деформацию называют упругой, если после прекращения действия силы она исчезает.

8. Пластическая деформация. Если деформация сохраняется после прекращения внешнего воздействия, то ее называют пластической.

9. Предел прочности. Напряжение, определяемое наибольшей нагрузкой, выдерживаемой перед разрушением, является пределом прочности.

10.Каучукоподобная эластичность. Упругость, свойственную полимерам, называют каучукоподобной эластичностью (высокой эластичностью)

БИОЭНЕРГЕТИКА.

1.Термодинамика. Под термодинамикой понимают раздел физики, рассматривающий системы, между которыми возможен обмен энергией, без учета микроскопического строения тел, составляющих систему.

2.Параметры. Состояние термодинамической системы характеризуется физическими величинами, называемыми параметрами-объем, давление, температура, плотность и т.д.

3.Первый закон термодинамики. Количество теплоты, переданное системе идёт на изменение внутренней энергии системы и совершение системой работы.

4.Внутренняя энергия. Под внутренней энергией системы понимают сумму кинетической потенциальной энергии частиц , из которых состоит система.

5.Второй закон термодинамики. Теплота сама собой не может переходить от тела с меньшей температурой к телу с большей температурой или невозможен вечный двигатель второго рода.

6.Цикл. Циклом или круговым процессом называют процесс, при котором система возвращается в исходное состояние.

7.Энтропия. Сумму приведенных количеств теплоты для обратимого процесса можно представить как разность двух значений некоторой функции состояния системы, которую называют энтропией.

8.Термометрия. Область прикладной физики, в которой изучаются методы измерения температуры и связанные с этим вопросы, называют термометрией.

9.Калориметрия. Для измерения количества теплоты, выделяющегося или поглощаемого в различных физических, химических и биологических процессах, применяют ряд методов, совокупность которых составляет калориметрию.

10.Теорема Пригожина. В стационарном состоянии системы скорость возникновения энтропии вследствие необратимых процессов имеет минимальное значение при данных внешних условиях, препятствующих достижению системой равновесного состояния.

Биоакустика

1.Тон. Тонем называется звук, являющийся периодическим процессом.

2.Шум. Шумом называют звук, отличающийся сложной, неповторяющейся временной зависимостью.

3. Звуковой удар. Это кратковременное звуковое воздействие: хлопок, взрыв и т.п.

4. Реверберация. Процесс постепенного затухания звуков в закрытых помещениях после выключения источника называют реверберацией.

5.Ультразвук. Ультразвуком называют механические колебания и волны, частоты которых более 20 кГц.

6.Аускультация. Это метод выслушивания звуков-распространённый метод диагностики заболеваний.

7. Перкуссия. В методе перкуссии выслушивают звучание отдельных частей тела при простукивании их.

8. Фонокардиография. Этот метод используется для диагностики состояния сердечной деятельности.

9. Инфразвук. Инфразвуком называют механические (упругие) волны с частотами, меньшими тех, которые воспринимает ухо человека (20 Гц).

10. Вибрации. В технике колебание различных конструкций и машин получили название вибраций.

БИОРЕОЛОГИЯ

1. Вязкость. При течении реальной жидкости отдельные слои её воздействуют друг на друга с силами, касательными к слоям. Это явление называют внутренним трением или вязкостью.

2. Вискозиметрия. Совокупность методов измерения вязкости называется вискозиметрией.

3. Вискозиметры. Приборы для измерения вязкости. Они бывают нескольких видов: капиллярные, ротационные, вискозиметр Гесса.

4. Поверхностное натяжение. На поверхностях раздела жидкости и её насыщенного пара, двух несмешиваемых жидкостей, жидкости и твёрдого тела возникает сила поверхностного натяжения, обусловленная различным межмолекулярным взаимодействием граничащих сред.

5. Неньютоновские жидкости. Жидкости, состоящие из сложных и крупных молекул, например растворы полимеров, и образующие благодаря сцеплению молекул или частиц пространственные структуры, являются неньютоновскими жидкостями.

6. Закон Стокса. Для сферического тела (шарик) зависимость силы сопротивления при его движении в сосуде с жидкостью выражается законом Стокса: $F_{тр} =$

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

1. Электрическое поле. Электрическое поле есть разновидность материи, посредством которой осуществляется силовое воздействие на электрические заряды, находящиеся в этом поле.

2. Напряжённость. Напряженность является силовой характеристикой электрического поля. Она равна отношению силы, действующей в данной точке поля на точечный заряд, к этому заряду.

3. Потенциал. Потенциал является энергетической характеристикой электрического поля.

4. Электрический диполь. Электрическим диполем (диполем) называют систему, состоящую из двух равных, но противоположных по знаку точечных электрических зарядов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга (плечо диполя).

5. Двухполюсная система, состоящая из стока и истока, называется дипольным электрическим генератором или токовым диполем.

6. Вектор-кардиограмма. Вектор-кардиограмма это геометрическое место точек положение которых изменяется за время сердечного цикла.

7. Диэлектрики. Диэлектриками называют тела, не проводящие электрического тока.

8. Пьезоэлектрический эффект. В кристаллических диэлектриках поляризация может возникнуть при отсутствии электрического поля

при деформации. Это явление получило название пьезоэлектрического эффекта.

9.Электрический ток. Под электрическим током понимают направленное движение электрических зарядов.

10.Ионизатор. Любое устройство, явление, фактор, способный вызвать ионизацию молекул и атомов газа, называют ионизатором.

БИОМЕМБРАНОЛОГИЯ

1.Мембраны. Мембраны являются важной частью клетки. Они ограничивают клетку от окружающей среды, защищают её от воздействия вредных внешних воздействий, управляют обменом веществ между клеткой и её окружением, способствуют генерации электрических потенциалов.

2.Фазовые переходы. При изменении температуры в мембране можно наблюдать фазовые переходы: плавление липидов при нагревании и кристаллизацию при охлаждении.

3.Явления переноса. Таким термином называют необратимые процессы, в результате которых в физической системе происходит пространственное перемещение (перенос) массы, импульса, энергии, заряда или какой-либо другой физической величины.

4.Пора или канал. Порой или каналом называют участок мембраны, включающий белковые молекулы и липиды, который образует в мембране проход.

5.Потенциал действия. При возбуждении разность потенциалов между клеткой и окружающей средой изменяется и при этом возникает потенциал действия.

6.Диссипация энергии колебаний. Это есть превращение энергии колебаний (волн) в энергию молекулярно-теплового движения.

7.Активная среда. Волны, получающие энергию из среды в процессе распространения, названы автоволнами, а среда – активной. Активной средой являются возбудимые клетки.

8.Ионофоры. За способность переносить ионы через мембраны валиномицин и другие родственные ему соединения получили название ионофоров.

ОПТИКА.

1.Оптика- раздел физики, в котором рассматриваются закономерности излучения, поглощения и распространения света

2.Дуализм света. Природа света двойственна, дуалистична. Это означает, что свет проявляет себя и как электромагнитная волна, и как поток частиц – фотонов.

3.Интерференция света. Под интерференцией света понимают такое сложение световых волн, в результате которого образуется устойчивая картина и их усиление и ослабление.

4.Дифракция света. Дифракцией света называют явление отклонения света от прямолинейного распространения в среде с резкими неоднородностями.

5.Когерентные волны. Интерференция света возникает от согласованных, когерентных источников, которые обеспечивают постоянную во времени разность фаз слагаемых волн в различных точках. Волны, отвечающие этому условию называют когерентными.

6.Просветленная оптика. Покрытие оптических поверхностей специальными пленками называют просветлением оптики, а сами оптические изделия с такими покрытиями – просветленной оптикой.

7.Интерферометры. Интерферометры используются для измерения с высокой степенью точности длин волн, небольших расстояний, показателей преломления веществ и определения качества оптических поверхностей.

8.Дифракционная решетка. Дифракционная решетка - оптическое устройство, представляющее собой совокупность большого числа параллельных, обычно равноотстоящих друг от друга щелей.

9.Голография. Голография – метод записи и восстановления изображения, основанный на интерференции и дифракции волн.

10.Голограмма. Интерференционную картину, образованную сложением сигнальной и опорной волн и зафиксированную на светочувствительной пластинке называют голограммой.

АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА.

1.Фотон. Фотон – элементарная частица света, обладающая волновыми свойствами.

2.Электронная оптика. Электронная оптика – область физики, в которой изучается структура пучков заряженных частиц, взаимодействующих с электрическими и магнитными полями.

3.Поглощение света. Поглощением света называют ослабление интенсивности света при прохождении через любое вещество вследствие превращения световой энергии в другие виды энергии.

4. Рассеяние света. Рассеянием света называют явление, при котором распространяющийся в среде световой пучок отклоняется по всевозможным направлениям.

5. Атомные спектры. Атомными светами называют как спектры испускания, так и спектры поглощения, которые возникают при квантовых переходах между уровнями свободных или слабовзаимодействующих атомов.

6. Люминесценция. Люминесценцией называют избыточное над тепловым излучение тела при данной температуре, имеющее длительность, значительно превышающую период изучаемых световых волн.

7. Фотолюминесценция. Фотолюминесценция, называемая иногда просто люминесценцией, подразделяется на флуоресценцию (кратковременное послесвечение) и фосфоресценцию (сравнительно длительное послесвечение).

8. Фотобиологические процессы. Фотобиологическими называют процессы, которые начинаются с поглощения квантов света биологически функциональными молекулами, а заканчиваются соответствующей физиологической реакцией в организме или тканях.

9. Светочувствительность глаза. Светочувствительностью глаза называют величину, обратную пороговой яркости, то есть минимальной яркости, вызывающей зрительное ощущение в данных условиях наблюдения.

10. Ионизирующее излучение. Ионизирующим излучением называют поток частиц и электромагнитных квантов, взаимодействия которых со средой приводит к ионизации ее атомов и молекул.

Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлар ҳамда ахборот манбаалари

Асосий адабиётлар

1. Paul Davidovits. Physics in Biology and Medicine. Fourth Edition, 2013
2. A.N.Remizov Tibbiy va biologik fizika. T.: “O’zbekiston milliy ensikopediyasi”. 2005
3. В.О.Самойлов Медицинская биофизика, Санкт-Петербург, 2004.

Қўшимча адабиётлар

4. Н.М. Ливенцев. Физика курси. Т. 1978.
5. Qodirov O va boshq Fizika kursi. T.:2005.
6. Тиббиёт физикаси фанидан амалий машғулоти бўйича услубий қўлланма. Т., I-ТошДавТИ, 2004.
7. А.Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика. М., 2013.
8. Nico A.M. Compendium of Medical Physics, Medical Technology and Biophysics. Academic Medical Center University of Amsterdam. 2009
9. Andrew W. Wood. Physiology, Biophysics, and Biomedical Engineering. 2012
- 10.Рубин А. Б. Биофизика. 1-2 т. М., 2004.
- 11.Антонов В.Ф и др, Медицинская биофизика. Физические поля организма человека. М., 1993.
- 12.Рубин А. Биофизика клеточных процессов ,2-х т. Изд.МГУ, 2005.
- 13.Кудряшов Ю. Б., Берefeld Б. С. Радиацион биофизика асослари. МГУ. М.: 1982.
- 14.Ливенсон А. Р. Электромедицинская аппаратура. М: 1981.
- 15.Ливенцев Н. М., Ливенсон А. Р. Электромедицинская аппаратура. М. 1974.
- 16.Владимиров Ю. А. ва бошқалар. Биофизика. М., 1983.
- 17.Эссаулова И.А. и др. Руководство к лабораторным по медицинским и биологической физике. М., 1987.
- 18.Антонов В. Ф., Архарова Г. В., Песечник В. И. Медицинская биофизика. М., ММА.: 1993.
- 19.Антонов В. Ф., Вознесенский С.А., Черныш А. М. Медицинская биофизика. М., ММА.: 1991.

Интернет сайтлари

20. <http://biophys.ru/>
21. <http://studentam.net/>
22. <http://booka.ru/>
23. <http://medbiophys.ru/>
24. <http://medoborud.ru/>
25. <http://astana.all.biz/>
26. <http://medulka.ru/biofizika/books-page/1>
27. [http:// biophysics.wisc.edu/](http://biophysics.wisc.edu/)
28. <http://biophysics-world.com/>
29. <http://biophysics.com/>
30. <http://bu.edu/biophysics/m/>