

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ СОҒЛИҚНИ САҚЛАШ
ВАЗИРЛИГИ**

САМАРҚАНД ДАВЛАТ МЕДИЦИНА ИНСТИТУТИ

**БИОФИЗИКА, ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ
КАФЕДРАСИ**



**БАКАЛАВРИАТ ТАЪЛИМ ЙЎНАЛИШЛАРИ 1-КУРС ТАЛАБАЛАРИ
УЧУН**

Б И О Ф И З И К А Ф А Н И Д А Н

МАЪРУЗА МАТНЛАРИ

САМАРҚАНД – 2013

ТУЗУВЧИЛАР:

Н.О. Содиқов – СамДМИ биофизика, информатика ва ахборот технологиялари кафедраси доценти, физика-математика фанлари номзоди.

А.А. Усаров – СамДМИ биофизика, информатика ва ахборот технологиялари кафедраси ассистенти, физика-математика фанлари номзоди.

ТАҚРИЗЧИЛАР:

Қаршиев Д.А. – Тошкент педиатрия тиббиёт институти «Биофизика ва информатика» кафедраси мудири, биология фанлари номзоди, доцент,

Умаров С.Х. – Бухоро тиббиёт институти «Биофизика ва информатика» кафедраси мудири, физика-математика фанлари доктори, профессор

Маъруза матнлари ЎзР ОЎМТВ нинг 2011 йил 16 сентябрдаги № 387 сонли буйруғи билан тасдиқланган намунавий дастур асосида тузилган.

МУНДАРИЖА

№	Мавзу номи	бет
1	<u>Сўзбоши</u>	
2	<u>Ўқув юкланмаси ҳажми</u>	
3	<u>Биофизика фанидан маърузалар мавзуси</u>	
4	<u>Маъруза № 1</u>	
5	<u>Маъруза № 2</u>	
6	<u>Маъруза № 3</u>	
7	<u>Маъруза № 4</u>	
8	Маъруза № 5	
9	Маъруза № 6	
10	Маъруза № 7	
11	Маъруза № 8	
12	Маъруза № 9	
13	Маъруза № 10	

СЎЗ БОШИ

ФАННИНГ ЎҚИТИШ МАҚСАДИ ВА ВАЗИФАЛАРИ

Олий таълим ислохоти, фан таълими сифатини яхшилаш хусусан тиббий олийгоҳлардаги ўқув жараёнини сифатини ва омилкорлигини оширишга, тайёрланаётган мўтахассисларнинг назарий билимларини, касбий маҳоратини ва кўникмаларини мустаҳкамлашга йўналтирилган.

Тиббий таълимнинг касбий хусусияти мавжуд аниқ клиник кўрсаткичларни системалаштиришни, бунинг учун, физика, умумий ва махсус биофизика фанининг барча бўлимларида маълум миқдордаги назарий билимларни билишни талаб қилади.

Биофизика курсининг асосий мақсади бўлажак мўтахассисларда 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 курсатишдир.

ФАН БУЙИЧА ТАЛАБАЛАРНИНГ БИЛИМИГА, УКУВИГА ВА КУНИКМАСИГА КУЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР :

Биофизика курси нихоясида талабалар қуйидаги зарурий назарий ва амалий малакаларни эгаллашлари зарур:

Талабалар билиши керак:

Организм аъзо ва тўқималарининг фаолияти асосида ётувчи умумий физикавий ва биофизикавий қонуниятларни.

Организм тўқималари ва суюқликларининг механик, биоэлектрик ва оптик хосса ва хусусиятларини

Ташки муҳитнинг физикавий даволовчи ва салбий таъсирларининг асосий биофизикавий механизмлари.

Талабалар бажара олиши керак:

Организм тўқималари ва системаларининг механик, биоэлектрик ва оптик хусусиятларини ҳамда ташки муҳит таъсирларини аниқлашни.

УКУВ РЕЖАСИДАГИ БОШКА ФАНЛАР БИЛАН АЛОҚАСИ.

Математика, компьютер техникаси ва информатика, тиббий статистика биология, биологик физика, анорганик кимё ва биокимё, нормал ва патологик физиология, анатомия, гистология.

ЎҚУВ ЮКЛАНМАСИ ҲАЖМИ

Таълим йўналиши	Фанга ажратилган умумий соат	Ўқув юкланмани аудитория дарслари турлари бўйича тақсимланиши (соатлари)				Мустакил иш
		Жами	Маъруза	Амалий иш	Лаборатория	
Даволаш иши	162	95	16	59	20	67
Педиатрия иши	162	95	16	59	20	67
Стоматология	162	95	16	59	20	67
Касбий таълим	162	95	16	59	20	67

БИОФИЗИКА ФАНИДАН МАЪРУЗАЛАР МАВЗУСИ

№	Маърузалар мавзуси.	Маърузалар мазмуни
1	Кириш. Тиббий ва биологик физика фани, унинг таркибий қисмлари. Тиббий ва биологик физика фанини математика, физика, кимё, биология, биоқимё ва физиология билан боғлиқлиги. Тиббий ва биологик физика фанининг тиббиёт фани ва амалиёти ривожланишидаги аҳамияти. Бакалавр: Организм аъзо ва тўқималарининг фаолияти асосида ётувчи умумий физикавий ва биофизикавий қонуниятлари: - Организм тўқималари ва суякликларининг механик, биоэлектрик ва оптик ҳосса ва хусусиятларини; - Ташқи муҳитнинг физикавий даволовчи ва салбий таъсирларининг асосий биофизикавий механизмлари; - Организм тўқималари ва системаларининг механик биоэлектрик ва оптик хусусиятларини ҳамда ташқи муҳит таъсирларини аниқлашни билиши лозим; Ўқув режасидаги бошқа фанлар билан алоқаси: математика, компьютер техникаси ва информатика, тиббий статистика, биология, биологик физика, анорганик кимё ва биоқимё, нормал ва патологик физиология, анатомия, гистология. Тиббий ва биологик физика фани, унинг таркибий қисмлари. Тиббий ва биологик физика фанини математика, физика, кимё, биоқимё ва физиология фанлари билан боғлиқлиги. Тиббий ва биологик физика фанининг тиббиёт фани ва амалиёти ривожланишидаги аҳамияти.	Биофизика Фани тирик организмда кечадиган жараёнларни ургатиши, биофизикани бўлимлари, биофизикани бошқа фанлар билан алоқаси хақида.
2	Биоэнергетика. Тирик организмлар ва энергия манбалари. Асосий термодинамик катталиклар. Термодинамиканинг биринчи қонуни ва унинг тирик организмга тадбиқи. Эркин энергия манбалари ва уларнинг иш бажариш усуллари. Иссиқлик баланси тенгламаси. Одам ҳарорат гомеостази ва уни бошқариш турлари. Термодинамиканинг иккинчи қонуни. Энтропия тушунчаси. Термодинамиканинг иккинчи қонуни ва уни тирик организмларга тадбиқи. Пригожин теоремаси. Организм ва аъзо хужайраларида энергия турлари уларнинг ўзаро алмашиниш усуллари ва қонуниятлари.	Термодинамика- энергияни бир туридан иккинчи турига алмашиниш қонунларини, иш турларини ургатади. Термодинамик нуктаий назаридан биологик системалар, очик система. Термодинамик жараёнлар қайтар ва қайтмас жараёнлар. Энтропия системани тартибсизлиги тўғрисида.
3	Биомеханика. Қаттиқ жисмларнинг механик хоссалари. Деформация. Деформация турлари. Биологик тўқималарнинг механик хоссалари. Аъзо ва тўқималар фаолиятида уларнинг механик хоссаларининг аҳамияти. Одам таянч-ҳаракат аппарати, бўғимлар ва ричаглар. Эркинлик даражалари. Одам танаси ва ҳаракат аъзолари фаолиятининг динамик қонуниятлари. Эргометрия. Мускул қисқаришининг биофизикаси элементлари.	Биологик тўқималарни механик хоссалари; суяк, тери, қон томирлари, мускуллар механик хоссаларини ургатади. Одам таянч ҳаракати аппаратидаги бугинлар, ричаклар, эркинлик даражалари, вазинсизлик ҳолатлари, ўта юкланиш ва вистибўляр аппарат хақида.

4	Гемодинамика. Сууюқликларнинг механик хоссалари. Сууюқликларнинг қовушқоқлиги ва сирт таранглигининг молекуляр асослари. Сууюқликлар оқими динамикаси. Сууюқлик оқимининг узлуксизлиги қонуни. Оқим турлари. Сууюқликларнинг ёпишқоқлиги. Вискозиметрия. Пуазейл формуласи. Гидравлик қаршилик. Нютон ва нонютон сууюқликлари. Сууюқликларнинг найларда оқиши. Ламинар ва турбулент оқим. Рейнолдс сони. Юрак қон-томир системаси. Юракнинг иши ва қуввати. Қоннинг томирларда оқиши, босим ва тезлик градиентининг ўзгариши. Қоннинг капиллярларда оқиши. Қон айланишининг механик ва электрик моделлари. Сирт таранглик. Капиллярлик ходисалари. Газ эмболияси.	Сууюқликларнинг оқиши ва хоссалари тўғрисида. Нормал ва Анамал сууюқликлар тўғрисида. Клиникада қон қовушқоқлигини ўлчаш усуллари ҳақида. Қон оқшининг механик ва электрик моделлари тўғрисида. Пульс тулкини ва уни тарқалиши, юра киши қуввати ва уни анализи.
5	Биомембранология. Биологик мембраналар тирик организмлар фаолиятининг асоси. Биологик мембраналарнинг моделлари. Ясси ва везикуляр системалар, биологик мембраналарни тузилиши, таркиби, фаолияти ва физик кимёвий хоссалари. Органзлда моддалар транспорти. Пассив транспорт. Диффузия. Диффузия коэффиценти, енгиллашган диффузия. Мембраналар орқали кечадиган диффузия ва унинг тенгламаси. Фик тенгламаси. Биологик мембранада моддалар биофизиковий асослари. Актив транспорт. Ионларни актив транспорт системалари. Махсус транспорт усуллари. Биоэлектрогенез асослари. Мембраналарда диффузия ва фазавий потенциаллар. Тинчлик потенциали. Инверсия потенциали. Ҳаракат потенциали. Ион каналлари. Кузгатиладиган ва кузгатилмайдиган мембраналар. Нерв импульсининг тарқалиши. Ходжкин-Ҳаксли тенгламаси.	Мембраналарнинг тузилиши ва моделлари. Мембраналарнинг физик хоссалари ва мембрана орқали моддалар транспорти. Актив ва пассив транспорт ва уларнинг турлари. Тинчлик ва ҳаракат потенциаллари уларнинг тўқималарда тарқалиш юллари.
6	Биологик электродинамика. Организм тўқималарининг электр ва магнит хоссалари. Биологик тўқима ва сууюқликларнинг ўзгармас токдаги электр ўтказувчанлиги. Рефлексотерапиянинг физик асослари. Ўзгармас токнинг организм тўқималарига таъсирининг механизмлари. Галвани-зация ва электрофорез. Дипол системалар. Тўқималарнинг электрографияси. Электрокардиография. Векторэлектрокардиография. Ўзгарувчан ток. Ўзгарувчан ток занжирида тўла қаршилик (импеданс). Ўзгарувчан ток занжирида резонанс. Организм. Тўқималарининг импеданси. Организм тўқималарининг эквивалент электр схемаси. Реографиянинг физик асослари.	Организм тўқималарининг Тула қаршилиги, импеданснинг частотага боғлиқлиги, реографиянинг физик асослари. Ёругликнинг табиати, Ёруглик дифракцияси ва интерференцияси ходисалари. Максимум, минимум шартлари ҳақида.

7	Молекуляр ва квант биофизикаси. Максвелл назариясининг асосий қоидалари. Электромагнит тўлқинлар. Электромагнит тўлқинлар шкаласи. Паст ва юқори частотали электромагнит майдоннинг организмга таъсирининг биофизикавий асослари. Ёруғлик. Когерент манбалар. Отик квант генераторлари. Дифраксион спектрлар ва уларни монохроматик нурланиш олиш учун қўллаш. Спектрофотометрия. Ситофотометрия. Ёруғликнинг кутбланиши. Кутбловчи қурilmалар Саҳаметрия. Ёруғлик дифраксияси ва интерференцияси. Интерфевенсион микроскопия. Ёруғликнинг ютилиши Бугер-Ламберт қонуни. Бер қонуни. Фотоэлектроколлометрия. Ёруғлик сочилиши. Релей қонуни. Нефелометрия. Толали оптика ва унинг тиббиётда қўлланилиши. Квант сонлари. Бор постулатлари. Квант механикасининг асосий тушунчалари. Квант сонлари. Атом ва молекулаларнинг энергия ютиши ва чиқариши. Люминесценсия, люминесценсия турлари. окс қоида. Биологик системаларда люминесценсия. Биолюминесценсия, Люминесцент микроскоп. Микрофлуорометрия. Поляриметрия. Саҳариметрия.	Люминесценцияни турлари, Люминесцен анализи ҳақида. УБ микроскоплар ҳақида. Иссиқлик алмашиниш ва уларнинг турлари ҳақида. Қуёш нурланишидан: даволашда фойдаланиш, термография ҳақида.
8	Сезги аъзолари биофизикаси. Биологик системаларга таъсири муҳит таъсири биофизикаси. Мураккаб системалар биофизикаси Товуш. Товушнинг физикавий ва психо-физикавий характеристикалари. Вебер-Фехнер қонуни. Доплер эффекти. Клиникада товушни ўлчашга асосланган усуллар. Ультратовуш ва инфратовуш. Вибрация ва унинг организмга таъсири. Қўриш. Қўзнинг оптик системаси. Қўриш биофизикаси элементлари. Радиоактивлик. Радиоактив парчаланишнинг асосий қонунлари. Рентген нурланиши. Активлик, унинг бирликлари. Радиоспектроскопия ва унинг тиббиётда қўлланилиши. Ионловчи нурларнинг дозиметрияси. Доза, доза қуввати ва уларнинг бирликлари. Ядро магнит резонанс. Қуёш нурланиши. Термография. Ультрабинафша ва инфрақизил нурлар ва уларни организм ва ҳужайраларга таъсири. . Организм фаолияти мураккаб система сифатида. Маълумотлар назарияси ва биологик жараёнларни моделлаштириш. Биологик тизимларнинг турли моделлари. Организмнинг аъзо ва системаларининг моделлари, улар фаолиятини бошқарув усуллари, стратегияси.	Клиникада диагностика максималда товушга асосланган усуллар ҳақида. Фонокардиография. Куз оптик системаси, яқиндан ва узокдан қўришлик . Куз сезгирлигининг биофизик асослари ҳақида. Заррачаларнинг тулкин хоссалари, электрон микроскоп, уларни ажрата олиш қўбилияти ва каттлаштириш усуллари. Ионланувчи нурланишнинг организмга таъсири ҳақида. Ионланувчи нурланишдан тиббиётда фойдаланиш юллари. Ионланувчи нурланиш дозалари, ўлчаш усуллари, ундан химояланиш юллари.
	Жами:	16

МАЪРУЗАЛАР МАЗМУНИ

МАЪРУЗА № 2

МАВЗУ: Термодинамика. тирик организмлар ва энергия манбалари. асосий термодинамик катталиклар. термодинамикани 1-қонуни ва уни тирик организмга тадбики. иссиқлик баланси тенгламаси.

Термодинамикани 2-чи қонуни. Энтропия хақида тушунча. Термодинамикани 2-чи қонуни ва уни тирик организмларга тадбики. Пригожин теоремаси. Организм ва аъзо хужайраларида энергия турлари, уларнинг узаро алмашилиши усуллари ва қонуниятлари.

ДАРС ВАҚТИ

90-минутлик маърузанинг хроноқартаси.	ВАҚТ, минут
Тирик организмлар ва энергия манбалари	5
Асосий термодинамик катталиклар	5
Термодинамиканинг биринчи қонуни ва унинг тирик организмга тадбири	5
Эркин энергия манбалари ва уларнинг иш бажариш усуллари	5
Термодинамик системалар таърифи	5
Иссиқлик алмашинув жараёнлари, ички энергиянинг бир жисмдан бошқа жисмга ёки жисмнинг бир қисмидан бошқа қисмига иш бажармай узатилиши.	10
1.Иссиқлик утказувчанлик: 2.Конвекция: 3. Иссиқлик нурланиш: 4.Бугланиш	
Иссиқлик баланси тенгламаси	5
Термодинамиканинг иккинчи қонуни	8
Энтропия тушунчаси	7
Термодинамиканинг иккинчи қонунини тирик организмларга тадбири	10
Пригожин теоремаси	10
Организм ва аъзо хужайраларида энергия турлари, уларнинг узаро алмашилиш усуллари ва қонуниятлари	10
Хулоса	5

МАЪРУЗАНИНГ МАҚСАДИ:

Талабаларни биологик термодинамика қонунлари билан таништириш, жисмларни тузилишини ҳисобга олмасдан улар орасидаги энергия алмашинуви ва уларнинг турлари билан таништириш.

Тирик организмда кузатиладиган иш турлари ва уларни механизмини тушунтириш. Термодинамикани 1-қонуни ва уни биологик системаларга тадбики ҳақида тушунчалар бериш. Одам организми учун энергетик баланс тенгламасини механизмини тушунтириш.

Талабаларни биологик термодинамикани 2-чи қонуни билан таништириш. Термодинамика 2-чи қонунини тирик организмга тадбикини механизмини тушунтириб бериш. Эркин энергия ва боғланиш энергиялар ҳақида тушунча бериш. Тирик ҳужайраларда энергия алмашилиш юллари курсатиб бериш.

Тиббиётда паст температуралардан даволашда фойдаланиш юллари тўғрисида маълумот бериш.

МАЪРУЗАДАН КУТИЛАДИГАН НАТИЖАЛАР.

Талабалар физикани катта бир бўлими – термодинамика ҳақида, термодинамика жисмлар орасида энергия алмашилиши турлари ҳақида тасаввурга эга бўлишади.

Термодинамика системалар ҳақида, термодинамик параметрлар ҳақида, энергия турлари, тирик организмда кечадиган иш турлари билан танишади. Одам организми истеъмол қиладиган овқат нималарга сарф бўлишини ҳамда овқат хазм бўлишида организмда ажралиб чиқадиган иссиқлик микдори нималарга сарф бўлиши ҳақида маълумотларга эга бўлади.

Талабалар термодинамикани 2-чи қонуни ҳақида ва уни тирик организмга қандай тадбик этиш ҳақида маълумотга эга бўлишади. Эркин энергия ва боғланиш энергиялар ҳақида маълумотлар олишади. Энтропия ва энтольпия ҳақида маълумотга эга бўлишади. Тиббиётда анестезия хоссасига эга бўлган совукдан даволашда кулланилиши ҳақида маълумотга эга бўлади.

МАЪРУЗАНИНГ МАЗМУНИ.

1. Биологик системаларни урганишда термодинамик усулининг аҳамияти ва хусусияти.
2. Термодинамикани 1-қонуни.
3. Термодинамикани 1-қонуни биологик системаларда бўладиган жараёнларни анализ қилиш учун куллаш.
4. Организмнинг энергетик баланси. Иссиқлик алмашилиши, иссиқлик алмашилиш турлари.
5. Термодинамикани 2-чи қонуни тўғрисида. Тамсон ва Клазиус таърифлари.
6. Энтропияни узгариши. Энтропия система тартибсизлиги улчови ҳақида.
7. Гомеостаз ҳолати ҳақида.

8. Эркин энергия ички энергиянинг иш бажариш учун ишлатиладиган қисми. Боғланиш энергияси иссиқлик қуринишда бефойда сочилиб кетади.
9. Термометрия ва калориметрия. Криоген усули.

МАЪРУЗА МАТНИ.

Термодинамиканинг биринчи қонуни

Термодинамика – системани ташкил этувчи жисмлар орасида энергиянинг бир туридан бошқасига алмашилиш қонунларини ургатадиган физикани бир бўлимидир.

Системани параметрларига V , P , T , M , C , U , S киради. Агар шу параметрлардан бирортаси узгарганда система ҳолати узғариб қолишига термодинамик жараён деб аталади.

Тирик организмларда энергиянинг асоий манбаси экзотермик оксидланиш жараёнидир. Бунинг учун зарур бўлган кислород атмосфера ҳавосидан нафас олиш давомида ютилади, у шартли равишда ўпка ва тўқималарга бўлинади.

Организмда моддалар алмашинуви энергиянинг бир турдан иккинчи турга ўтиш жараёнлари билан бирга давом этади: **Энергия билан моддалар алмашинуви** ҳаёт-фаолиятнинг асосида ётган ягона жараёндир.

Тирик организмнинг энг зарур хоссалари қуйидагилар бўлиб; энергияни ушлаб олиш, узгартириш ва турли шаклларда жамғаришдир.

Тирик организм озик моддаларнинг химиявий энергиясини сарфлайди ва энергиянинг шу турини организм томонидан бажариладиган барча иш жараёнлари энергиясига айлантириб, ортиқча микдордаги иссиқликни ташқарига чиқаради.

Термодинамиканинг биринчи қонунига биноан турли хил энергиялар бир-бирига айланиши мумкин, аммо юқолмайди ва ўз-ўзидан пайдо ҳам бўлмайди.

Изоляцияланган моддий системанинг тулик энергияси унда содир бўладиган ҳар қандай жараёнда ҳам доимий(ўзгармас)дир.

Энергия- материя ҳаракатининг ўзғариш шаклидир ёки энергия системанинг иш бажара олиш қобилиятидир.

Иссиқлик энергияси, моддани ташкил этувчи ҳамма атом ва молекулаларнинг тартибсиз хаотик ҳаракатидаги кинетик энергиялар йиғиндисидир. **Энергия- материя ҳаракатининг ўзғариш шаклидир.**

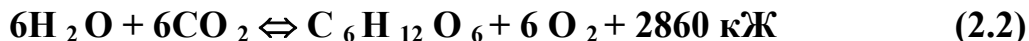
Тирик организмда иш бажарувчи энергия асосан химиявий энергия ҳисобланади.

Химиявий энергия___- атомларнинг молекуладаги боғланиш энергиясидир. Химиявий энергия атомларнинг ташқи орбиталари бўйича ҳаракат қилувчи электронлар энергияси билан боғлиқ.

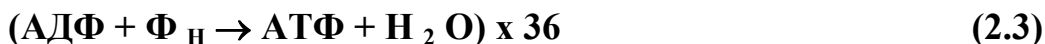
Масалан: Усимлик баргига ютилган қуёш нури **фотосинтез** жараёнини келтириб чиқаради, бунда ёруғлик энергияси

$$E_k = nh\nu \quad (2.1)$$

n -хлорофилл тамонидан ютилган фотонлар сони
 ν - электромагнит тебранишлар частотаси
 органик бирикмалардаги «**захирадаги**» химиявий энергияга айланади, яъни глюкозага.



Бир молекула глюкозадан 36 мол. АТФ синтез килинади.



Глюкозада бир молекула (мол) глюкозадан 236 кЖ энергия ажралиб чиқади ва бунинг натижасида 236 кЖ АТФ синтез килинади.

Глюкозанинг химиявий энергияси хужайралар оксидланиш жараёнида қисман иссиқлик энергиясига айланади, қисман-бошқа шаклдаги химиявий энергияга айланади.

АТФ гидролизи натижасида **осмотик иш** (кичик концентрацияли сохадан катта концентрацияли сохага моддалар кучишига), ионларни юқори электр потенциалли сохасига кучириш (**электрик иш**), мускуллар қисқариши (тирик организмларда)- **механик иш** содир бўлади. Бунда бир қисм химиявий энергия АТФ **осмотик, электрик ва механик** энергияга айланиши кузатилади.

Озик моддалар охириги махсулотларигача оксидланганида энергия ҳосил бўлиб бу энергия ҳаёт - фаолият ва синтетик жараёнларни қувватлаб туришга сарфланадиган ишга айланади. Мана шу ишнинг ҳаммаси пировард натижада иссиқликка айланадики, буни бевосита ва билвосита калориметрия усуллари билан ҳисоблаб чиқиш ва миқдори билан сифати жиҳатидан бир хил озик моддаларнинг калориметрик бомбада ёндирганда олинадиган иссиқлик миқдорига солиштириш мумкин.

Организм тамонидан чиқариладиган юқоридаги иссиқлик шартли равишда **бирламчи иссиқлик** деб аталади.

Оксидланиш жараёнида ҳосил бўладиган энергиянинг 50 % га яқини **макроэргик** боғлар (АТФ)да бўлади. Мана шу боғлар узилганида ажралиб чиқадиган энергия ҳарқандай ишни бажаришга сарфланади, бу иш ҳам натижада иссиқликка айланади. Организмда олдиндан захирада тўпланган макроэргик боғлар узилганида ажралиб чиқадиган ва фаол иш ВАҚТида сарфланадиган иссиқлик ҳам шартли равишда **иккиламчи иссиқлик** деб аталади.

Бирламчи иссиқлик билан иккиламчи иссиқлик уртасидаги нисбат қуйидаги сабабларга кура узгара олади: 1) Организм ҳаёт-фаолияти жараёнлари нормал тарзда борганида энергиянинг 50% дан кўпроги макроэргик боғларда захира бўлиб тўпланади. Паталогик жараёнларда организм томонидан чиқариладиган иссиқликнинг каттагина қисми бирламчи

иссиқликка тўғри келади, чунки бу ҳолда макроэргик боғлар ҳосил бўлиш интенсивлиги пасаяди.

2) Организм томонидан иссиқлик ҳосил қилиниши ва иссиқлик ажратилиши интенсивлигининг нисбатига қараб ўзгаради.

Иссиқлик ажратиш ортганда **иссиқлик ҳосил қилиш** ҳам қўпайиб боради, шунинг натижасида тана ҳарорати доимий__сакланади. Тана ҳароратининг доимий сакланишини тиббиётда **гомеостазис** ҳам деб атайдилар. **Гомеостаз**-грекча суздан олинган бўлиб - **гомео- homoios** - бир хил, **stasis** - ҳаракатсиз ҳолат маъносини билдиради. Организм ички муҳитининг нисбатан таркиби ва хоссалари динамик доимийлиги асосий физиологик функциясидир.

Гомеостаз - бир хил ҳолат деганидир 1948 йилда **Гомеостат** асбобини биринчи бўлиб **У. Эшби** тавсия этган.

Биосистемалардаги асосий энергия шакллари қуйидагича.

Электрик энергия

$Z \cdot e (\varphi_2 - \varphi_1) \rightarrow$ бир молекула учун

$Z F (\varphi_2 - \varphi_1) \rightarrow$ бир моль учун

Осмотик энергия

$kT \cdot \ln \frac{C_2}{C_1} \rightarrow$ бир молекула учун

$RT \cdot \ln \frac{C_2}{C_1} \rightarrow$ бир молекула учун

Химик энергия

$\mu_{02}^1 - \mu_{01}^1 \rightarrow$ бир молекула учун

$\mu_{02} - \mu_{01} = >$ бир моль учун

Изох: L - Электроннинг заряди $= 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл

F - Фарадей сони $= N_A \times C = 9,650 \cdot 10^7$ Кл / кмоль

N_A - Авагадро сони (бир моль моддадаги молекулалар сони).

Z - Ионнинг заряди.

R - Газ универсал доимийлиги.

$R = 8,31 \times 10^3$ Ж / кмоль · К ;

T - Абсолют ҳарорат.

C - Моляр қонцентрация.

K - Больцман доимийлиги.

$K = 1,38 \times 10^{-23}$ Ж / К ;

φ - Электрик потенциал

$\mu_{01} (\mu_{01}^1)$ ва $\mu_{02} (\mu_{02}^1)$ - Химиявий потенциал. (1 ва 2 ҳолатларда).

Асосий термодинамик катталиклар **харорат, ҳажм, босим** ва **зичлик** (**T, V, P** ва **ρ**) аталувчи физик параметрлар хисобланади.

Агар системанинг параметрлари уни атроф муҳитдаги жисмлар билан узаро таъсирлашишида ВАҚТ утиши билан узгармаса, системанинг ҳолати стационар дейилади.

Мисол: Одам танасининг ҳолати, иситилган хона ичидаги ҳавонинг ҳолати ёки хужалик совуткичи ички қисмининг жуда қисқа ВАҚТ оралигидаги ҳолати ва бошқалар.

Системани ташкил этувчи жисмларни микроскопик тузилишини хисобга олмаган ҳолда улар орасида энергия алмашинуви мумкин бўлган системаларни - термодинамика ёки термодинамик система дейилади.

Термодинамик системаларни **мувозанатли** ва **нумувозанатлига** ажратадилар.

Биологик системалар нумувозанатли системалардир.

Оддийгина **темодинамика** деб аталувчи мувозанатли термодинамика, мувозанатли шароитда бўлган модданинг ёки термодинамик системани иссиқлик харорати билан боғлиқ бўлган умумий хоссаларини урганувчи таълимотдир.

Термодинамика таълимоти асосида иссиқлик ва бошқа тур энергияларнинг узаро алмашинуви ётади. Термодинамик, физик катталиклар макроскопик параметрлардир.

Термодинамика тушунчалари (элементлари) механика ёки молекуляр физикадаги тушунчалардан бир мунча фарк қилади. Механикада жисм бирор санок системасига нисбатан **тинч турган** бўлса, жисм **мувозанат ҳолатда** дейилади. Термодинамик мувозанат деганда системанинг ҳолатини белгиловчи **макроскопик катталикларнинг узгармас** бўлиши тушинилади, ваҳоланки айни бир пайтда системани ташкил этувчи заррачалар (атом, молекула) мураккаб ҳаракатда бўлади.

Атроф муҳит билан узаро боғланишнинг характериға қараб уч хил системани бир-биридан фарк этиш лозим:

1.Очик система.

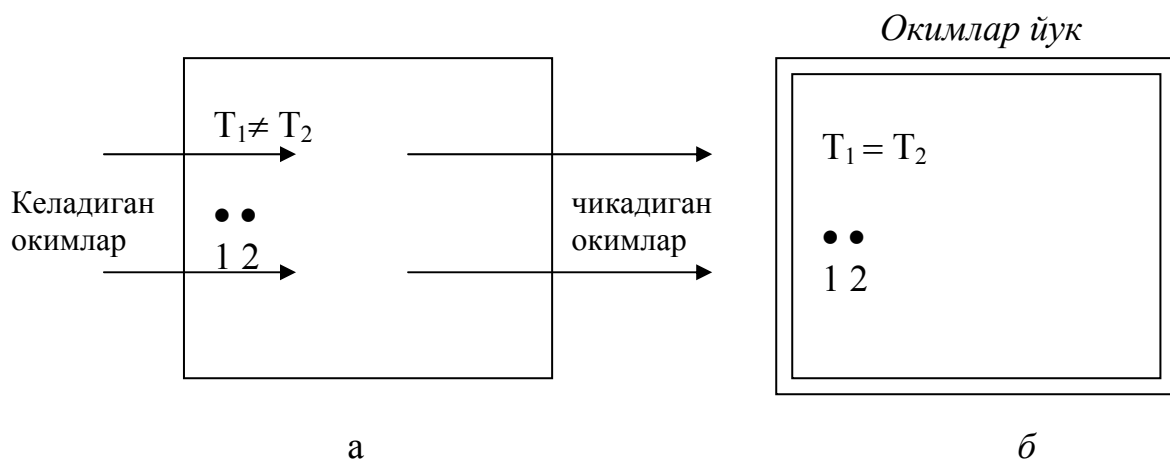
2.Ёпик система.

3. Изоляцияланган система.

1. Агар система, бошқа системалар билан **ҳам модда, ҳам энергия** алмашса, бундай система **очик термодинамик система** дейилади.

2. Агар система, бошқа системалар билан фақатгина **энергия** алмашса, ёпик (берк) термодинамик система дейилади.

3. Агар система, бошқа системалар билан **модда ҳам, энергия ҳам** алмашмаса изоляцияланган термодинамик система дейилади.



2.1.-расм

Реал дунёда изоляцияланган система йўқ.

Биологик системалар очик термодинамик системалардир. Термодинамик системанинг иссиқлик ва бошқа тур энергияларнинг узаро алмашинуви натижасида бир мувозанат ҳолатдан иккинчи бир мувозанат ҳолатга утиши термодинамик жараён ёки процесс деб айтилади.

Термодинамиканинг биринчи қонуни иссиқлик жараёнлари учун энергиянинг сақланиш қонунидир.

Системага берилган иссиқлик миқдори системанинг ички энергиясини узгартириш ва система тамонидан бажариладиган ишга сарф бўлади.

$$Q = \Delta U + A \quad (2.4)$$

Q- иссиқлик миқдори.

ΔU - системанинг ички энергияси.

A - бажарилган иш ёки Q, A нинг жуда кичик кийматлари ва ΔU - нинг кичик ортирмалари учун

$$dQ = dU + dA \quad (2.5)$$

деб ёзиш мумкин.

Айрим ҳолларда термодинамиканинг биринчи қонуни қуйидагича ҳам тарифланади: **Система ички энергиясининг узгариши система томонидан бажарилган иш ва сарфланган иссиқлик миқдорининг йигиндисига тенг:**

$$\Delta U = \Delta Q + \Delta A \quad (2.6)$$

Термодинамиканинг биринчи қонуни турли энергия шакллариининг эквивалент миқдорда бир-бирига айланишларини изохлайди, лекин термодинамик жараённинг қандай юналишида содир бўлишини курсатиб

бера олмайди. Шунинг учун табиатдаги ходисаларни тушунтиришда термодинамиканинг биринчи қонуни етарли эмас.

Масалан: 1. Таёкнинг харорати баланд бўлган қисмидан, харорати паст бўлган қисмига иссиқлик узатилади. 2. Юқорига кўтарилган жисм, унга имқоният тугдирилса, пастга тушиб кетади. Унинг потенциал энергияси кинетик энергияга ва нихоят иссиқлик энергиясига айланади.

Термодинамиканинг биринчи қонунига мувофик таёкнинг совук учидан иссиқ учига иссиқлик узатилиши, юқоридан пастга тушган жисм эса, сарф қилган энергиялари хисобига олдинги баландлигига кўтарилиши мумкин. Аммо ташкаридан ҚЎШИМЧА энергия олмай туриб таёкнинг совук учидан иссиқ учига иссиқлик узатилмайди, жисм эса олдинги баландлигига кўтарилмайди.

Термодинамиканинг биринчи қонунидан Гесс қонуни келиб чиқади. Бу қонунга кура: **“Химиявий жараённинг иссиқлик эффекти оралик боскичларга боғлиқ бўлмай балки химиявий системанинг дастлабки ва охириги ҳолатлари билан белгиланади, ҳолос”**.

Озик-овкат маҳсулотлари калорияларини аниқлаш учун Гесс қонуни тиббиётга кенг тадбик этилади.

Термодинамиканинг биринчи қонунини биологик системаларга тула-туқис тадбик қилиш мумкин.

Тирик материянинг энг умумий хоссаси иссиқлик ажратиш хоссасидир.

Модда алмашинуви содир бўладиган ҳамма хужайраларда иссиқлик ажралади.

Хар қандай физиологик функциялар ҳам иссиқлик ажралиши билан ўтади.

Лавуазье (1780 йил) ва Лаплас, ташки иш бажарилмайдиган ВАҚТда организм томонидан чиқариладиган умумий иссиқлик микдори овкат таркибига кирадиган органик моддаларни CO_2 ва H_2O гача ёндиришга сарфланадиган иссиқлик микдорига жуда яқин бўлишини хайвон ва одамлар устида утказилган кўпдан-кўп тажрибалар орқали исбот этдилар.

Системалар химиявий хоссалари тавсифи учун аҳамиятга эга бўлган асосий термодинамик тушунчалардан бири ички энергиядир. Системанинг ички энергияси деб, куздан кечирилагай системадаги энергиянинг ҳамма турларига айтилади.

Системанинг ички энергияси моддаларнинг массаси, табиати ва ташки шарт-шароитларига боғлиқ. Ички энергиянинг абсолют қийматини ўлчаш эҳтимоли юк.

Одамнинг бир суткалик иссиқлик баланси:

Кирим

Озик моддалар:

56,8 оксил - 237 ккал

140г ёғ - 1307 ккал

79,9 углеводлар - 336 ккал

Чиким

Чиқарилган иссиқлик - 1374 ккал

Нафасдан чиқадиган газлар - 43 ккал

Ахлат ва сийдик - 23 ккал

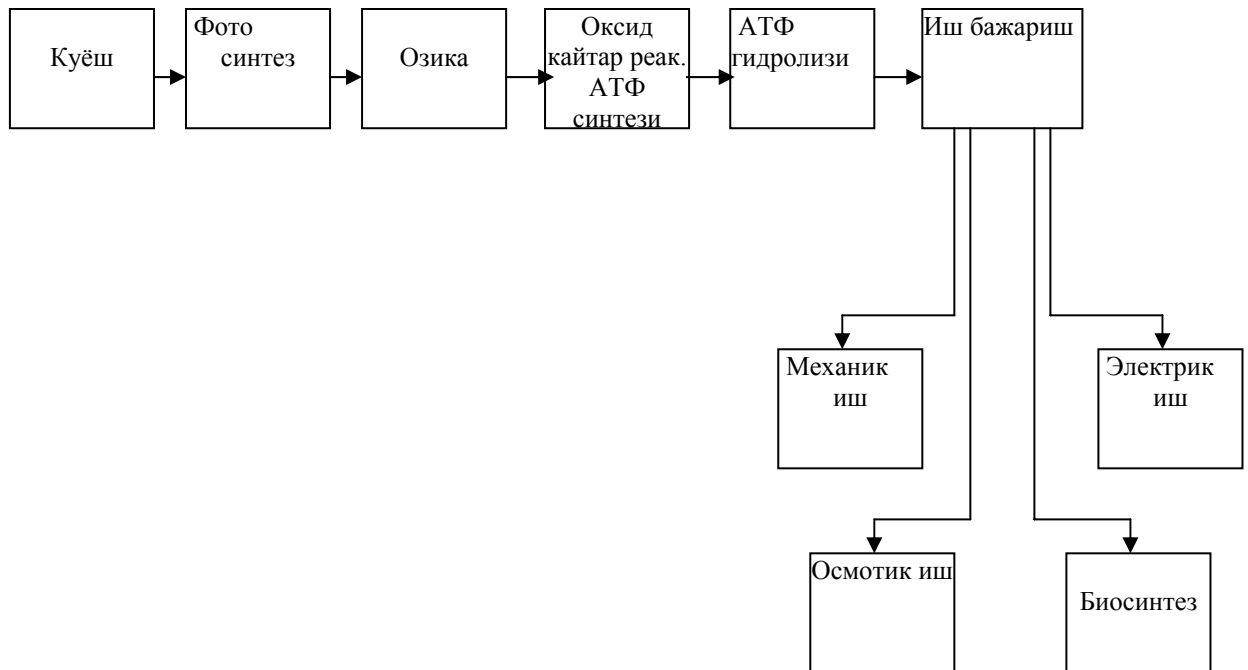
Нафасдан чиқадиган буглар - 181 ккал

Теридан чиқадиган буглар - 227 ккал

Хар хил тузатишлар - 11 ккал

Жами: 1879 ккал
Ёки 7891,8 жоуль

Жами: 1859 ккал
Ёки 7807,8 жоуль



2.2-расм

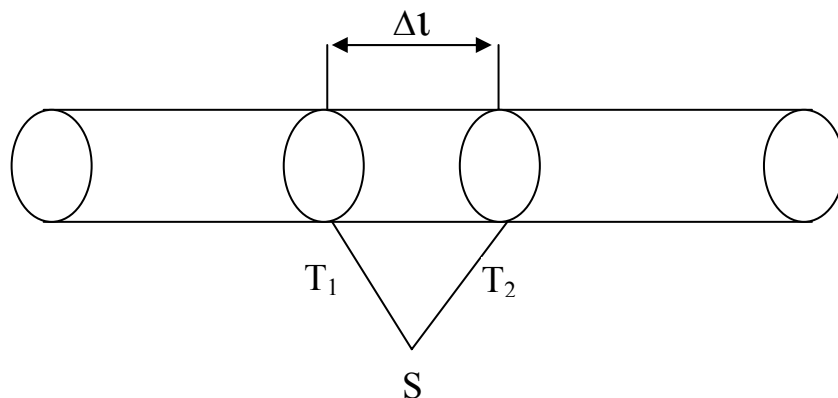
Ички энергиянинг бир жисмдан бошка жисмга ёки жисмнинг бир қисмидан бошка қисмига иш бажармай узатилишини иссиқлик алмашиниши дейилади.

Иссиқлик алмашиниш бир қанча усуллар билан амалга ошириши мумкин:

1. **Иссиқлик утказувчанлик,**
2. **Конвекция,**
3. **Иссиқлик нурланиш,**
4. **Бугланиш.**

Иссиқлик утказувчанлик йўли билан иссиқлик узатилиши модда зарралари бир-бири билан тукнашиши натижасида бўлади.

Масалан, стержен олайлик:



2.3.-расм

Бундай стерженнинг икки бир-бирига паралел, хароратлари T_1 , T_2 бўлган S_1 , S_2 кесимлари орасидаги узатиладиган иссиқлик микдори, шу кесимларнинг юзи (S)га ва улар орасидаги абсалют хароратлар айирмасига (dT) ҳамда иссиқлик утиб турган (Δt) ВАҚТга тўғри пропорционал бўлиб, улар орасидаги масофа ($\Delta \ell$) га тескари пропорционалдир, яъни:

$$\Delta Q = k \cdot \frac{T_1 - T_2}{\Delta \ell} \cdot \Delta t \cdot S. \quad (2.7)$$

бунда k - Иссиқлик утказувчанлик коэффиценти модданинг табиатига боғлиқ, ёки

$$\Delta Q = k \cdot \left(\frac{dT}{d\ell} \right) \Delta S \cdot \Delta t; \quad (k = \text{жс} / \text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{К}) \quad (2.8)$$

Иссиқлик таркалиши юналишига тик бўлган S - юзадан бирлик ВАҚТ ичида ўтаётган иссиқлик микдори ΔQ - ни шу сиртдан утувчи иссиқлик оқими Φ_s дейилади:

$$\Phi_s = \frac{\Delta Q}{\Delta t}; \quad (2.9)$$

ёки

$$\Phi_s = k \cdot S \cdot \frac{T_1 - T_2}{\Delta \ell} \quad (2.10)$$

Одам танасининг уртача солиштирма иссиқлик сигими

$$C_o = 0,88 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град.}} \text{ га тенг.}$$

Тўқималар солиштирма иссиқлик сигими

1. Ясси суяклар 0,30
2. Найли суяклар 0,71
3. Ёг тўқималари 0,71
4. Қон 0,93
5. Одамнинг барча қисмлари 0,82 : 0,95
6. Одам бутун танаси 0,80

Суяк ва газларнинг иссиқлик утказувчанлиги кичикдир.

Иссиқликнинг **конвекцион** усул билан алмашинуви табиатда кенг тарқалган. Сув конвекцияси уйларни иситишда кенг қулланилади.

$$\Phi_k = K_k \cdot S \cdot (T_1 - T_2) \quad (2.11)$$

ёки

$$Q_k = K_k \cdot S \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t \quad (2.12)$$

K_k = конвекцион иссиқлик берилиш коэффиценти, конвекция юзага келадиغان мухитнинг(сув, хаво) хоссаларига, иссиқлик берадиغان сиртнинг хоссаларига, иссиқ сиртни ураб олган мухитнинг қандай жойда

урнатилишига боғлиқ. Улчов бирлиги $\text{ж} / \text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Кельвин}$ ёки масалан силлик вертикал девор хаво билан уралган бўлса,

$$K = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ ж} / \text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Кельвин}$$

Нурланиш билан иссиқлик алмашинувида мухит бўлиши шарт эмас, вахоланки иссиқлик утказувчанлик ва конвекция усули билан иссиқлик алмашинувида бирор мухит (яъни воситачи) бўлиши керак. Нурланиш хавосиз фазода ҳам таркалади. Харорати абсалют нолдан фарк килувчи хар кандай жисмдан иссиқлик нурланади.

Масалан одам танаси ҳам доимо иссиқлик нурлаб туради, унинг тулкин узунлиги инфракизил сохада ётган бўлиб максимуми тахминан $\lambda = 9000 \text{ Нм}$ га тўғри келади.

Жисмларда содир бўладиган иссиқлик нурланишини хисоблаш учун **Стефан - Больцман** (Абсалют кора жисм энергетик ёритувчанлиги) қонунидан фойдаланилади, яъни:

$$R = \sigma \cdot T^4 \quad (2.13)$$

σ - Стефан – Больцман доимийси. $\sigma = 5,6696 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}^4$

Кулранг жисмлар учун эса,

$$R_k = \alpha \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (2.14)$$

α - ютиш коэффициенти.

Одам териси: $\alpha = 0,9$

Жун, ипак: $\alpha = 0,76$

Пахта тўқималари (ип газламалари): $\alpha = 0,73$

Одамнинг атроф мухитга узаро таъсирланиши туфайли нурланиш орқали юкотадагидан кувватини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$P = P_1 - P_0 = S \cdot \sigma \cdot (T_1^4 - T_0^4) \quad (2.15)$$

Яланғоч одам бир секундда $= 122 \text{ ж} / \text{с}$ энергия юкотади.

$$P = 1,5 \cdot 5,1 \cdot 10^{-8} \cdot (306^4 - 291^4) \text{ ж} / \text{с} = 122 \text{ ж} / \text{с}$$

бунда:

$S = 1,5 \text{ м}^2$ одам танасининг юзаси.

$\sigma = 5,1 \cdot 10^{-8} \text{ ж} / \text{м}^2 \cdot \text{К}^4$ одам териси учун Стефан - Бальцман доимийси

$T_0 = 291^\circ \text{ К}$; $t_0 = 18^\circ \text{ С}$ - мухитнинг харорати.

$T_1 = 306^\circ \text{ К}$; $t_1 = 33^\circ \text{ С}$ - тана териси сиртининг харорати

Бугланиш йўли билан иссиқлик алмашинув, тери сиртидаги сув, буглари ўпкадан бўладиган бугланишга боғлиқ.

Одам танасидан (организмидан) чикадиган умумий иссиқлик микдорининг **30% ни бугланиш** орқали иссиқлик алмашинув ташкил этади.

Сувнинг солиштирма бугланиш иссиқлиги ($C = 580 \text{ ккал} / \text{кг}$) жуда катта бўлганлиги учун **тери сиртидан** ва **ўпкадан бўладиган** бугланиш хисобига катта энергия чиқади.

Хар суткада ўпка орқали бўладиган бугланишда тахминан $m = 350$ грамм сув буги хосил бўлади. Нормал терлашда атрофдаги мухитнинг харорати ($16 : 18$) °C бўлганда бир суткада $m = 500$ грамм сув тери орқали бугланади. Ўпка ва тери орқали $m = 850$ грамм бугланиши учун иссиқлик берилиши энергияга айланганда 493 ккал ни ёки $2 \cdot 10^6$ Жоулни ташкил этади.

Бир сутка ичида одам **1700 ккал** иссиқликни атрофдаги мухитга беради, шундан 20% (340 ккал) **иссиқлик утказувчанлик ва аконвекция**, 50% (850 ккал) **нурланиш** билан бўлса, 30% (510 ккал) **бугланиш**ни ташкил этади. (600 – 800) ккал иссиқликка эквивалент механик ишга сарфланса, бир суткалик умумий энергия берилиши тахминан (2300 – 2500) ккал ташкил этади.

Иссиқ мухит билан даволашда кўп иссиқлик захираси (запаси) га эга бўлган ва иссиқликни организмга аста-секин берадиган мухитлардан фойдаланилади.

Бундай мухитлар, биринчидан, катта солиштирма иссиқлик сизимига эга бўлиши ва иккинчидан, иссиқлик утказувчанлиги кичик бўлиши керак.

Айниқса **сув, торф, шифобахш балчиклар, парафин, кумлар** ана шундай мухитлар туркумига киради. Даволашда ишлатиладиган сувнинг иссиқлик утказувчанлиги ва конвекцияси катта бўлгани учун харорати 45 °C дан ошмаслиги керак. Иссиқлик утказувчанлиги сувга нисбатан кичик бўлган торф ва балчикларнинг харорати 50 °C гача бўлиши мумкин.

Балчик мухитлар организмга бир томондан иссиқлик билан таъсир этса, иккинчи томондан, таркибидаги хилма-хил моддалари тери орқали организмга утиб, биохимиявий таъсир курсатади.

Иссиқлик билан даволашда кулланиладиган мухитлардан яна бири парафиндир.

Харорати (60 – 70) °C иситилган парафин тери устига калин қатлам қилиб ёйилади, унинг иссиқлик утказувчанлиги катта эмас, конвекцияси эса юк, иссиқлик сизими катта. Парафиннинг терида тегиб турган қатлами совиб қотади ва юқори қатламларини таъсири каттадир.

Даволашда кум ва лойдан ҳам фойдаланилади.

Хулоса қилиб айтганда тирик организм хаёт фаолиятида узлуксиз равишда энергия ишлатиш билан боғлиқ.

Бир томондан озука моддаларининг организмда қайта ишланиши хисобига иссиқлик пайдо бўлса, иккинчи томондан организм ташқарига иссиқлик чиқариб туради.

Одам организми **иссиқ қонлик** ёки **гомойотермли**, яъни тана харорати доимийдир. Ташки мухитга қараб тана харорати узғариб турадиган хайвонларни **совук қонли** ёки **пойкилотермли** деб аталади.

Масалан: бақанинг ҳаракатини хароратга қараб кузатсак, танаси харорати $t^{\circ} = 0^{\circ}\text{C}$ бўлганда $\ell = (10 : 15)$ см га сакрайди, гавда ҳаракати $t^{\circ} = (20 : 25)^{\circ}\text{C}$ бўлганда эса $\ell = 100$ см гача сакрайди.

Организмда иссиқлик ҳосил бўлиши **Химиявий терморегуляция**, организмдаги иссиқликнинг ажралиши **физик терморегуляция** деб аталади.

Термодинамиканинг биринчи қонунини тирик организмга тадбиқ қилиб уни қуйидагича таърифлаш мумкин: **Озука моддалар ҳисобидан пайдо бўладиган иссиқлик энергияси (Q) атроф мухитга бериладиган иссиқлик микдори (Q_й) урнини компенсация (қоплаш) ҳамда организм бажарадиган (A) ишга сарф бўлади:**

$$Q = Q_{\text{й}} + A \quad (2.16)$$

Бу қоида **одам организми учун иссиқлик баланси тенгламасидир.**

Бу тенгламада организмнинг усиши, тўқималарнинг янгилалиши, “запас” (жамгарма) ҳосил бўлиши ва бошқа далиллар ҳисобга олинмаган. Бу тенгламадаги ҳар бир микдорни тажрибада аниқлаш мумкин.

1780 йилда **Лавуазье** ва **Лаплас** мисдан ясалган калориметр ичига денгиз чучкасини қуйиб тажриба утказганлар. Бу усул иссиқ қонли хайвонлар O_2 ни нормал истемол қилиб CO_2 ажратганда ҳосил бўладиган иссиқликни ҳисоблашга асослангандир.

Овқат таркибига кирган органиқ моддалар (оксил, ёғ, углевод) CO_2 ва H_2O гача ёнганда ажралган иссиқлик микдори ҳисобланади.

Масалан, шакар (углердларининг) ёниши қуйидагича аниқланади:



1 моль глюкозанинг (180 грамм) оксидланишида 6 моль O_2 газининг сарфланиши, (1 моль газ 22,4 л ҳажми эгаллайди) 6 моль H_2O ва 6 моль CO_2 газининг ҳосил бўлиши **678 ккал** иссиқлик ажралиши билан юз беради.

Демак 1 л. O_2 сарфланиши ёки 1 л. CO_2 нинг ажралиши эса **5,047 ккал** иссиқлик ажралишига олиб келади.

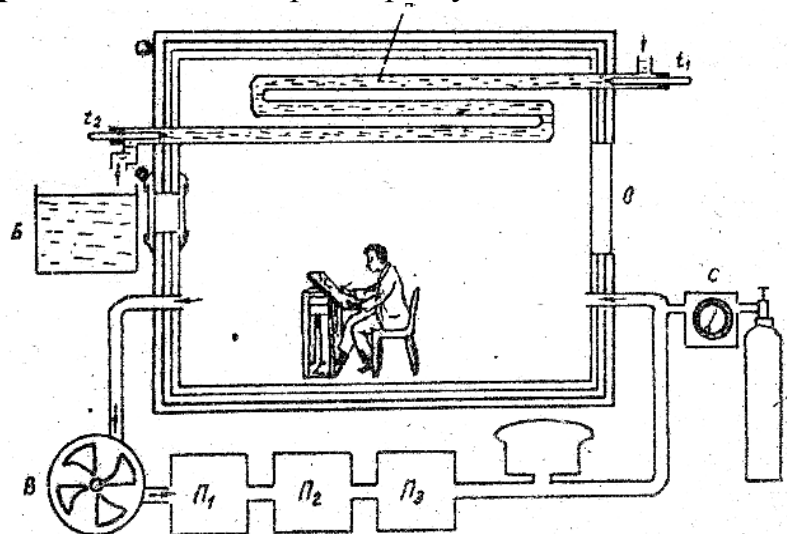
Шундай қилиб, сарфланадиган O_2 микдорини ёки ажралган CO_2 газ микдорини литрларда ҳисоблаб, 5,047 ккалорияга кўпайтириш билан ажралган иссиқлик микдорини ҳисоблаш мумкин.

Организмдан ажралиб чиққан иссиқлик микдорини икки усул билан аниқлаш мумкин: 1) Озука моддаларининг оксидланиши учун сарфланган O_2 микдорини ва ажралган CO_2 микдорини аниқлаб, ажралган иссиқлик микдорини ҳисоблаш.

2) Калориметр ёрдамида организм чиқазган иссиқлик микдорини тажрибада ўлчаш.

Организмнинг аτροφ мухитга берадиган иссиқлик миқдорини аниқ ҳисоблаш учун махсус ясалган **биокамерадан - биокалориметрдан** фойдаланилади.

Этуотер - Бенедикт калориметри қуйидагича:



2.4.-расм

Камера иссиқлик утказмайдиган девор билан чегараланган;

Д - камерани ёритиш учун **дере́за**,

В - шамоллатиб туриш учун **вентилятор**.

Вентилятор камерани ортикча карбонат ангидриддан, намликдан тозалаб туради.

П₁ - П₂ - П₃ - Нам ютгичлар системаси.

Р – баллондан, С - Счё́тчик (ҳисоблагич) орқали камерага кислород киритилади, натижада камерани кислород билан бойитилади. Калориметрик найлар системасидан сув оқиб туради. Камерага оқиб кираётган ва чиқаётган сув ҳароратлари термометрлар билан (t_1 ва t_2) ўлчанади. Б - идиш тагига оқиб тушган сув миқдорини ўлчаб, унинг бошлангич ва кейинги ҳароратларини (t_1 , t_2) билган ҳолда сувни иситишга сарфланган иссиқлик миқдорини аниқлаш мумкин.

Бугланиш йўли билан организмда чиказилган наминг миқдорини эса ютгичлар (П₁, П₂) воситаси билан аниқлаб олинади. Нам ютгич (П₃) воситаси билан ажралган СО₂ миқдори аниқланади.

Тажриба натижасида калориметрик усул билан одам томонидан чиказилган иссиқлик миқдори, ютилган кислороднинг миқдори, ажралган СО₂ миқдори бевосита ўлчаниши мумкин. Олинган натижаларга кура оксил, ёғ, углеродлар алмашинуви балансини аниқлаш мумкин.

Иссиқлик балансининг ҳисоблашда тажриба шундай олиб борилиши керакки, бунда **иккиламчи иссиқлик** пайдо бўлиши минимал бўлмоғи зарур, акс ҳолда юқорида келтирилган мулохаза ва ҳисоблашлар бекор бўлиш эҳтимоли бор.

Абу Али Ибн Сино кўплаб тажрибалар ва клиник кузатишлар натижасида қуйидаги хулосага келди, ҳамма ҳаёт ходисалари асосида **икки карама-каршилиқ** ётади:

«Иссиқлик – совуқлик» ва **«қуруқ - нам»** бу тўртта асоснинг мувозанатлашуви организмнинг соғлом ҳолатини ташкил этади.

Бизнинг эраимиздан олдин Қадимги Грек ҳаками ва философи **Эмпедокл** (490:400 йиллар эраимизгача), моддаларнинг (нарсаларнинг) рангбаранг қуриниши тўртта илдизга боғлиқ: **Ер, сув, ҳаво ва олов**. Дунёнинг моддий асоси ана шу илдизлар бўлиб **аниқ физикавий қуринишга** эгадир.

Ерга - совуқлик ва қуруқлик ҳос бўлса, **сувга** - совуқлик ва намлик, **ҳаво** - эса кизиган ва нам, **олов** – киздириши билан характерлидир. **Эмпедоклнинг** фикрича, юқоридаги асосларни қушилиши ёки бўлиниши (ажралиши) икки карамақарши қучнинг **«дустлигига»** ва **«душманлигига»** олиб келади..

Ундан кейин **Гиппократ** бизнинг эраимизгача (460 – 377 йилларда) **Эмпедокл** таълимотидан фойдаланиб, шу жумладан **Гален** (129 – 201 йиллар эраимиздан олдин) организмнинг тўрт бош суюқлиги (соки), (**қон, сулак, сарик ва кора ут**) таълимоти асосида тўрт мижоз (темперамент) **классификациясини** (синфини) тузишга ҳаракат қилдилар.

Гиппократнинг юқоридаги классификациясига мувофиқ, ҳамма одамлар қуйидаги **тип (темперамент) га** бўлинадилар:

- 1. Холериклар**
- 2. Сангвиниклар**
- 3. Меланхоликлар**
- 4. Флегматиклар.**

Термодинамикани 2-чи қонуни.

Иссиқлик жараёнлари учун энергиянинг сақланиш қонуни ҳисобланган термодинамиканинг биринчи қонуни жараёнларда иштирок этадиган энергиянинг ҳар хил шакллари уртасидаги микдорий аниқлашга ёрдам беради, лекин уша жараённинг утиши мумкин-мумкин эмаслиги тўғрисида ҳамда унинг қайси томонга қараб авж олиб бориши тўғрисида ҳеч нарса айтилмайди.

Масалан: Термодинамиканинг биринчи қонунига биноан иссиқлик алмашилишида иссиқликнинг иссиқроқ жисмдан совуқ жисмга уз-уздан утиши мумкин бўлганидек, бунинг тесқариси, иссиқликнинг совуқроқ жисмдан иссиқроқ жисмга утиши ҳам мумкин. Лекин қундалиқ тажрибалардан маълумки, табиатда иккинчи жараён амалга ошмайди.

Термодинамиканинг иккинчи қонуни энергия айланишининг ҳамма жараёнлари энергиянинг маълум бир қисми иссиқлик қуринишида сочилиши билан ўтади деб ургатади.

Энергиянинг ҳамма тури ҳам ҳамиша тулик иссиқликка айланиши мумкин, лекин иссиқликнинг иш жараёнлари энергиясига ўта оладиган энергияга тулигинча қайта айланиши мумкин эмас.

Классик термодинамика қонунларини мувозанат ҳолатида ёки мувозанатга яқин ҳолатда турган системаларни куздан кечиришда тадбиқ қилиш мумкин.

Мувозанат ҳолати системанинг максимал (стабиллиги) тургунлиги билан таърифланади; Системада бўлиб ўтадиган ҳар қандай узғаришлар уни мувозанатга яқинлаштиради. Ҳам тўғри юналишда, ҳам тесқари юналишда ўтадиган жараёнлар **қайтар жараёнлар** деб аталади. Фақатгина бир юналишда ўтадиган жараёнлар **қайтмас жараёнлар** дейилади.

Қайтар термодинамик жараён деб атрофдаги муҳитда қандай бўлмасин бирор хил узғаришларсиз системанинг дастлабки ҳолатга қайтиб келишига юл қуёвчи жараёнга айтилади.

Бунинг тесқариси қайтмас жараён ҳисобланади. **Ҳамма реал жараёнлар қайтмасдир.** Тирик организмларни ҳам уз ичига оладиган очик системаларда утувчи жараёнлар табиатан қайтмас жараёнлардир.

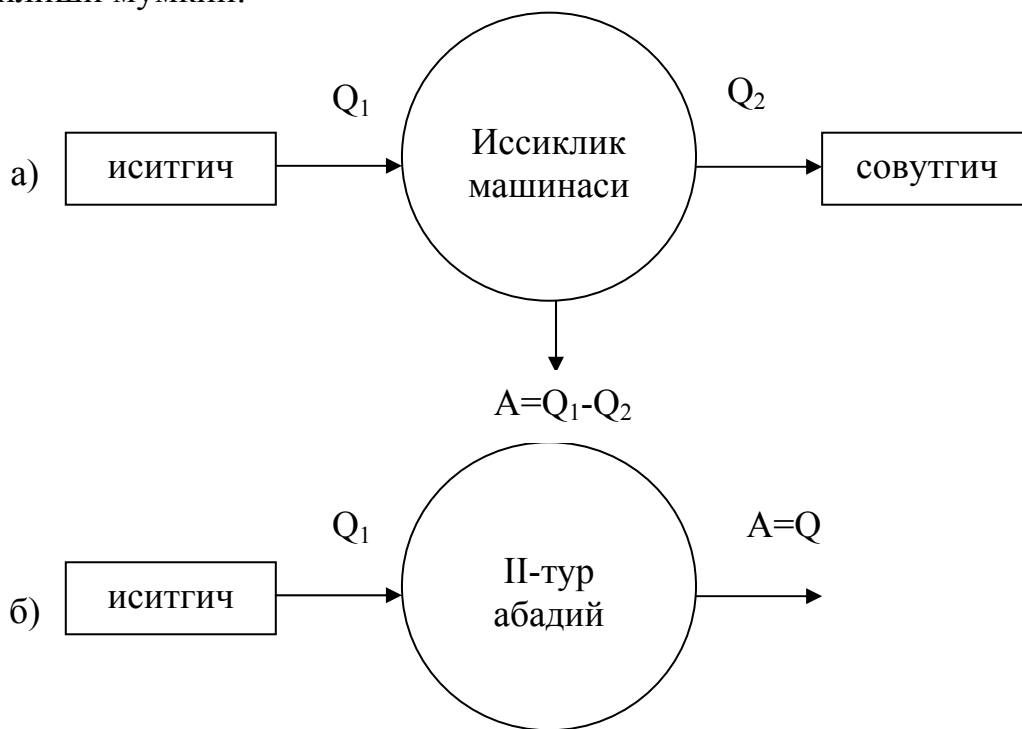
Термодинамика иккинчи қонунининг бир неча таърифлари мавжуд.

1.Клаузиус таърифи: Иссиқлик уз-уздан ҳарорати паст бўлган жисмдан ҳарорати юқори бўлган жисмга ўта олмайди.

2. Томсон таърифи: Бир жисмнинг совиши ҳисобига иссиқликнинг ишга айланиши мумкин бўлган ягона даврий жараён бўлиши мумкин эмас (Абадий двигател).

Иссиқлик машинасида берилган иссиқлик миқдори ҳисобига иш бажарилади, аммо бундай иссиқликни бир қисми албатта совитгичга узатилади.

Термодинамиканинг иккинчи асосига мувофиқ бўлиши мумкин бўлган ва бўлиши мумкин бўлмаган даврий жараёнлар қуйидагича схемада курсатилиши мумкин.



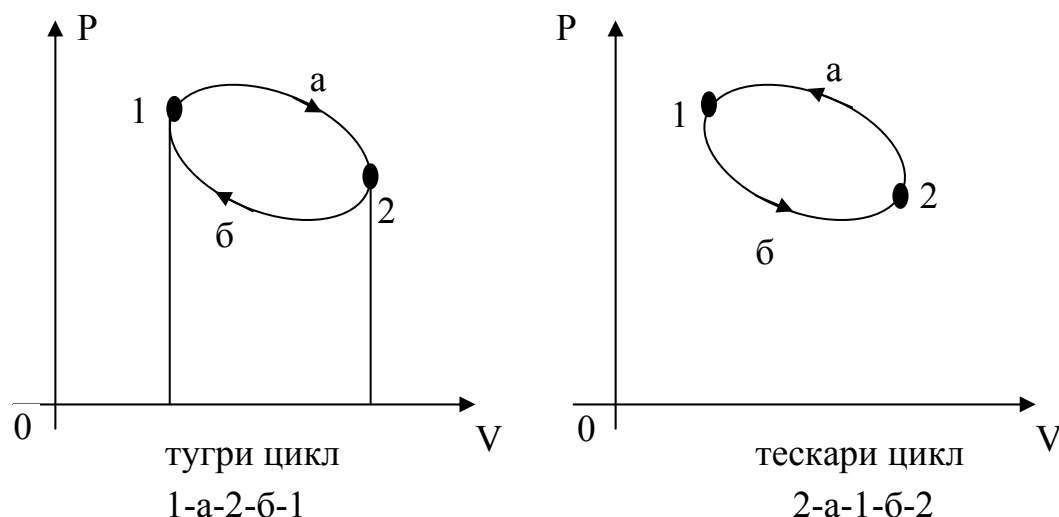
2.5.-расм

Системанинг узини бошлангич ҳолатига кайтариш жараёни **цикл** ёки **айланма** жараён дейилади.

Тўғри ва тескари цикл мавжуд.

Тескари цикл совитгич машинасини ишига мос келса, тўғри цикл иссиқлик машинасининг ишига мосдир.

Масалан: График равишда ифодаласак.



2.5.-расм

Бажарилган ишнинг ишчи модда томонидан исситкичдан олинган иссиқлик микдорига нисбати **иссиқлик машинасининг** ёки **тўғри циклнинг фойдали иш коэффиценти** дейилади.

$$\eta = A/Q \quad (2.17)$$

Бажарилган иш иссиқлик микдорларининг алгебраик йигиндисига тенг бўлганлиги учун:

$$A = Q_1 + Q_2 \quad (2.18)$$

демак

$$\eta = (Q_1 + Q_2) / Q_1 \quad (2.19)$$

Бунда Q_1 – мусбат, Q_2 –манфийдир. (Q_1 - ишчи модда ҳосил қилган иссиқлик микдори, Q_2 – ишчи модданинг совитгичга берган иссиқлик микдори).

Кайтувчан жараёнлар учун **Карно** циклнинг фойдали иш коэффиценти (ФИК) факат иситгичнинг ва совитгичнинг ҳароратлари T_1 ва T_2 га боғлиқлигини исботсиз курсатганимизда қуйидагича ифодаланади:

$$\eta = (T_1 - T_2) / T_1 \quad (2.20)$$

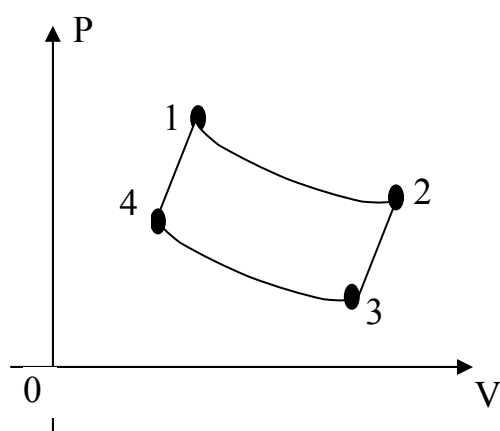
График равишда ифодаласак,

Карно термодинамиканинг иккинчи қонунига асосланиб, айти бир исситгич ва совитгичли иккита изотерма ва иккита адиабатадан иборат цикл бўйича ишловчи ҳамма қайтувчан машиналарнинг Ф.И.К. бир-бирига тенг бўлиб, ишчи моддага ва циклни бажарувчи машинанинг канструкциясига боғлиқ эмас: **Қайтмас машинанинг Ф.И.К. қайтувчан машинанинг Ф.И.К - дан кичикдир.**

Бу коидаларни математик ифодасини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$(Q_1 + Q_2) / Q_1 \leq (T_1 - T_2) / T_1 \quad (2.21)$$

Бу ерда тенглик « = » ишораси **қайтувчан** циклга, « < » ишораси эса **қайтмас** циклга тегишлидир.



1-2, 3-4-Изотермалар
2-3, 4-2-Адиабаталар

Бу циклда ишчи модда
идеал газ хисобланади

2.6.-расм

Икки жисм орасидаги иссиқлик алмашилиш иш бажарилмасдан юз беради деб фараз қилинса, яъни $Q_1 + Q_2 = 0$ у холда $T_1 - T_2 > 0$ ва $T_1 > T_2$, бу эса уз-узича ўтаётган жараёнда иссиқлик харорати юқорирок бўлган жисмлардан харорати пастрок бўлган жисмга ўтади, деган **Клаузиус таърифига** мос келади.

Агар иссиқлик машинаси иссиқлик алмашилиши жараёнида олган энергиясини тула иш бажариш учун сарф қилиб, совитгичга энергия узатмаса, у холда $Q_2 = 0$, бўлгани учун $(1 - T_2 / T_1) \leq 1$, Лекин бундай бўлиши мумкин эмас. Чунки T_1 ва T_2 мусбат.

Бундан **Томсоннинг** иккинчи тур абадий двигатель бўлиши мумкин эмас, деган таърифи қилиб чиқади ва қуйидаги ифодани ёзиш имқонияти тугилади:

$$1 + Q_2 / Q_1 \leq 1 - T_2 / T_1 \quad (2.22)$$

ёки

$$Q_1 / T_1 + Q_2 / T_2 \leq 0 \quad (2.23)$$

Ишчи модда томонидан олинган ёки берилган иссиқлик микдорининг, иссиқлик алмашилиш жараёнидаги хароратга нисбати келтирилган иссиқлик микдори дейилади.

Етарлича кичик бўлган келтирилган иссиқлик микдорларининг йигиндисини қуйидагича интеграл орқали ифодалаш мумкин.

$$\int dQ / T \leq 0 \quad (2.24)$$

« < » - белги кайтмас цикл учун, « = » - белги эса кайтувчан циклларга уринли. Юқорида термодинамик жараёнларда энергиянинг бир қисми иссиқликка айланиши ва сочилиши хакида фикр юритдик.

Иссиқлик машиналарида иситгич ва совитгич бўлиши шарт, иситгичдан олинган иссиқликнинг бир қисми совитгичга берилади, совитгичга берилган иссиқликни ишга айлантириб бўлмайди.

Турли хил иссиқлик машиналарининг иш жараёнида ёкилги энергиясининг бир қисми **(25 ÷ 40)%** фойдали иш бажаришга сарфланади, қолган қисми **(60 ÷ 75)%** эса фойдасиз исроф бўлади.

Турли хилдаги энергетик жараёнларда иссиқликнинг сочилиб таркалиши даражасини белгилаш мақсадида – **энтропия** деб аталадиган тушунчадан фойдаланадилар.

Энтропия сузи **1854** йилда **Рудольф Клаузиус** томонидан фанга киритилган бўлиб, « **Тропе** » - **айланиш**, узгариш маъносини англатади. **Клаузиус «Тропе»** сузига «эн» ҚЎШИМЧАСини кушиш билан янги термин **энтропия** пайдо бўлган.

Клаузиус бу янги сузни XIX асрда кенг ишлатилаётган энергия тушунчасига алоқадорлигини кузда тутган.

Клаузиус энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланиши, масалан иссиқлик энергиясининг фойдали механик иш бажаришга айланишини энтропия функцияси ёрдамида тахлил килди. Шунинг учун ҳам у «**Тропе**» сузини «**энтропия**» терминига асос қилиб олган. Иссиқлик машиналарида энергиянинг бир қисми ҳеч қандай иш бажармайди. Ана шу «**бекорга**» сарф бўладиган иссиқлик микдори фойдали иш бажариш учун «**энтропия сарфлайдиган**» энергия ҳисобланади. **Энтропия – системанинг ҳолат функциясидир.** Система иссиқлик ҳолатини энтропия акс эттиради.

Больцман физик ва химиявий жараёнларда **энтропиянинг ортиб боришини** системанинг эҳтимол ҳолати билан боғлаб, термодинамиканинг иккинчи қонунини статистик юл билан асослаб берди. Яъни **Максвелл** назариясини давом эттириб, барча физик системалар уз-уздан мувозанат ҳолатига келади, идишдаги газ молекулалари ҳаракати мисолида **харорат** ва **босим** ҳажм буйича бир хил бўлади ва бу мувозанатга интилишда **энтропия** ошиб боради, деган фикрни баён килди.

Бундан **энтропия** билан **термодинамик эҳтимоллик** логарифмик пропорционал боғланишга эга эканлигини қуйидагича ёзиш мумкин

$$S = K * \ln W_{\text{тер}} \quad (2.25)$$

K – Больцман доимийси, $K = 1,37 * 10^{-23}$ Ж/град.

Термодинамик эхтимоллик деб, заррачалар жойлашиши турларининг сони ёки ушбу макро ҳолатни амалга оширувчи микро ҳолатлар сонига айтилади.

Америкалик олим **Клод Шеннон** ахборот микдорини ўлчаш учун энтропиянинг эхтимолият билан боғлиқ бўлган **Больцман** формуласидан фойдаланди. Яъни:

$$H = - \sum P_i * \log P_i \quad (2.26)$$

Энтропия максимал кийматга эга бўлиши учун $\sum P_i * \log P_i$ энг катта кийматга эришиши керак. Бунинг учун $P_1 = P_2 = \dots = P_n$ бўлиши керак.

Ахборот назарияси пайдо бўлгандан сунг **Больцман** энтропияси факат тартибсиз (хаотик) ҳаракатдаги системалар учунгина эмас, балки маълум тартибдаги системалар учун ҳам куллана бошланди.

Энтропия – система тартибсизлигини белгилайдиган катталиқдир. Шунинг учун «**Энтропия тартибсизлик меъёри**» дейиш мумкин.

Шундай қилиб энтропия системанинг батартиблигига боғлиқдир. Система камрок эхтимол ҳолатдан кўпроқ эхтимол ҳолатга ўтадиган бўлса, энтропия ортиб боради. Термодинамиканинг иккинчи қонунига мувофиқ, ёпик системада юзага чиқадиган ҳар қандай спонтан (уз-уздан бўладиган) жараён, агар у қайтмас бўлса, **энтропия** ортиши билан боради, холбуки қайтар жараёнларда **энтропия** узгариши (ΔS) жараён иссиқлик эффекти (**Q**) нинг абсолют ҳарорат (**T**) га нисбатига тенг.

$$\Delta S = Q / T \quad (2.27)$$

Агар система бир ҳолатдан бошқа ҳолатга ўтган бўлса ва бу ўтиш жараённинг табиатидан катъий назар (яъни у қайтувчанми ёки қайтмасми) бу ўтиш ҳолатлари орасида юз берувчи ҳар қандай жараёнлар учун энтропиянинг узгариши, икки ҳолат энтропиясининг айирмаси қайтувчан изотермик жараёнда қуйидагича ҳисобланади:

$$S_2 - S_1 = \int dQ / T = 1/T \int dQ = Q / T \quad (2.28)$$

Бунда **Q** – узгармас ҳаракатда системанинг биринчи ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиши жараёнида система томонидан олинган тулик иссиқлик микдори. Демак энтропиянинг узгариш қонуни қуйидагича ёзилади:

$$S_2 - S_1 = dS = dQ / T \quad (2.29)$$

Агар харорати паст бўлган жисмдан харорати юқори бўлган жисмга уз-
уздан иссиқлик утса, бунда система энтропияси камайган бўлар эди:

$$dS = dS_1 - dS_2 = dQ / T_1 - dQ / T_2 < 0 \quad (2.30)$$

Шундай қилиб **изоляцияланган системада энтропиянинг камайишига олиб келадиган жараёнлар утиши мумкин эмас**. Бу термодинамиканинг иккинчи асосидир.

Классик термодинамика қонунлари ёпик системадаги жараёнларни изохлаб бера олади. Организм эса берк система эмас, классик термодинамика қонунларини тирик организмда содир бўладиган жараёнлар учун тадбик қилиб бўлмайди. Шунинг учун тирик организмлар **очик** термодинамик система деб қаралади.

Тирик организмлар атроф мухит билан **энергия** билангина эмас, балки **модда** билан ҳам алмашилиб турадиган очик системалар.

«**Организм - мухит**» системасидан организмни ажратиб бўлмайди.

Очик системалар термодинамик назарияси **Колосовский, Де Донде, Пригожин** ва бошқалар томонидан ишлаб чиқилди ва биологик жараёнлар энергетикасини термодинамик мувозанат позицияларидан туриб тушунтирдилар.

Тирик организмларни ҳам уз ичига оладиган очик системалар мувозанатмас ҳолатда туради, чунки уларга ташки мухитдан энергия таркибида энергия бўладиган моддалар қуринишида тинмасдан қириб туради ва иссиқлик ажралиб боради.

Системанинг мувозанатмас ҳолатда бўлишига сабаб шуки, организмда вужудга келадиган ҳар хил (химиявий, электрик, диффузион, иссиқлик ва ҳоказо) градиентлар хилма-хил оқимларни – модда диффузияси оқими, ионлар, электронлар оқими ва бошқаларни юзага келтирадиган куч бўлиб ҳисобланади. Анашу кучлар ва улар юзага келтирадиган оқимлар системани термодинамик мувозанатдан чиқаради.

Биологик система энтропиясининг умумий узгариши (**dS**) ни шартли равишда икки қисмга ажратиш мумкин:

$$dS = dS_i + dS_e \quad (2.31)$$

Бунда **dS_i** – биолгик системада содир бўладиган қайтмас жараёнлар билан боғлиқ бўлган **энтропия** узгаришидир.

dS_e – организм билан ташки мухит уртасидаги алмашинув натижасида содир бўладиган **энтропия** узгаришидир.

Организмнинг ҳаёт фаолияти давомида унда доимо **мусбат энтропия** пайдо бўлиб ташки мухитдан келадиган эркин энергияни «**манфий**» **энтропия** оқими деб қараш мумкин.

Идеал изотермик жараёнда сарфланадиган иссиқликнинг энг кўп микдори шу системанинг бажарган ишига сарф бўлади деб ҳисобласак,

$$A = R * T * \ln V_2 / V_1 ; Q \text{ ва } U = \text{const} \quad (2.32)$$

Бўлиб ички энергия узгармайди. Изотермик жаранда система ҳолатини узгартириш учун иш эркин энергия ҳисобига бажарилиши мумкин. Энтропиянинг узгаришидан dQ ни термодинамиканинг биринчи қонунига қўйсак,

$$dQ = T * dS = dU + dA \quad (2.33)$$

ҳосил бўлади. Юқоридаги тенгламадан

$$dA = - d (U - TS) = - dF \quad (2.34)$$

Иш системанинг эркин энергияси камайиши ҳисобига бажарилади. Система доимий ҳажмда ($V = \text{const}$) бўлганида,

$$F = U - TS \quad (2.35)$$

F – эркин энергия, TS – боғланган энергия

Термодинамиканинг иккинчи қонуни энергиянинг узаро айланишларига муайян чеклар қўяди ва жараёнларнинг утиш доираларини белгилаб олишга имқон беради.

Ички энергия иккита катталиқдан, яъни:

F – эркин энергия ва $T * \Delta S$ – боғланган энергиядан ташкил топади:

$$\Delta U = \Delta F + T * \Delta S: \text{ёки } dU = dF + T * dS \quad (2.36)$$

Агар абсолют кийматларини олсак, $U = F + T * S$ келиб чиқади.

Демак, системанинг ички энергияси (U), эркин энергия (F) ва боғланиш энергиялари ($T * S$) йигиндисидан иборатдир. Боғланиш энергияси ($T * S$) – энтропия билан алоқадор. Энтропия қанча катта бўлса, боғланиш энергияси ҳам шунча катта бўлади.

Системада боғланиш энергияси қанча катта бўлса, шунча қўп энергия сочилади, иссиқликка айланади, жараён шунча қайтмас бўлади.

Демак энтропия энергиянинг сочилиш, иссиқликка айланиш, «кийматсизланиш» ва жараёнларнинг қайтмас улчовидир.

Стационар ҳолатда эркин энергия тухтовсиз равишда, аммо доимий тезлик билан узгариб боради, системанинг умумий энергияси эса ҳамиша бир даражада тураверади. Сабаб шуки, система атроф муҳитдан узидаги узгаришлар натижасида қанча энергия юкотадиган бўлса, шунинг урнини тулдирадиган микдордаги эркин энергияни узлуксиз олиб туради.

Ле Шателье – Браун тамойилига мувофиқ, системани мувозанат ҳолатидан чиқарадиган ташки таъсирлар уша системада **бояги** таъсирининг натижасини сусайтиришга интиладиган жараёнларни вужудга келтиради.

Ташки таъсирлар арзимас даражада бўлса, системанинг барқарорлиги сақланиб қолади, таъсир кучли бўлганда эса система бир барқарор ҳолатдан

бошкасига утиши мумкин. **И. Пригожин** бу тамойилни **очик системаларга** тадбик этди.

Тирик организмларда **энтропиянинг батамом узгариши** кайтмас жараёнда ($dS_i/\Delta t$) нинг ортиб бориши натижасида энтропиянинг узгаришларига ва энтропиянинг организм билан ташки мухит ($\Delta S_e/\Delta t$) уртасидаги алмашинувида юз берадиган узгаришига боғлиқдир, яъни:

$$\Delta S / \Delta t = \Delta S_i / \Delta t + \Delta S_e / \Delta t \quad (2.37)$$

ёки:

$$dS / dt = dS_i / dt + dS_e / dt \quad (2.38)$$

Формула тирик организмлар учун термодинамиканинг иккинчи қонунини ифодалайди.

Бу формулага асосан: организм умумий энтропиясининг узгариш тезлиги, организм ичида пайдо бўладиган энтропия узгариш тезлиги билан ташки мухитдан келадиган манфий энтропия узгариш тезлигининг алгебраик йигиндисига тенгдир.

Стационар ҳолат учун

$$S = \text{const}; dS / dt = 0 \quad (2.39)$$

бўлгани учун

$$dS_i / dt + dS_e / dt = 0 \quad (2.40)$$

яъни

$$dS_i / dt = - dS_e / dt \quad (2.41)$$

Стационар ҳолатидаги организмдаги ички жараёнлар натижасида содир бўладиган энтропиянинг узгариш тезлиги, атрофдаги мухит билан бўладиган модда ва энергия алмашинуви натижасида пайдо бўладиган манфий энтропиянинг узгариш тезлигига тенгдир.

И. Пригожин тамойилига мувофиқ $dS_i / dt \geq 0$ ва минималдир.

Худди шунингдек ($-dS_i / dt$) ҳам минимал кийматга эга бўлади.

НАЗОРАТ УЧУН САВОЛЛАР.

1. Термодинамика физикани қандай бўлими ?
2. Термодинамика қандай системаларга бўлинади ?
3. Организмда кечадиган энергия турларини тушунтириб беринг ?
4. Тирик организмда кечадиган иш турларини тушунтириб беринг ?
5. Организмни стационар ҳолатини тушунтириб беринг ?
6. Термодинамикани 2-чи қонуни таърифларини айтибберинг?
7. Энтропия деганда нимани тушунаси?
8. Эркин энергия ва боғланиш энергияларини тушунтириб беринг ?
9. Термометрия ва калориметрия қандай усул ?
10. Криген усулидан тиббиётни қайси сохаларида фойдаланилади ?

МАЪРУЗА ЖИХОЗЛАРИ.

1. Таблицалар.
2. Хар хил термометрлар.
3. Калориметрлар.
4. Хар хил макетлар.
5. Талабаларнинг мустакил иши учун мавзулар.
6. Термодинамикани стационар ҳолати

ТАЛАБАЛАРНИНГ МУСТАКИЛ ИШИ УЧУН МАВЗУЛАР.

1. Биологик системалар термодинамикаси, параметрларини тажрибада аниқлаш.
2. Диффузия ва электродиффузия натижасида моддалар оқими

АДАБИЁТЛАР

Асосий.

1. А.Н.РЕМИЗОВ «Тиббий ва биологик физика» 1992 йил
2. Ю.А.ВЛАДИМИРОВ ва бошқ. «Биофизика» 1982 йил
3. А.Б.Рубин «Биофизика» 1-2 том.
4. Н.И.Губонов, А.А.Утепбергенов «Медицинская биофизика» 1978 й

ҚЎШИМЧА

1. В.О.Самойлов «Медицинская биофизика» 1986 йил
2. П.Г.Костюк ва бошқа «Биофизика» 1983 йил
3. М.В.Волькенштейн «Биофизика» 1981 йил