

TOSHKENT STOMATOLOGIYA INSTITUTI

BIOFIZIKA VA INFORMATIKA KAFEDRASI

Biofizikadan ma'ruzalar

Ma'ruza: № 3

“БИОЛОГИК ТЕРМОДИНАМИКА”

Toshkent - 2015

Maruza rejasi:

1. Kirish. Asosiy yo'nalishlar. Termodinamikaning 1-chi asosi.
2. Termodinamikaning 1-chi asosini gaz jarayonlari va tirik sistemalarga tatbiq etilishi.
3. Termodinamikaning 2-chi asosi. Erkin va bog'langan energiya. Entropiya.
4. Boltsman formulasi. Termodinamikaning 2-chi asosi va tirik organizimlar. Organizimning energiya sarfi. Asosiy almashinuv. Prigojin teoremasi. Statsionar holatning termodinamik kriteriyasi

Bioenergetika tashqi energetik resurslar hisobiga organizm jarayonlarini o'rganadi.

Bu jarayonlar mexanizmini molekulyar yoki sub molekulyar jihatdagi molekulyar va kvant biofizikasi o'rganadi.

Mikroskopik jihatdan esa biologik termodinamika o'rganadi.

BIOTERMODINAMIKA – bu biofizikaning shunday bo'limi unda biosistemada issiqlik bilan boshqa turdagi energiyalar orasidagi miqdoriy bog'lanishlar o'rganiladi.

Termodinamik sistemalar jismdan yoki jismlar guruhidan iborat bo'lib, ularda yuz beradigan jarayonlar issiqlikning boshqa energiyalarga o'tishi yoki aksincha bo'lishi mumkin.

Termodinamik sistema tashqi muhit bilan modda va energiyaga bilan almashinmasa uni izolyatsiyalangan sistema deyiladi.

Tashqi muhit bilan sistema orasida issiqlik almashinuvi bo'lmasa sistema izolyatsiyalangan yoki adiabatik sistema deyiladi. Faqatgina energiya almashinuvi bo'lsa, unday sistema yopiq sistema deyiladi.

Agar energiya hamda modda almashinuvi bo'lgan sistemaga ochiq sistema deyiladi.

Termodinamika 1-chi asosining ta'rifi:

Sistemaga berilgan issiqlik miqdori uning ichki energiyasining o'zgarishiga va tashqi kuchlarga nisbatan ish bajarilishiga sarf bo'ladi, ya'ni

$$Q = \Delta U + A \quad (1)$$

(1) Formula differensial ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$dQ = dU + dA \quad (2)$$

Agar sistema davriy ravishda dastlabki holatiga o'tsa, unda

$\Delta U = 0$ bo'lib, birinchi formula

$Q = A$ bo'ladi.

Gazlar uchun elementar ish

$$dA = PdV$$

bundagi P -bosim, dV -elementar hajm.

To'la ish PdV ning integraliga tengdir, ya'ni

$$A = \int_{v_1}^{v_2} PdV$$

Izobarik protsess uchun ($p = \text{const}$) sistemaga keltirilayotgan hamma issiqlik qisman uning ichki energiyasini orttirishiga, qisman kengayish uchun ish bajarishga sarf bo'ladi, ya'ni

$$dQ = dU + PdV$$

Izoxorik jarayon uchun $V = \text{const}$, shuning uchun

$$dV = 0 \text{ va}$$

$$dA = dU \text{ bo'ldi,}$$

ya'ni izoxorik jarayonda gaz tashqi kuchlarga qarshi ish bajarmaydi va sistemaga keltirilgan hamma issiqlik miqdori faqat uning ichki energiyasining oshishiga sarf bo'ladi. Bu holda termodinamikaning birinchi asosi quyidagichadir:

$$dA = dU.$$

Izotermik jarayonda $T = \text{const}$, demak

$U = \text{const}$, bunga ko'ra

$dU = 0$ gazga berilgan issiqlik miqdorining hammasi gazning kengayishi uchun bajarilgan ishga sarf bo'ladi.

$$dQ = dA.$$

Adiabatik jarayonda $A = \text{const}$ va bunga ko'ra

$$dA = 0$$

Unda: (1) ga ko'ra

$$dA = - dU \text{ (a) yoki}$$

$$- dA = dU \text{ (b).}$$

(a) formula ichki energiya kamayganda, gaz sovuydi va adiabatik kengayishda bajarilgan ish ichki energiya hisobiga bo'lishini ko'rsatadi.

(b) formula esa gazning adiabetic siqilishida ichki energiyaning oshishini, gazning esa isishini ko'rsatadi.

Bu jarayon tashqi kuchlarning ish bajarishi hisobiga amalga oshadi. Gazning ishi manfiydir.

Adiabatik jarayon uchun Puasson tenglamasi:

$$PV^\gamma = \text{const} \text{ bunda}$$

$$\gamma = C_p/C_v$$

γ - adiabata ko'rsatkichi deyiladi.

C_p - izobarik jarayondagi gaz issiqlik sig'imi.

C_v - izoxorik jarayondagi gaz issiqlik sig'imi.

Termodinamikaning 1-chi asosi organizimga ta'aluqliydir: oziq – ovqat mahsulotlarining organizmda singish jarayonida ximiyaviy energiya

bog'lanishlari tashqi muhitga sarflanadigan $\sum Q_i$ issiqlikni kompensatsiyalashga (qoplashga) va $\Delta U = 0$ da $\sum A_i$ ish bajarishga sarf bo'ladi. Organizmning issiqlik yo'qotishi issiqlikning atrof muhitga tarqalishi va organizmning ishbajarishga sarf bo'lishi bilan bog'liqdir.

Termodinamikaning 2-chi asosi:

Isitgichdan olingan issiqlik miqdorining hammasini to'la ravishda ishga aylantirish mexanizmi mavjud emas. Chunki issiqlikning ma'lum qismi atrof muhitga tarqaladi va odam uchun yo'qotilgan hisoblanadi.

Uni matematik talqini:

$$A = Q_1 - Q_2,$$

bundagi Q_1 -isitgichdan olingan issiqlik miqdori, Q_2 - atrof muhitga tarqalgan issiqlik miqdori.

Issiqlikning miqdorining hammasini ishga aylantirib beradigan xayoliy mexanizmga ikkinchi turdagi abadiy dvigatel deyiladi.

Shunga ko'ra termodinamikaning ikkinchi asosini ikkinchi turdagi abadiy dvigatelnig bo'lishi mumkin emas deb ta'riflash ham bo'ladi.

Entropiya shunday kattalikki, u absolyut temperatura birligiga to'g'ri keladigan sistemaning bog'langan energiyasidir.

Termodinamika ikkinchi asosining boshqacha talqini:

Yopiq sistemalarda energiyaning aylanishi hamma real jarayonlaridagi kabi sistemaning umumiy entropiyasi oshishi bilan kuzatiladi, ya'ni $dS > 0$.

Real jarayonlarda issiqlik doimo issiqroq jismdan sovuqroq jismga o'tadi.

Bog'langan energiya - bu sistema ichki energiyasining ishga aylantirib bolmaydigan qismidir.

Erkin energiya - bu sistema ichki energiyasining ishga aylantirish mumkin bo'ladigan qismidir.

Sistemaning bog'langan energiyasi qancha kichik bo'lsa, uning entropiyasi shuncha kichik bo'lib, sistema ichki energiyasining ko'p qismini ishga

aylantirishga imkon beradi. Demak sistema entropiyasining ish bajara olish qobiliyati shuncha ko'p bo'ladi

Bolsman formulasi:

$$S = k \cdot \ln w,$$

bundagi k - bolisman doimiysi, w - termodinamik ehtimollik.

Bundan ikkinchi qonunni shunday ta'riflash bo'ladi:

Agar sistema berilgan entropiya biror holatga to'g'ri kelsa uni boshqa holatga o'tish ehtimolligi katta bo'ladi bunda entropiyasi ham katta boladi. Yani entropiyaning eng katta ehtimoliylik o'zgarishi uning o'sishidir.

Tirik organizm uchun termodinamikaning ikkinchi qonunining ta'rifi:

Ochiq sistemalar uchun $S = \text{const}$ bo'lib demak,

$$dS = 0,$$

chunki bunday sistemalarga modda almashinuvu mavjuddir.

Agar organizmni suv, oziq-ovqat, kislaroddan mahrum qilinsa u izolyatsiyalangan sistemaga aylanadi va bunda entropiya o'sa boshlandi va bu o'limga olib keladi va bu

$$dS > 0 \text{ deganidir.}$$

Modda almashinish organizm tartiblilikini saqlashga, hatto ko'tarishga va tegishli uchun entropiyasini saqlashga yoki kamaytirishga imkon beradi. Izolyatsiyalangan sistemaning entropiyasi kattalashadi, demak tartibsizlik ham ortadi. Termodinamikaning ikkinchi asosi faqat izolyatsiyalangan sistemalar uchun ham o'rinlidir. Tirik organizm esa ochiq sistemadir, u ko'payish jarayonida tartibli sistemani hosil qiladi. Buning hammasi modda almashinuvi evaziga amalga oshadi.

Prigojin teoremasi:

Statsionar holatlarda tashqi fiksatsiyalangan parametrlarda sistemaning entropiya mahsuloti vaqt oralig'ida doimiy bo'lib, miqdoriy jihatdan minimaldir, ya'ni $dS/dt > 0$ va minimal boladi.

Organizm statsionar holatining termodinamik kriteriyasi: $Q=\text{const}$ bo'lganda, organism entropiya mahsuloti organizmdan atrof muhitga chiqarilgan entropiya oqimiga tengdir, ya'ni:

$$dS_i = -dS_e$$

dS_i – biologic sistemadagi qaytmas jarayonlar bilan bog'liq entropiya o'zgarishi.

dS_e – atrofdagi muhit bilan sirlanish balansi hisobiga yuz bergan entropiya o'zgarishi.

Organizmning odatdagi holiday ektropiyaning ichki protseslari hisobiga o'zgarish modda va energiyaning atrofdagi muhit bilan almashishi hisobiga bo'layotgan manfiy entropiya o'zgarish tezligiga teng, ya'ni:

$$\frac{dS_i}{dt} = - \frac{dS_e}{dt}$$

Mo'tadil iqlim sharoitlarda issiqlik yo'qotish sutkasiga taxminan 1700 kkal. bo'lib, quyidagicha taqsimlanadi:

1. Issiqlik o'tkazuvchanlik va konveksiya - 20 % (340 kkal).
2. Nurlanish – 50 % (850 kkal).
3. Bug'lanish – 30 % (510 kkal).

Mexanik ish bajarayotgan organism (aqliy mehnat bilan shug'ullanuvchilar uchun), ekvivalent ravishda 600-800 kkal energiya sarflashadi, unda sutkalik energiya sarfi:

$$1700 + (600 \sim 800) = 2300 - 2500 \text{ kkal.}$$

Organizmning energiya sarfi – bu organizmning atrof muhitga berayotgan to'la energiya sarfidir. Energiya sarfi odamning ish faoliyatiga bog'liq, ya'ni uning mushak ishi intinsivligiga bog'liqdir.

Tashqi muhit ta'sir qilmaganda organism tinch holatidagi energiya sarfi asosiy almashinish deyiladi. Shunday qilib organizmning asosiy almashinuvi – organizmning minimal energiya sarfidir (sutkasiga taxminan 1700 kkal. dir).

Ayollarda esa asosiy almashinuv erkaklarnikiga qaraganda 7 – 10 % kam bo'lib, bu ulardagi mushaklarning erkaklarnikiga qaraganda kuchsiz rivojlanganligi bilan bog'liqdir.

Bir xil massali odamlarning qaysi birida mushaklari ko'proq rivojlangan bo'lsa, shunisining energiya sarfi ko'proq bo'ladi.

Og'ir jismoniy mehnatda energiya sirti asosiy almashinuvga nisbatan 15 martagacha katta bo'lib ketishi mumkin.

Контрол саволлар:

1. Термодинамика нимани ўрганади?
2. Термодинамик система нима?
3. Термодинамиканинг биринчи асоси қандай ифодаланган?
4. Термодинамиканинг иккинчи асоси қандай ифодаланган?
5. Энтропия нима?
6. Иссиқлик алмашинувининг қандай турлари бор?
7. Эркин энергия нима?
8. Боғланган энергия нима?
9. Пригожин қонунини ифодаланг?
10. Тирик системаларга термодинамиканинг иккинчи асосини қандай қўллаш мумкин?