

Termodinamika asoslari. Termodinamikaning birinchi qonuni.

Reja:

1. Termodinamikaning birinchi bosh qonuni
2. Termodinamikaning birinchi qonunini ideal gazning izojarayonlariga tadbiq qilish
3. Adiabatik jarayon
4. Puasson tenglamasi

Tayanch iboralar: Termodinamika, moddalarning issiqlik sig'implari, solishtirmava molyar issiqlik sig'implari, ideal gazlarning issiqlik sig'implari, izotermik, izobarik, izoxorik, adiabatik, politropik jarayonlar, aylanmasiklikjarayonlar, qaytar va qaytmas jarayonlar.

Termodinamika – issiqlik hodisalarini o'rganuvchi molekulyar fizikaning bir bo'limidir.

Termodinamika tajribada topilgan ikki qonunga asoslanadi.

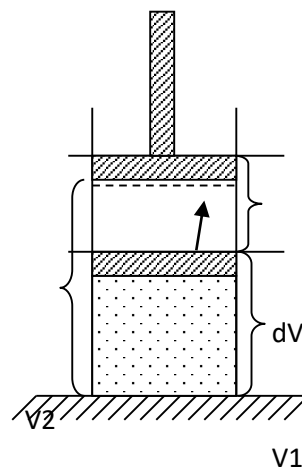
Termodinamikaning birinchi bosh qonuni – issiqlik harakati muhim rol o'ynaydigan sistemalar uchun energiyaning saqlanish va aylanish qonunining tadbiqidir.

Energiya uzatishning 2 usuli mavjuddir:

1. Ish bajarish
2. Issiqlik uzatish.

Gaz kengayishi jarayonida porshenni yuqoriga ko'tarib ish bajaradi. Bu ish (A) gaz ichki energiyasining kamayishi evaziga bajariladi. Bu ish

$$A = -\Delta U = U_1 - U_2 \quad (1) \text{ ga teng.}$$



8.1-rasm.

Agar gazga biror Q issiqlik miqdori ham berilsa, gazning kengayishi jarayonida bajaradigan ishi Shu issiqlik miqdori tarzida uzatiladigan energiya hisobiga bajariladi.

Jismga berilgan issiqlik miqdori $-Q$, mazkur jism boshqa jismlar ustida bajargan ish $-A$ va jism ichki energiyasining o'zgarishi ΔU orasidagi munosabat quyidagicha ifodalanadi.

$$Q = \Delta U + A \quad (2)$$

Bu ifoda termodinamikaning birinchi bosh qonunini matematik ifodasi bo'lib, u quyidagicha ta'riflanadi: Sistemaga atrofdagi jismlar bergan issiqlik miqdori sistema ichki energiyasini o'zgartirishga va sistemaning tashqi jismlar ustida ish bajarishiga sarflanadi.

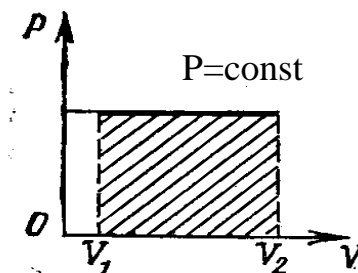
Sistemaga issiqlik miqdori berilayotganda $Q > 0$ bo'lib, sistema tashqi jismlar ustida ish bajaradi va $A > 0$ bo'ladi. Sistema atrofidagi jismlarga issiqlik berayotganda $Q < 0$ bo'lib, bunda tashqi jismlar sistema ustida ish bajaradi va $A < 0$ bo'ladi.

Termodinamikaning birinchi bosh qonuni birinchi tur abadiy dvigatel (Perfektum mobile) yasash mumkin emasligiga chek qo'yadi. Oladigan issiqlik miqdoriga nisbatan ko'proq ish bajaradigan hayoliy mashina birinchi tur abadiy dvigateli deb ataladi. Termodinamikaning birinchi bosh qonuniga asosan birinchi tur abadiy dvigateli yasash mumkin emas.

Termodinamikaning birinchi bosh qonunini ideal gazdagi turli izojarayonlarga tadbiiq etish mumkin.

Izobarik jarayon: Bunda ideal gaz bosimi o'zgarmay saqlangan holda ($P = \text{const}$) kengayadi. Gaz hajmining V_1 dan V_2 gacha izobarik ravishda kengayishida bajargan ishi grafikdagi shtrixlangan to'g'ri to'rtburchakning yuzi bilan aniqlanadi, ya'ni $(3) A = P(V_2 - V_1)$ bo'ladi.

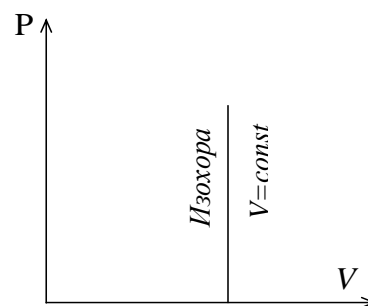
Ichki energiyaning o'zgarishi $(4) \Delta U = U_2 - U_1$ bo'lganligidan termodinamikaning birinchi bosh qonunini $Q = \Delta U + A = U_2 - U_1 + P(V_2 - V_1) = (U_2 + P_2 V_2) - (U_1 + P_1 V_1)$ (5) ko'rinishida yoziladi. Bundagi $H = U + PV$ (6) kattalik holat funksiyasi bo'lib, u entalpiya deb ataladi. (6) asosida (5) ifodani $Q = H_2 - H_1$ (7) shaklida yozish mumkin.



8.2-rasm.

Shunga asosan izobarik protsessda ideal gazga beriladigan issiqlik miqdori entalpiyaning o'zgarishi bilan anqlanadi.

2) Izoxorik jarayon: bunda ideal gaz hajmi o'zgarmay saqlangan holda ($V = \text{const}$) bosim o'zgaradi. Hajmi o'zgarmaganligi tufayli izoxorik jarayonda ish bajarilmaydi, ya'ni $A = 0$. Natijada Termodinamikaning birinchi bosh qonunining ifodasi $Q = \Delta U$ (8) ko'rinishida yoziladi.

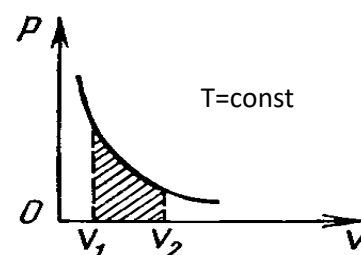


8.3-rasm.

Izoxorik jarayonda ideal gazga beriladigan issiqlik miqdorining hammasi gazning ichki energiyasini o'zgartirishga sarflanadi.

Izotermik jarayon Bunda ideal gaz temperaturasi o'zgarmas saqlangan holda ($T = \text{const}$) yuz beradi.

Izotermik jarayon da ideal gazning ichki energiyasi ham o'zgarmaydi, $\Delta U = 0$ bo'ladi. Shuning uchun Termodinamikaning birinchi bosh qonuni Izotermik jarayon uchun $Q = A$ (9) ko'rinishida yoziladi.



8.4-rasm.

Demak bu jarayonda ideal gaz olayotgan issiqlik miqdorining barchasi ish bajarishga sarflanadi.

Tashqi muhit bilan issiqlik miqdori almashinmay sodir bo'ladigan jarayonni – adiabatik jarayon deb ataladi.

Adiabatik jarayonda sistema tashqaridan issiqlik miqdori olmaydi ham, tashqariga issiqlik miqdori bermaydi ham. Adiabatik jarayonda $Q = 0$ bo'lib, termodinamikaning birinchi bosh qonuni $\Delta U + A = 0$ (10) ko'rinishida yoziladi.

Bir mol ideal gaz uchun (10) ifodani $C_v dT + PdV_\mu = 0$ (11) shaklda

yo'zish mumkin. Bunda $dT = -\frac{1}{C_v} PdV_\mu$ (12) hosil bo'ladi. Bunga asosan ideal gaz adiabatik ravishda kengayayotganida soviydi, chunki $dV_\mu > 0$ bo'lganda $dT < 0$

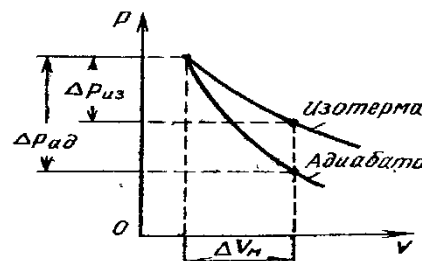
bo'ladi. Gaz adiabatik siqilishi natijasida gaz isiydi, chunki $dV_\mu < 0$ bo'lganida $dT > 0$ bo'ladi.

Adiabatik jarayonda sistema faqat o'zining ichki energiyasi hisobiga tashqi jismlar ustida ish bajaradi.

$$\Delta U = - A \quad (13).$$

Adiabata chizig'i izoterma chizig'iga nisbatan tikroq bo'ladi. Adiabatik jarayondagi bosim va hajm orasidagi bog'lanishni ifodalaydigan tenglama

$$PV_\mu^\gamma = \text{const} \quad (14)$$



8.5-rasm.

ko'rinishida yozilib, bu tenglamani Puasson tenglamasi deb yuritiladi. Bundagi γ – adiabata doimiysi deb ataladi. Puasson tenglamasi – yoki boshqacha adiabata tenglamasi deb ham yuritiladi.

Adiabatik jarayon amalga oshishi uchun gaz solingan idish issiqlikni mutloq o'tkazmaydigan devorli bo'lishi kerak. Amaldagi jarayonlarni qat'iy ravishda adiabatik yoki Izotermik jarayon deb hisoblash mumkin emas. Tabiatda amalga oshadigan jarayonlarni adiabatik va Izotermik jarayonlarning oralig'i deb qaralib, ularni politropik jarayonlar deb ataladi. Politropik jarayonlar uchun ideal gaz bosimi va hajm orasida quyidagi bog'lanish mavjud. $PV_\mu^\psi = \text{const} \quad (15).$

Bunda ψ - politropa ko'rsatkichi deb atalib, ideal Izotermik jarayon uchun $\psi=1$, ideal adiabatik jarayon uchun esa $\psi=\gamma$. Real jarayonlar uchun $1 < \psi < \gamma$ (16) bo'ladi.

Qisqacha xulosalar:

1. $Q = \Delta U + A$ - termodinamikaning birinchi bosh qonunini matematik ifodasi, u quyidagicha ta'riflanadi: Sistemaga atrofdagi jismlar bergan issiqlik miqdori sistema ichki energiyasini o'zgartirishga va sistemaning tashqi jismlar ustida ish bajarishiga sarflanadi.

2. Izobarik jarayonda termodinamikaning birinchi bosh qonunini $Q = \Delta U + A = U_2 - U_1 + P(V_2 - V_1) = (U_2 + P_2 V_2) - (U_1 + P_1 V_1)$ ko'rinishida yoziladi.

3. Izoxorik jarayonda ish bajarilmaydi, ya'ni $A = 0$ natijada termodinamikaning birinchi bosh qonunining ifodasi $Q = \Delta U$ ko'rinishida yoziladi.

4. Izotermik jarayonda gazning ichki energiyasi ham o'zgarmaydi, $\Delta U = 0$ bo'ladi. Termodinamikaning birinchi bosh qonuni Izotermik jarayon uchun $Q = A$ ko'rinishida yoziladi.

Nazorat savollari

5. Qanday jarayonlarga aylanma siklik jarayonlar deyiladi?
6. Asosiy termodinamik tushunchalar haqida gapiring.
7. Termodinamikada ish qanday aniqlanadi.
8. Termodinamik sistemaning ichki energiyasi nimalarga bog'liq?
9. Termodinamika 1-qonunini ta'riflang.
10. Moddalarning issiqlik sig'imi deb nimaga aytiladi?
11. Solishtirma, molyar issiqlik sig'implari va ularning birliklari.
12. Izotermik jarayonda bajarilgan ish qanday aniqlanadi?