

Termodinamikas pamati

Ķermeņa daļiņu kopējo kinētisko enerģiju un potenciālo enerģiju sauc par ķermeņa pilno *iekšējo enerģiju*. Ķermeņa un tā atsevišķo daļiņu mijiedarbību raksturo potenciālā enerģija, bet kustību – kinētiskā enerģija.

$$U = E_k + E_p$$

Ideālās gāzes iekšējā enerģija

$$U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot RT$$

[U] = J (džouls) – iekšēja enerģija

[m] = g – gāzes masa

[M] = g/mol – gāzes molmasa

[T] = K (kelvins) – gāzes temperatūra

R = 8,31 J/mol·K – gāzu universālā konstante

Iekšējās enerģijas maiņa

Ķermeņu enerģija var mainīties gan darba, gan siltumapmaiņas procesos.

Piemēri:

- kad ķermeņu enerģija var izmainīties darba rezultāta – Sakratām pudeli un korķis izlido. Tas nozīmē, ka šķidrums iekšējā enerģija ir palielinājusies.
- siltumapmaiņas rezultātā – Istabā atrodas siltais gaiss, atveram logu un gaiss istabā kļūst augstāks.

Siltumapmaiņas procesi

Dabā galvenokārt ir trīs siltumapmaiņas norises veidi:

- siltumvadīšana – enerģija pāreja no viena ķermeņa uz otru vai arī enerģijas pāreja no vienas ķermeņa daļas uz otru;
- konvekcija – enerģijas pārnese no vienas vietas uz otru, ja pati viela pārvietojas;
- izstarošana – enerģijas pārnese viļņu veidā.

Siltumapmaiņas procesā piedalās vismaz divi ķermeņi: viens ķermenis enerģiju atdod, otrs – enerģiju saņem.

Enerģiju, ko viens ķermenis atdod vai otrs ķermenis saņem siltumapmaiņas procesā, sauc par *siltuma daudzumu*.

$$Q = c \cdot m \cdot (T_2 - T_1) = c \cdot m \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T \quad (\text{jo } C = c \cdot m)$$

[Q] = J (džouls) – siltuma daudzums

[c] = J/kg·K – ķermeņa īpatnējā siltumietilpība

[C] = J/K – ķermeņa siltumietilpība

[m] = kg – ķermeņa masa

[T₁, T₂] = K (kelvins) – sākumtemperatūra un beigu temperatūra

[ΔT] = K (kelvins) – temperatūras izmaiņa

Pirmais termodinamikas likums

Ja gāzei pievada siltumu daudzumu Q , tad gāzes iekšējā enerģija var mainīties par ΔU un gāze izplešas.

$$Q = \Delta U + A$$

$[Q] = \text{J (džouls)}$ – siltuma daudzums

$[\Delta U] = \text{J (džouls)}$ – iekšējās enerģijas izmaiņa

$[A] = \text{J (džouls)}$ – gāzes veiktais darbs

Gāzes veiktais darbs ir atkarīgs no gāzes spiediena un tās tilpuma izmaiņas:

$$A = p \cdot \Delta V = p \cdot (V_2 - V_1)$$

$[p] = \text{Pa (paskāls)}$ – spiediens

$[\Delta V] = \text{m}^3$ – tilpuma izmaiņa

$[V_1, V_2] = \text{m}^3$ – sākumtilpums un beigu tilpums

Siltuma mašīnas. Lietderības koeficients

Pie siltuma mašīnām pieder siltuma dzinēji, dzesēšanas iekārtas, siltuma sūkņi. Siltuma dzinējos vielas iekšējā enerģija tiek pārvērsta mehāniskajā enerģijā.

Parasti enerģiju, kas izdalās, sadegot kurināmajam (degvielai), saņem gāze, kuru šajā gadījumā sauc par *darba vielu*.

Enerģijas avotu, no kura darba viela – gāze saņem siltuma daudzumu Q_1 , sauc par *sildītāju*. Siltuma dzinēja sastāvdaļu, kas aizvada siltumu no gāzes Q_2 , sauc par *dzesētāju*.

Siltuma dzinēja lietderības koeficients:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}; \quad \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$[\eta] = \%$ – lietderības koeficients

$[Q_1] = \text{J (džouls)}$ – siltuma daudzums, kuru darba viela saņem no sildītāja

$[Q_2] = \text{J (džouls)}$ – siltuma daudzums, kuru darba viela atdod apkārtējiem ķermeņiem

$[T_1] = \text{K (kelvins)}$ – sildītāja temperatūra

$[T_2] = \text{K (kelvins)}$ – dzesētāja temperatūra

Otrais termodinamikas likums

Siltums pāriet pats no sevis no siltāka ķermeņa uz aukstāku ķermeni. Likums ir spēkā tikai noslēgtām sistēmām, tas nav lietojams Visumam.

Uzdevumi

1) Cilindrā atrodas ogļskābe gāze ($M= 44\text{g/mol}$), kuras masa ir $0,2\text{ kg}$. Gāze sasilst par 88K . cik lielu darbu pastrādā gāze?

$$\begin{array}{l|l} M = 44 \text{ g/mol} & \\ m = 0,2 \text{ kg} = 200 \text{ g} & \\ \Delta T = 88 \text{ K} & \\ \hline A - ? & \end{array} \left| \begin{array}{l} A = p \cdot \Delta V = p \cdot (V_2 - V_1) = p \cdot V_2 - p \cdot V_1 = \frac{m}{M} RT_2 - \frac{m}{M} RT_1 \\ = \frac{m}{M} R \cdot (T_2 - T_1) = \\ = \frac{200}{44} \cdot 8,31 \cdot 88 = 3300 \text{ J} = \underline{3,3 \text{ kJ}} \end{array} \right.$$

2) Aprēķināt siltumu daudzumu pie 3 kg svina sasilšanas no 10K līdz 30K .

$$\begin{array}{l|l} m = 3 \text{ kg} & \\ T_1 = 10 \text{ K} & \\ T_2 = 30 \text{ K} & \\ \hline Q - ? & \end{array} \left| \begin{array}{l} Q = cm \cdot (T_2 - T_1) = 130 \cdot 3 \cdot (30 - 10) = 7800 \text{ J} = \underline{7,8 \text{ kJ}} \end{array} \right.$$

3) Tērauda iekšēja enerģija pieaug par $1,5\text{ MJ}$, ja to sasilta par 50 kelviniem. Aprēķināt tērauda masu.

$$\begin{array}{l|l|l} Q = 1,5 \text{ MJ} & 1,5 \cdot 10^6 \text{ J} & \\ \Delta T = 50 \text{ K} & & \\ c = 500 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} & & \\ \hline m - ? & & \end{array} \left| \begin{array}{l} Q = cm \cdot \Delta T ; \\ \text{tad } m = \frac{Q}{c \cdot \Delta T} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{0,5 \cdot 10^3 \cdot 50} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{2,5 \cdot 10^4} = \frac{150}{2,5} = \underline{60 \text{ kg}} \end{array} \right.$$

4) Aprēķināt lietderības koeficientu dzinējam, ja sildītāja temperatūra ir 80 K , dzesētāja temperatūra ir 60 K .

$$\begin{array}{l|l} T_1 = 80 \text{ K} & \\ T_2 = 60 \text{ K} & \\ \hline \eta - ? & \end{array} \left| \begin{array}{l} \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{60}{80} = 1 - 0,75 = 0,25 \text{ vai } \underline{25 \%} \end{array} \right.$$

5) Par cik kelviniem jāsasilda 10 kg alumīnija, lai tā iekšēja enerģija palielinātos par 276 kJ ?

$$\begin{array}{l|l|l} m = 10 \text{ kg} & & \\ Q = 276 \text{ kJ} & 276 \cdot 10^3 \text{ J} & \\ c = 920 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} & & \\ \hline \Delta T - ? & & \end{array} \left| \begin{array}{l} Q = cm \cdot \Delta T ; \\ \text{tad } \Delta T = \frac{Q}{c \cdot m} = \frac{276 \cdot 10^3}{920 \cdot 10} = \frac{276 \cdot 10^3}{9,2 \cdot 10^3} = \frac{276}{9,2} = \underline{30 \text{ K}} \end{array} \right.$$

1(3). Izvēlēties pareizo atbildi (ir tikai viena pareiza atbilde):

○ Sistēma, kurai pievada 150 J siltuma, iekšējā enerģija ir 50 J. Sistēma veic darbu

A. 200 J; **B.** 150 J; **C.** 100 J; **D.** 0.

○ Gāzi izpletās no 6 m^3 līdz 8 m^3 tilpumam. Aprēķināt darbu, kādu veica gāze izplešoties, ja gāzes spiediens ir $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

A. $3 \cdot 10^5 \text{ J}$; **B.** $6 \cdot 10^5 \text{ J}$; **C.** $8 \cdot 10^5 \text{ J}$; **D.** $24 \cdot 10^5 \text{ J}$.

○ Jūru un okeānu straumju veidošanos ietekmē

A. konvekcija; **B.** siltumvadīšana; **C.** siltumstarošana; **D.**

siltumietilpība..

2(2,5). Ideāla vienatomu gāze, kuras molmasa $0,06 \text{ kg/mol}$ un masa 100 g , tiek sasildīta no 20 līdz 120 K . Aprēķināt gāzes iekšējās enerģijas izmaiņu.

3(2,5). Petrolejas iekšējā enerģija pieaug par $4,5 \text{ MJ}$, ja to sasilda par 10 kelviniem. Aprēķināt petrolejas masu. [$c_{\text{pet}} = 2200 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$]

4(2). Aprēķināt motora lietderības koeficients, ja siltuma daudzums, kuru darba viela saņem no sildītāja $= 6,5 \cdot 10^5 \text{ J}$, siltuma daudzums, kuru darba viela atdod apkārtējiem ķermeņiem $= 5,2 \cdot 10^5 \text{ J}$. (Atbilde -%)

Vērtējums:

punkti	0,5-1	1,5-2	2,5-3	3,5-4	4,5-5	5,5-6	6,5-7	7,5-8	8,5-9	9,5-10
atzīme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10