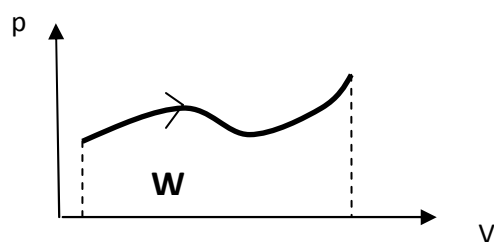


17– GAZY CZ. II. TERMODYNAMIKA

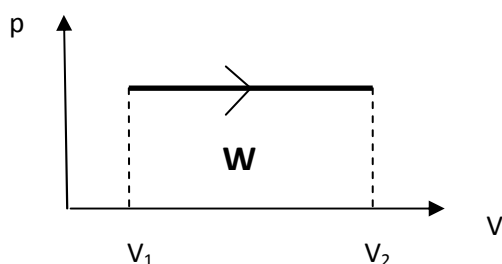
Praca



Pole figury zawartej pod wykresem zależności ciśnienia gazu od objętości jest liczbowo równe pracy.

Praca sił wewnętrznych i zewnętrznych różnią się tylko znakiem. W I zasadzie termodynamiki zawsze chodzi o pracę sił zewnętrznych

W procesie przedstawionym obok mamy do czynienia z rozprężaniem gazu. Zatem praca gazu $W_{\text{wewn}} > 0$



W przedstawionej obok przemianie izobarycznej mamy do czynienia z prostokątem, więc

$$W = p\Delta V = p(V_2 - V_1)$$

I zasada termodynamiki

$$\Delta U = Q + W$$

$\Delta U = U - U_0$ przyrost energii wewnętrznej	Q – ciepło	W – praca sił zewnętrznych
1. ogrzewanie $T > T_0$ to $U > U_0$ $\Delta U > 0$		1. pracę wykonują siły zewnętrzne – $W > 0$
2. oziębianie $T < T_0$ to $U < U_0$ $\Delta U < 0$		2. pracę wykonują siły wewnętrzne, a więc układ – $W < 0$
3. przemiana izotermiczna $T = T_0$ to $U = U_0$ $\Delta U = 0$		3. przemiana izochoryczna – $W = 0$
	1. ciepło dostarczone układowi – $Q > 0$ 2. ciepło oddane do otoczenia – $Q < 0$ 3. przemiana adiabatyczna – $Q = 0$	

Ciepło molowe

$c = \frac{Q}{m\Delta T}$ c- ciepło właściwe Q- ciepło m – masa ΔT – przyrost temperatury	$C = \frac{Q}{n\Delta T}$ C- ciepło molowe Q- ciepło n – ilość moli ΔT – przyrost temperatury
$C = \frac{Q}{n\Delta T} = \frac{Q}{\frac{m}{M}\Delta T} = M \frac{Q}{m\Delta T} = Mc$ M – masa molowa Czyli $C = Mc$ ciepło molowe = masa molowa · ciepło właściwe	

Ciepło molowe a I zasada termodynamiki

$$\Delta U = Q + W$$

$$C_p = C_v + R$$

$$nC_v\Delta T = nC_p\Delta T - nR\Delta T$$

$$\Delta U = nC_v\Delta T$$

$$Q = nC_p\Delta T$$

$$W = -nR\Delta T$$

Zasada ekwipartycji energii

$$\kappa = \frac{C_p}{C_v}$$

stosunek ten został oznaczony grecką literą kappa

$$U = \frac{i}{2}kT$$

i – ilość stopni swobody, dla gazów jednoatomowych 3, dla dwuatomowych 5, dla trzypięciatomowych 6.

k – stała Boltzmanna

$$k = \frac{R}{N} = \frac{8,31 \frac{J}{mol \cdot K}}{6,023 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}} = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$$

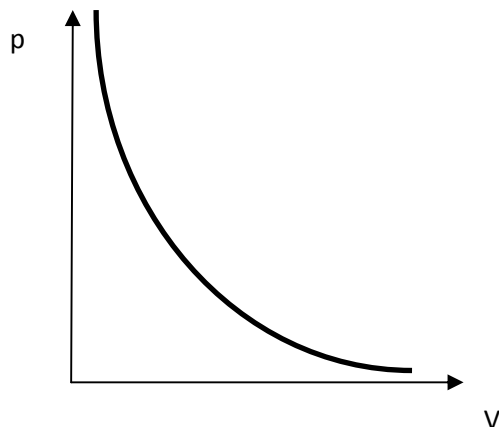
Przemiana adiabatyczna

Przemiana, w której masa gazu jest stała i nie ma wymiany ciepła z otoczeniem.

$$m = \text{const}, Q = 0$$

$$p_0 V_0^\kappa = p V^\kappa$$

gdzie $\kappa = C_p / C_v$



Wykres podobny do izotermy, ale bardziej stromy.

Druga zasada termodynamiki

$$\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

1 – odnosi się do zbiornika ciepła,

2 – odnosi się do chłodnicy

ZADANIA

Zadanie 1

Azot o masie 2 kg ($M = 28 \text{ g/mol}$) ogrzewamy izobarycznie od 0°C do 30°C . Obliczyć przyrost energii wewnętrznej gazu, ilość pobranego przezeń ciepła oraz pracę wykonaną przez gaz podczas tego procesu. $C_v = 20,34 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$, $R = 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

Odp: 44 kJ, 61 kJ, 18 kJ

Zadanie 2

W cylindrze zamknięto $m=1,6$ kg tlenu ($M=32$ kg/kmol) o temperaturze $T_1=290$ K. Do jakiej temperatury T_2 należy ogrzać izobarycznie tlen, aby praca wykonana przez gaz wynosiła $W=32 \cdot 10^3$ J? Stała gazowa $R=8,31$ J/mol·K

Odp: 367 K

Zadanie 3

Argon o masie $m=10$ g ogrzewamy izobarycznie o $\Delta T=100$ K. Obliczyć

1. ciepło pobrane przez gaz
2. przyrost jego energii wewnętrznej
3. pracę wykonaną przez gaz

Ciepła właściwe argonu $c_p=532$ J/kg·K, $c_v=320$ J/kg·K

Odp: 532 J, 320 J, 212 J

Zadanie 4

Podczas przemiany izobarycznej 1 mol gazu pobrał $Q=200$ J ciepła. O ile zwiększyła się średnia energia kinetyczna każdej cząsteczki? Ciepło molowe przy stałej objętości $C_v=3R/2$, $R=8,31$ J/mol·K, a liczba Avogadra $N=6 \cdot 10^{23}$.

Odp: $2 \cdot 10^{-22}$ J.

Zadanie 5

Gaz doskonały, dla którego $C_p/C_v=1,4$, rozprężając się wykonuje pracę $W=200$ J. Jaką ilość ciepła otrzymał gaz, jeśli była to przemiana

- a. izobaryczna
- b. izotermiczna

Odp: a. 700 J, b. 200 J

Zadanie 6

W naczyniu o objętości $V=1$ m³ znajduje się gaz doskonały. Ile ciepła należy dostarczyć, aby ciśnienie gazu wzrosło o $\Delta p=40$ Pa, jeśli $C_p/C_v=1,4$?

Odp: 100 J.

Zadania z II zasady termodynamiki w powiązaniu z innymi zadaniami z gazów w części trzeciej.