

0 FIZYKA TERMODYNAAMIKA

P. IZOTERMICZNA

$$T = \text{const}$$

$$\Delta U = W + Q$$

ZMIANA
ENERGII

CIĘPŁO
DZIAŁANIA

$$\Delta U = 0$$

stał

$$W = -Q$$

P. IZOCHORYCZNA

$$\Delta V = 0$$

$$\Delta U = W + Q$$

stał

$$\Delta U = Q$$

$W = 0$ praca nie istnieje bo objętość się nie zmienia

P. IZOBARYCZNA

$$p = \text{const}$$

$$\Delta U = W + Q$$

$$\frac{V}{T} = \text{const}$$

$$W = -p \Delta V$$

P. ADIABATYCZNA

$$Q = 0$$

$$\Delta U = W$$

CIĘPŁO WŁAŚCIWE

(wz. na ciepło)

$$C_w = \frac{Q}{m \cdot \Delta T}$$

$$Q = C_w \cdot m \cdot \Delta T$$

CIĘPŁO MOLOWE

$$C_p \text{ (IZOBARYCZNA)}$$

$$Q_p = n C_p \Delta T$$

$$C = \frac{Q}{n \cdot \Delta T}$$

$$C_v \text{ (IZOCHORYCZNA)}$$

$$Q_v = n C_v \Delta T$$

$$C_p - C_v = R \text{ (stała gazowa)}$$

$$\frac{C_p}{C_v} = \kappa \text{ (kappa)}$$

	C_p	C_v
jednoatomowa cząsteczka [He]	$\frac{5}{2} R$	$\frac{3}{2} R$
dwuatomowa cząsteczka [O ₂]	$\frac{7}{2} R$	$\frac{5}{2} R$

ZALEŻNOŚĆ CIĘPŁA MOLOWE & WŁAŚCIWE

$$C_v = \mu \cdot C_{wv} \quad \left(n = \frac{m}{\mu} \right)$$

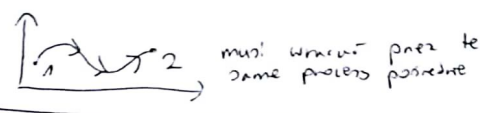
ciężko
molekularne

masa
molekularna

ciężko
właściwe

$P = \frac{2}{3} \cdot \frac{N}{V} E_{\text{kin}}$ RÓWNANIE TEORII GAZÓW

PROCES ODWRACALNY



ENTROPIA ~ miara nieuporządkowania układu ~ funkcja stanu = zależy od aktualnych parametrów.

RÓŻNICZKA $dS_i = \frac{dQ_{\text{pojemnik}}}{T}$ (oddawane = -Q_{pr})
 układ lub otoczenie

$S = S_u + S_{ot}$ gdy całkowita entropia pozostaje stała to PROCES ODWRACALNY, więc:

ZMIANA ENTROPII, RÓŻNICZKA:

$dS = dS_u + dS_{ot} = 0 \quad ; \Rightarrow \quad dS_u = -dS_{ot}$

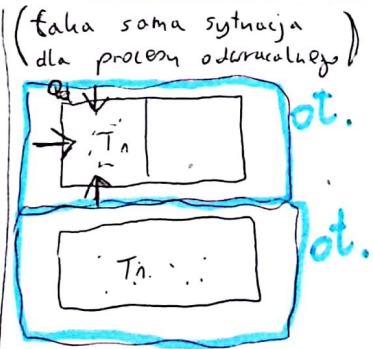
DLA IDEALNEGO CYKLU CARNOTA

$\int \frac{dQ}{T} = 0$

PROCES NIEODWRACALNY (wtedy: [WZROST CAŁKOWITEJ ENTROPII])

$dS_i > \frac{dQ_{\text{pr}}}{T} = 0 \quad \Delta S > 0$

ZMIANA ENTROPII W SWOBODNYM ROZPRĘŻANIU GAZU DOSU.



przemiana izotermiczna
 * dostarczyć jej ciepło Qd
 * tłoczek o masie jednostkowej się porusza wykonując jakąś pracę

(proces nieodwracalny)
 MAM WZÓRKA:
 $\Delta S > \frac{Q_{\text{dost}}}{T}$ ale

$Q_{\text{dost}} \text{ JEST } = 0$ WIĘC
 NIE MI TO NIE DAJE
 TYLKO ŻE:
 $\Delta S > 0$

$\Delta U = \Delta Q_1 - p \Delta V = T_1 \cdot \Delta S - p \Delta V = 0$
 $\Delta S = \frac{p \Delta V}{T} = \frac{R}{V} \cdot dV$
 $\Delta S = R \cdot \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V}$

$p \Delta V = n R \Delta T$
 $\frac{p \Delta V}{\Delta T} = n R, n=1$
 $\frac{p \Delta V}{\Delta T} = R$
 $\frac{p}{T} = \frac{R}{V}$

* ADIABATA

$$k = \frac{C_p}{C_v}, \text{ gdzie } C_p = C_v + R$$

$$C_v = C_p - R$$

$$k = \frac{C_p}{C_p - R}$$

$$k C_p - k R = C_p$$

$$C_p = \frac{k R}{k - 1}$$

dla $k = 1,4$ (dwustopniowa)

$$C_p = \frac{1,4 R}{0,4} = \frac{7}{2} R$$

$$C_v = C_p - R = \frac{5}{2} R$$

stopnie swobody

$$W = p \Delta V$$

$$Q_p = C_p n \Delta T$$

tutaj clausius: $p \Delta V = n R \Delta T$

$$\frac{p \Delta V}{R} = n \Delta T$$

$$\Delta S = C_v \cdot \ln \frac{T_2}{T_1} + R \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

WZÓR LILIALNY NA ENTROPIĘ

CIĘPŁO DOSTARCZONE PRZY OGRIEWANIU
PRZY STAŁYM CIŚNIENIU

$$Q_p = C_p \cdot n \cdot \Delta T$$

$$Q_v = C_v \cdot n \cdot \Delta T$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

Przemiany:
izostaticzna
izobaryczna

$$p \Delta V = n R \Delta T$$

* GDY SIĘCIECZNY ZOBIGRAJĄ

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

ROZWIĄZANIE CLAPERTON

II ZASADA T-DYNAMIKI

$$\Delta U = Q + W_g$$

ZMIANA
ENERGII

CIĘPŁO
DOSTARCZONE

+ PRACA
SIŁY
ZEWNIĘTRZNEJ

(LUB - PRACA
GAZU)

$$C_p - C_v = R$$

$$\frac{pV}{T} = nR$$

Energia wewnętrzna gazu

$$E_w = \frac{3}{2} n R T$$

* zależy tylko od temperatury

Energia kinetyczna z atomu

$$E_{kin} = \frac{3}{2} k T$$

$$\Delta U = n \cdot C_v \cdot \Delta T$$

ZMIANA
ENERGII
WĘWĘTRZNEJ

CIĘPŁO
MOLOWE
PRZY ZMIANIE
OBJĘTOŚCI

ZMIANA
TEMP.

(IZOBARYCZNA)

$$Q_p = \Delta E_w + W$$

po podstawieniu
→ → →

$$C_p = \frac{3}{2} R + R$$

$$\rightarrow C_p = C_v + R$$

ADIABATA

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

1,667 jednoatomowe
1,4 dwuatomowe
1,33 trójatomowe

$$C_p = C_v + R$$

$$p V^k = \text{const}$$

$$\rightarrow (p_1 V_1^k = p_2 V_2^k)$$