

TERMODYNAMIKA

1. Podstawowe pojęcia.
2. Budowa i właściwości materii.
3. Przepływ ciepła. Przemiany fazowe.
4. Ciepło przemian fazowych.
5. Zasady termodynamiki.
6. Gaz doskonały. Przemiany gazowe.
7. Równanie Clapeyrona.
8. Cykl termodynamiczny. Sprawność silnika.

Źródła ilustracji są umieszczone pod nimi. Jeśli brakuje podpisu, autorką ilustracji jest autorka notatki.

Autorka notatki: Hanna Rosik

Na rzecz fizykafascynuje.pl

PODSTAWOWE POJĘCIA

Warunki normalne - kiedy ciśnienie $p = 1013,25 \text{ hPa}$ oraz temperatura $T = 273,15 \text{ K} = 0^\circ \text{C}$. Wówczas 1 mol gazu ma objętość $22,4 \text{ dm}^3$.

Liczba Avogadra - liczba cząstek w jednym molu substancji. Wynosi $6,022 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$.

W temperaturze $0 \text{ K} = -273,15^\circ \text{C}$ cząstki przestałyby się poruszać.

Energia wewnętrzna = energia kinetyczna cząsteczek + energia potencjalna oddziaływań między cząsteczkami.

$$N = n \times N_A$$

N - liczba cząsteczek/atomów
 n - liczba moli gazu
 $N_A = 6,022 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$

$$m = \mu \times n$$

m - całkowita masa gazu
 μ - masa molowa
 n - liczba moli gazu

$$R = k \times N_A$$

R - stała gazowa
 $k = 1,38054 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$
 $N_A = 6,022 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$

stan skupienia	CIAŁO STAŁE	CIECZ	GAZ
budowa	bardzo małe odległości między cząsteczkami bardzo silne oddziaływania między cząsteczkami sieć krystaliczna	małe odległości między cząsteczkami; ułożenie cząsteczek ciągle się zmienia oddziaływania między cząsteczkami są słabsze niż w ciałach stałych i silniejsze niż w gazach	duże odległości między cząsteczkami; ułożenie cząsteczek ciągle się zmienia słabe oddziaływania między cząsteczkami
właściwości	cząsteczki poruszają się ruchem drgającym im wyższa temperatura, tym szybsze drgania ma kształt i objętość jest nieściśliwe	cząsteczki poruszają się i zderzają ze sobą gdy temperatura cieczy rośnie, może dojść do parowania przyjmuje kształt naczynia jest nieściśliwa	ruch cząsteczek jest bezładny przyjmuje kształt naczynia jest ściśliwy

KINETYCZNO-MOLEKULARNA TEORIA BUDOWY MATERII

- Wszystkie ciała są zbudowane z cząsteczek.
- Cząsteczki są w ciągłym ruchu.
- Im wyższa temperatura, tym szybszy ruch.

$$E_{k\text{śr}} = \frac{3}{2}kT$$

$E_{k\text{śr}}$ - średnia energia kinetyczna ruchu cząsteczek
 k - stała Boltzmanna, $k = 1,38054 \times 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$
 T - temperatura [K]

FORMY PRZEKAZYWANIA CIEPŁA

PRZEWODNICTWO CIEPLNE

Stykają się dwa ciała.

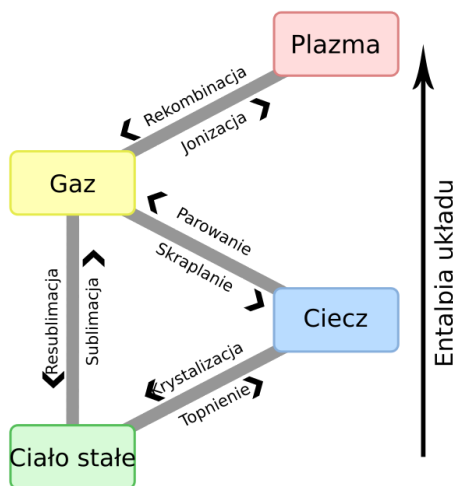
KONWEKCYJA

Ruch masy cieczy lub gazu.

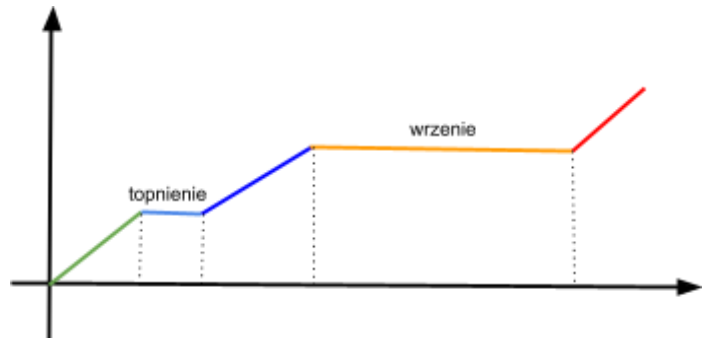
PROMIENIOWANIE

Energia jest przekazywana falą elektromagnetyczną.

PRZEMIANY FAZOWE



ZMIANA TEMPERATURY W CZASIE



CIEPŁO WŁAŚCIWE - energia, jaką trzeba dostarczyć 1kg substancji, żeby ją podgrzać o 1K. Jest charakterystyczna dla danej substancji.

$$Q = m c \Delta T$$

$$[c] = \frac{J}{kg \times K}$$

źródło: Wikimedia Commons, autor: CiaPan

Ciepło topnienia L_t - energia potrzebna do stopienia 1kg substancji w temperaturze topnienia. $Q = m L_t$

Ciepło parowania L_p - energia potrzebna do odparowania 1kg substancji w stałej temperaturze. $Q = m L_p$

Sublimacja - bezpośrednie przejście ze stanu stałego w stan gazowy.

Resublimacja - bezpośrednie przejście ze stanu gazowego w stan stały.

Rozszerzalność cieplna - zmiana rozmiarów substancji pod wpływem temperatury.

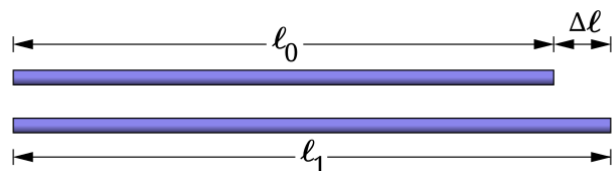
$$L = L_0 (1 + \alpha \times \Delta T)$$

L - długość w temperaturze końcowej

L_0 - długość w temperaturze początkowej

α - współczynnik rozszerzalności liniowej (char. dla danej substancji)

ΔT - zmiana temperatury



źródło: Wikimedia Commons, autor: MikeRun

ZEROWA ZASADA TERMODYNAMIKI

Jeśli ciało A jest w równowadze termicznej z ciałem B i ciało B jest w równowadze termicznej z ciałem C, to ciało A jest w równowadze termicznej z ciałem C.

PIERWSZA ZASADA TERMODYNAMIKI

$$\Delta E_w = Q + W$$

ΔE_w - zmiana energii wewnętrznej układu, Q - ciepło wymienione z otoczeniem, W - wykonana praca

BILANS CIEPLNY to zestawienie ciepła wymienianego między ciałami w układzie izolowanym. $Q_{pob} = Q_{odd}$

GAZ DOSKONAŁY

- cząsteczki są w ciągłym chaotycznym ruchu
- pomijamy rozmiar cząsteczek
- zderzenia cząsteczek są doskonale sprężyste
- między zderzeniami cząsteczki poruszają się ruchem jednostajnym prostoliniowym

RÓWNANIE CLAPEYRONA (równanie stanu gazu doskonałego)

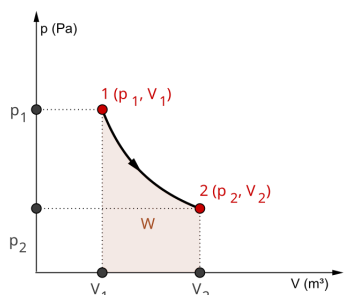
$$pV = nRT$$

p - ciśnienie, V - objętość, n - liczba moli gazu, R - stała gazowa, T - temperatura

RODZAJE PRZEMIAN GAZOWYCH

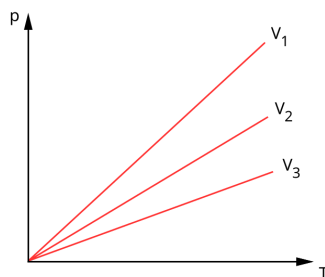
IZOTERMICZNA

$T = const$, wykres $p(V)$



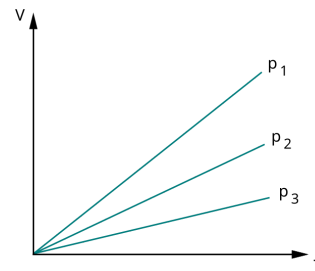
IZOCHORYCZNA

$V = const$, wykres $p(T)$



IZOBARYCZNA

$p = const$, wykres $V(T)$

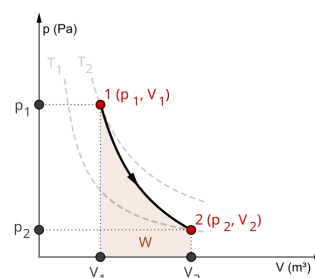


PRZEMIANA ADIABATYCZNA

to przemiana, w której ciepło nie przepływa między gazem a otoczeniem.

sprężanie adiabaticzne: praca zwiększa energię → temperatura gazu rośnie

rozprężanie adiabaticzne: praca zmniejsza energię → temperatura gazu maleje



CIEPŁO MOLOWE - energia, jaką należy dostarczyć, aby zwiększyć temperaturę 1 mola gazu o 1 K. $[\frac{J}{mol \times K}]$

C_V - ciepło molowe w przemianie izochorycznej

C_p - ciepło molowe w przemianie izobarycznej

$$C_p = C_V + R$$

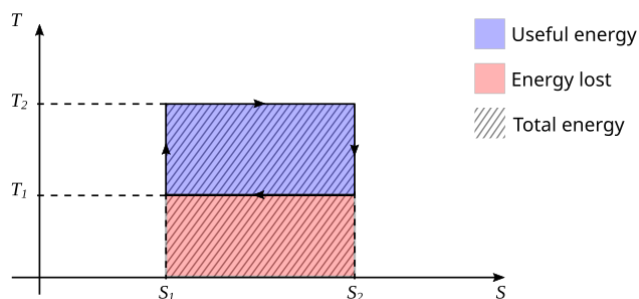
gaz	C_V	C_p
jednoatomowy	$\frac{3}{2}R$	$\frac{5}{2}R$
dwuatomowy	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$

CYKL TERMODYNAMICZNY - ciąg dowolnych przemian termodynamicznych, w którym gaz na koniec wraca do początkowego stanu. Poniżej przyjrzymy się przykładom silnika i pompy ciepła.

	SILNIK CIEPLNY	POMPA CIEPŁA
praca	$W = Q_{grzania} - Q_{chłodzenia}$	
sprawność	$\eta = \frac{W}{Q_{grzania}}$	$\eta = \frac{Q_{grzania}}{W}$

SILNIK IDEALNY - CYKL CARNOTA

1. **Rozprężanie izotermiczne** - ciepło jest pobierane ze źródła ciepła.
2. **Rozprężanie adiabatyczne** - czynnik roboczy nie wymienia ciepła z otoczeniem i jest rozprężany.
3. **Sprężanie izotermiczne** - czynnik roboczy oddaje ciepło do chłodnicy.
4. **Sprężanie adiabatyczne** - czynnik roboczy nie wymienia ciepła z otoczeniem i jest poddawany sprężaniu.



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

źródło: Wikimedia Commons, autor: Setreset