

Entropia jako funkcja stanu

FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

$$\Delta S = S_K - S_P = \int_P^K \frac{dQ}{T} \quad [\text{J/K}]$$

Zmiana entropii zależy jedynie od początkowego i końcowego stanu układu

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_K}{V_P} + nC_V \ln \frac{T_K}{T_P}$$

Dla dowolnej przemiany

Miara energii układu, która nie może być użyta do wykonania pracy mechanicznej

$$dU = TdS - PdV + \mu dN$$

Procesy odwracalne i nieodwracalne

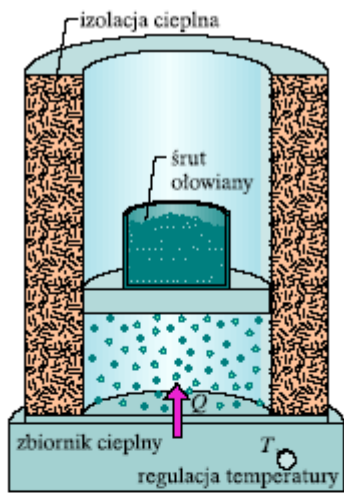
FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ

W przemianach odwracalnych w układzie zamkniętym zmiana entropii jest równa „0”

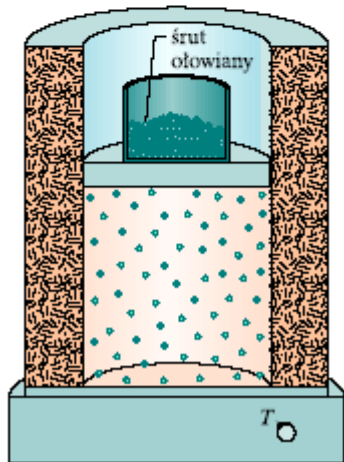
$$\Delta S \geq 0$$

Nierówność Clausiusa

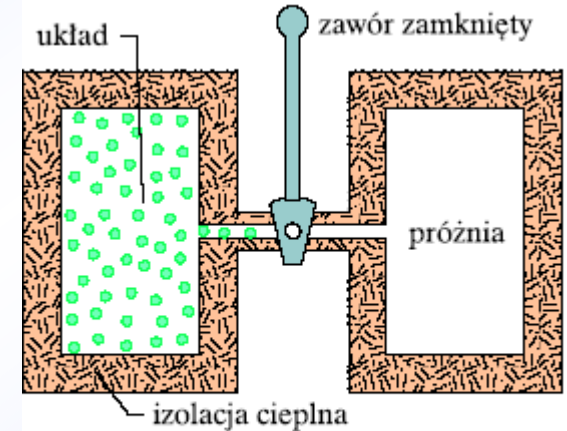
Przemiana nieodwracalna w układzie zamkniętym zawsze powoduje wzrost entropii.



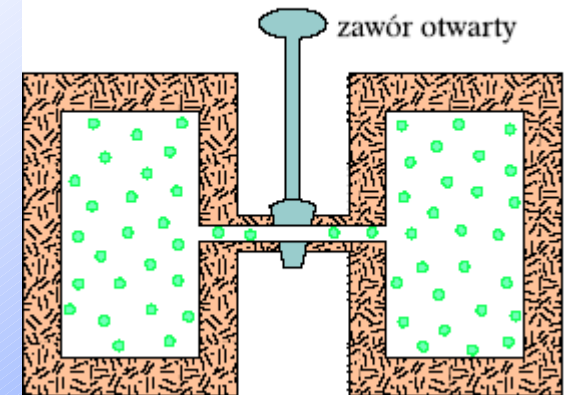
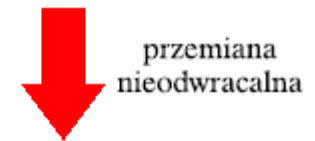
a) stan początkowy P



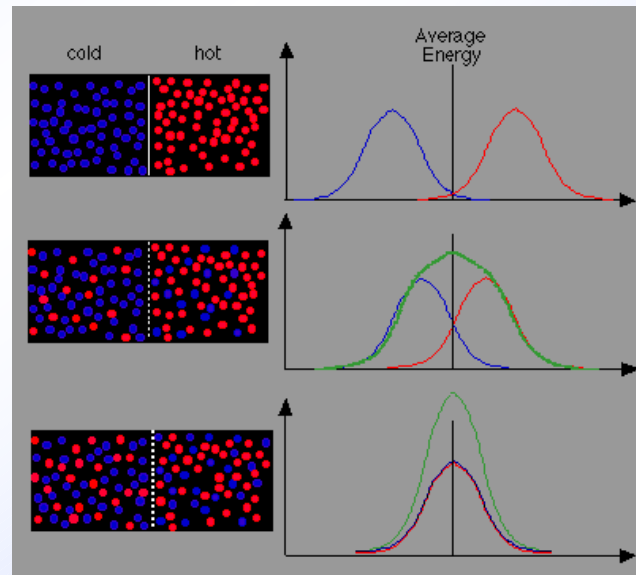
b) stan końcowy K



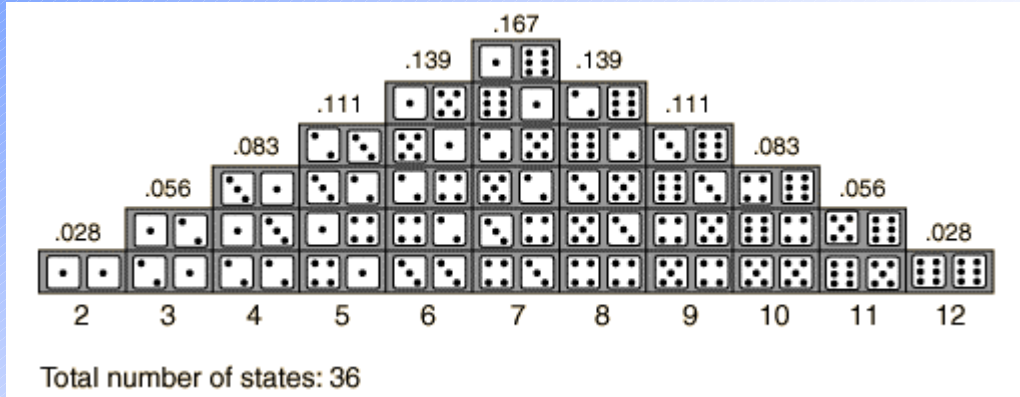
a) stan początkowy P



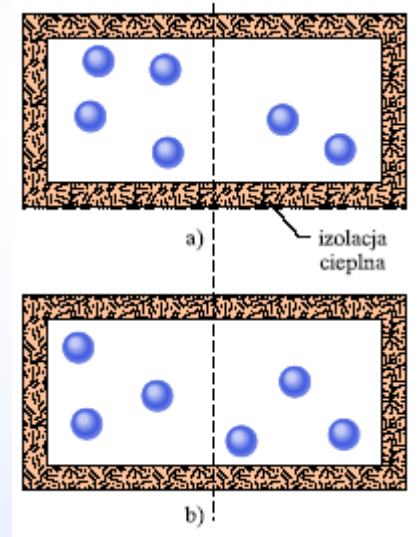
b) stan końcowy K



Statystyczna definicja entropii



$$\Omega = \frac{N!}{n_1!n_2!}$$



wielokrotność konfiguracji

$$S = k_B \ln(\Omega)$$

Wzór Boltzmana

Układy dążą do stanu bardziej „prawdopodobnego” – konfiguracji o wyższej wielokrotności (wyższej entropii)

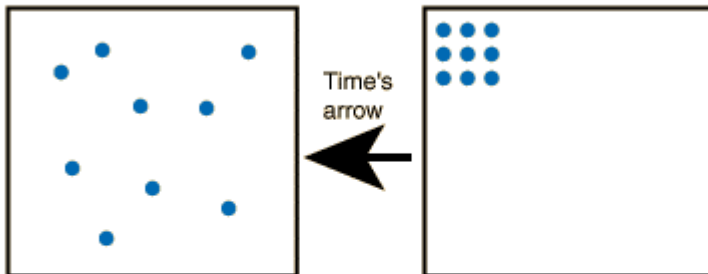


$$S(\Omega_1 \times \Omega_1) = S(\Omega_1) + S(\Omega_1)$$

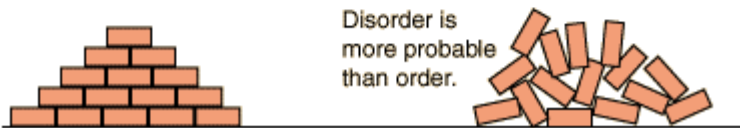
Entropia a oś czasu

FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ

If the particles represent gas molecules at normal temperatures inside a closed container, which of the illustrated configurations came first?



If you tossed bricks off a truck, which kind of pile of bricks would you more likely produce?



W przemianach nieodwracalnych entropia wyznacza kierunek zachodzenia procesu

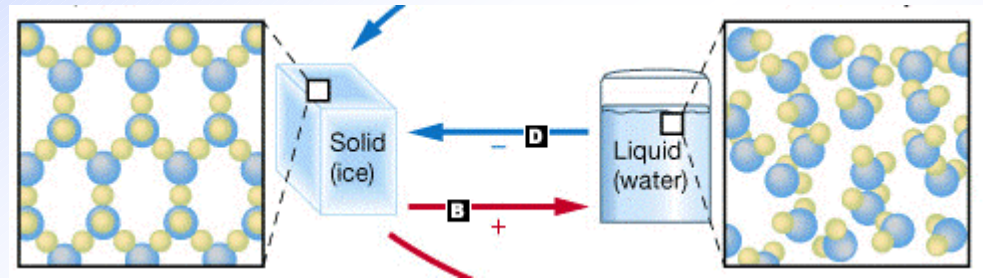
Entropia- miara nieuporządkowania

FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ



Entropia – miara nieuporządkowania

FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ



ciepło przemiany

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

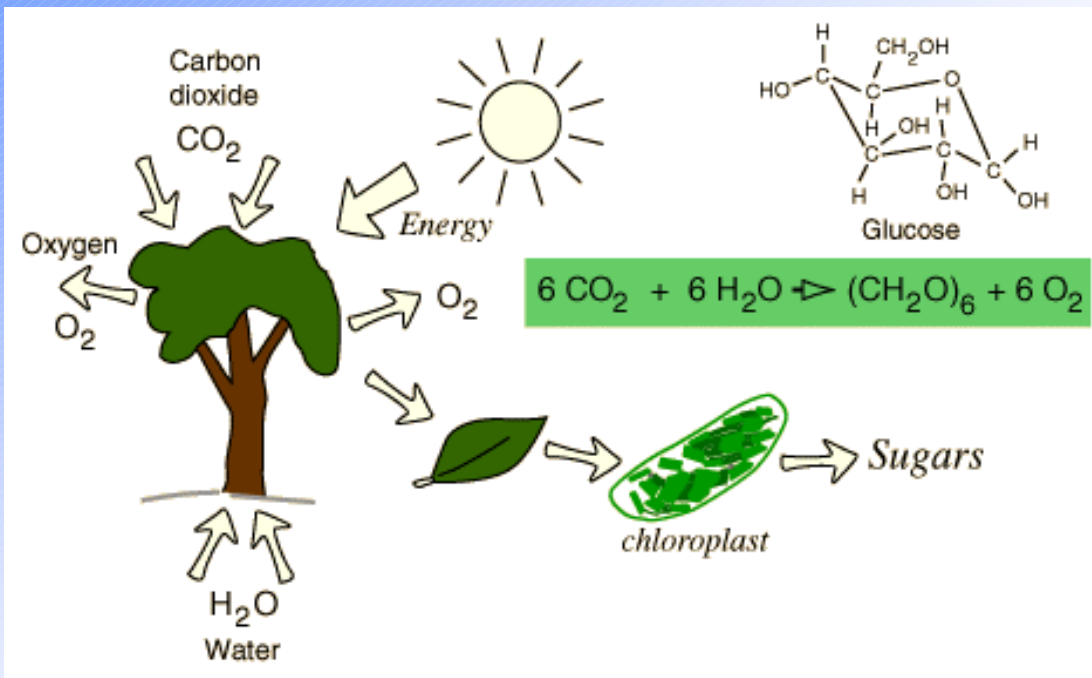
temperatura przemiany

Przemiany fazowe zmniejszające uporządkowanie wymagają dostarczenia ciepła. Przemiany zwiększające uporządkowanie wymagają odebrania ciepła.

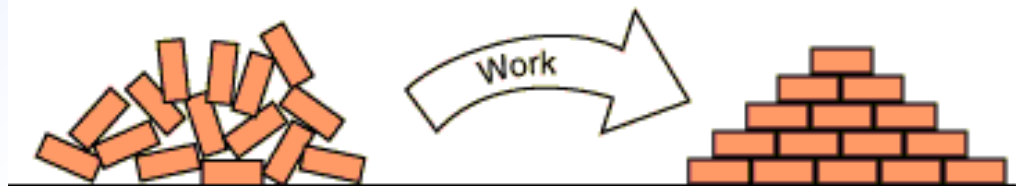
Zmianę entropii należy obliczać dla wszystkich składników – układu i otoczenia !

Entropia – miara nieuporządkowania

FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ



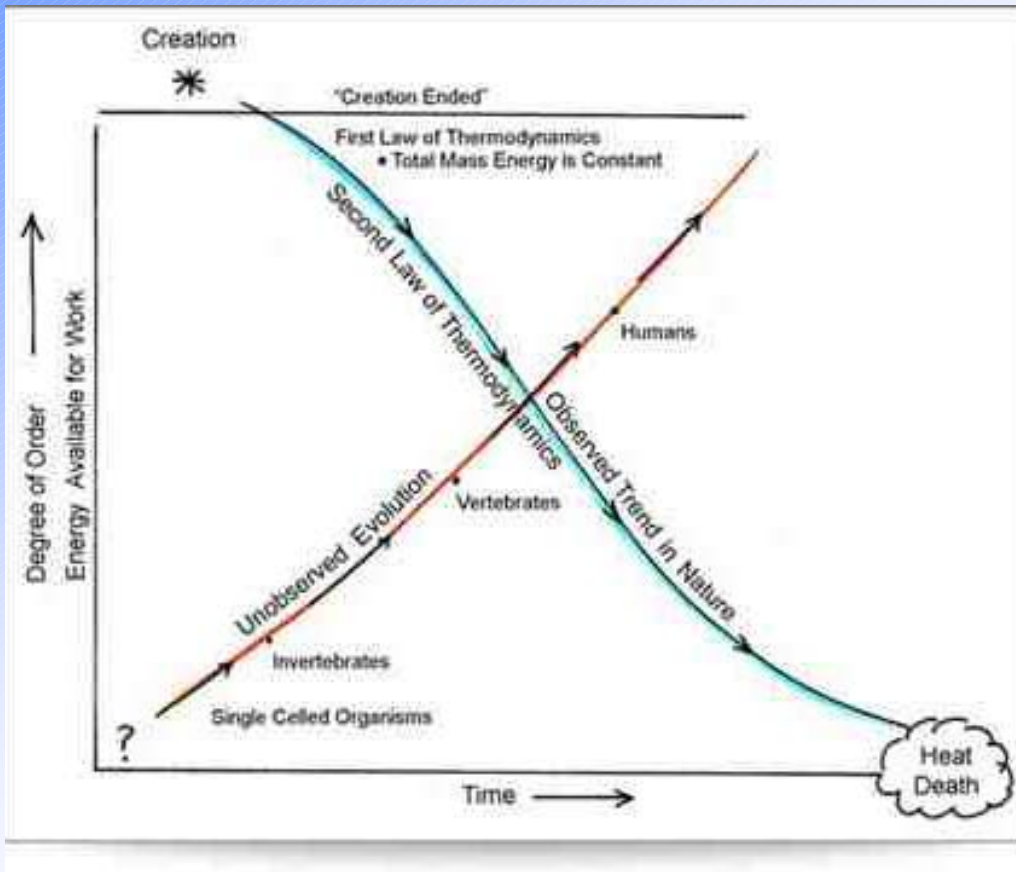
Work is generally required to produce order out of disorder, so energy must be used to produce a highly ordered state.



Ekosystemy są układem otwartym

Aspekty filozoficzne

FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ



creationsciencetoday.com

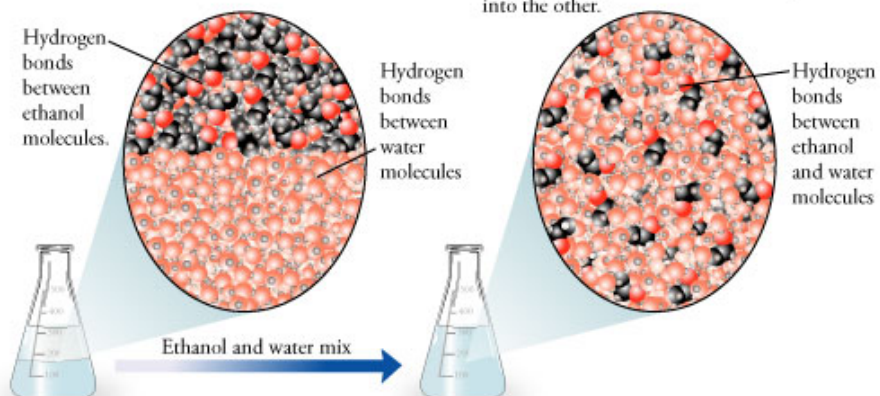
„Śmierć cieplna wszechświata” – dążenie do równowagi termicznej zmniejsza wartość energii, która może być wydatkowana na wykonanie pracy mechanicznej. Wartość maksymalnej „teoretycznej” entropii wszechświata może ulegać szybszym zmianom, niż rzeczywisty wzrost entropii.

Entropia – procesy chemiczne

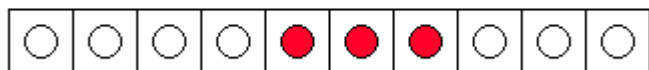
FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ

At the instant ethanol and water are mixed, the ethanol floats on top of the water.

Because the attractions between their molecules are similar, the molecules mix freely, allowing each substance to disperse into the other.



Subfigure 1.1: An unmixed state.



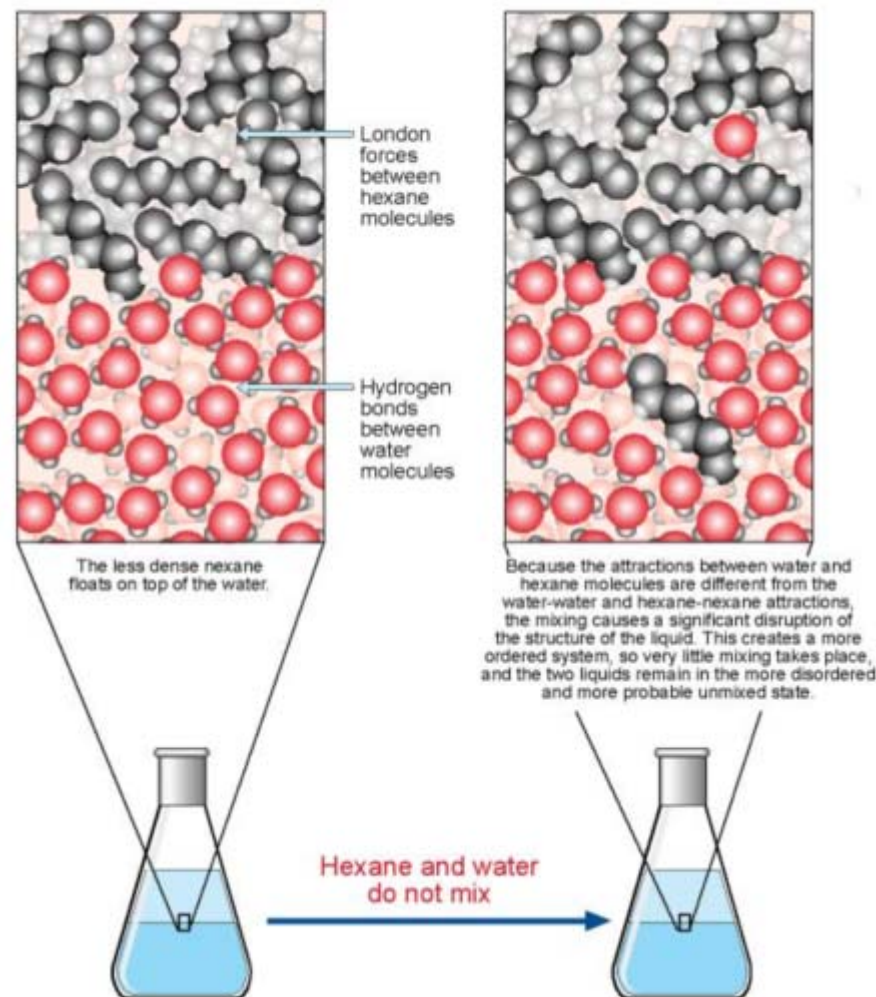
Subfigure 1.2: Another unmixed state.



Subfigure 1.3: A mixed state.



Subfigure 1.4: Another mixed state.



Energia swobodna i entalpia

FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ

$$F = U - T \cdot S$$

$$dF = -pdV - SdT$$

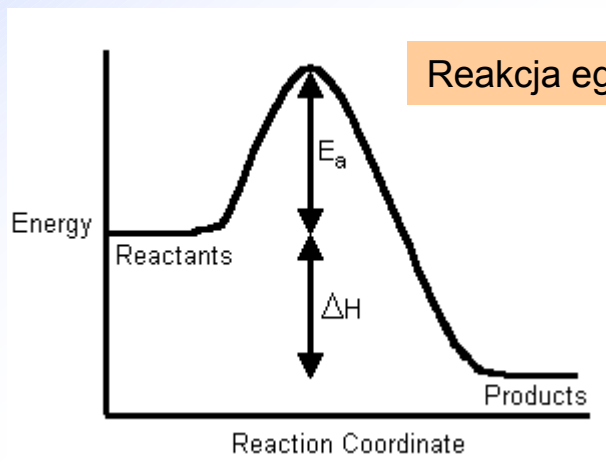
$$H = U + p \cdot V$$

$$dH = TdS + Vdp$$

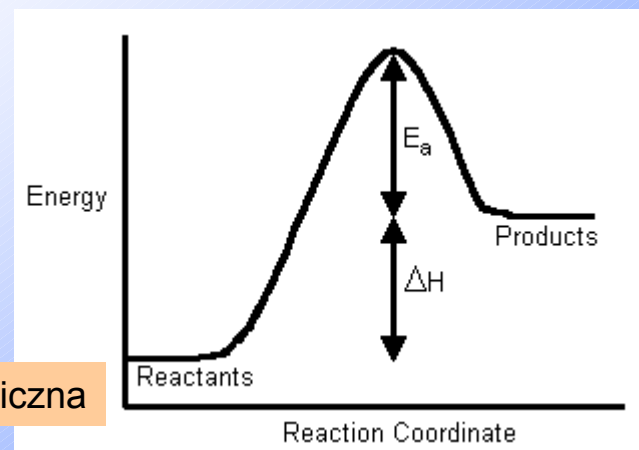
Energia swobodna Helmholtza - części energii wewnętrznej, która może być w danym procesie uwolniona w formie pracy wykonanej przez układ w stałej temperaturze.

Entalpia (zawartość ciepła) – ciepło, które układ wymienia z otoczeniem w procesie izobarycznym.

Energia potrzebna do „stworzenia” układu termodynamicznego



Reakcja endotermiczna



Entalpia swobodna Gibbsa

FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ

$$G = H - T \cdot S$$

Entalpia swobodna Gibbsa

Maksymalna ilość pracy mechanicznej, jak może być uzyskana z układu bez zmiany objętości oraz bez przepływu ciepła z otoczenia.

Reakcje, w których zmiana entalpii swobodnej Gibbsa jest ujemna uwalniają energię – mogą zachodzić spontanicznie.

Reakcje w których zmiana entalpii jest dodatnia wymagają dostarczenia ciepła.

Potencjał chemiczny –
pochodna en. wewnętrznej po liczbie cząstek



$$G = \mu_c N_c + \mu_p N_p$$

Stan równowagi – minimum entalpii swobodnej Gibbsa

Reguła faz Gibbsa

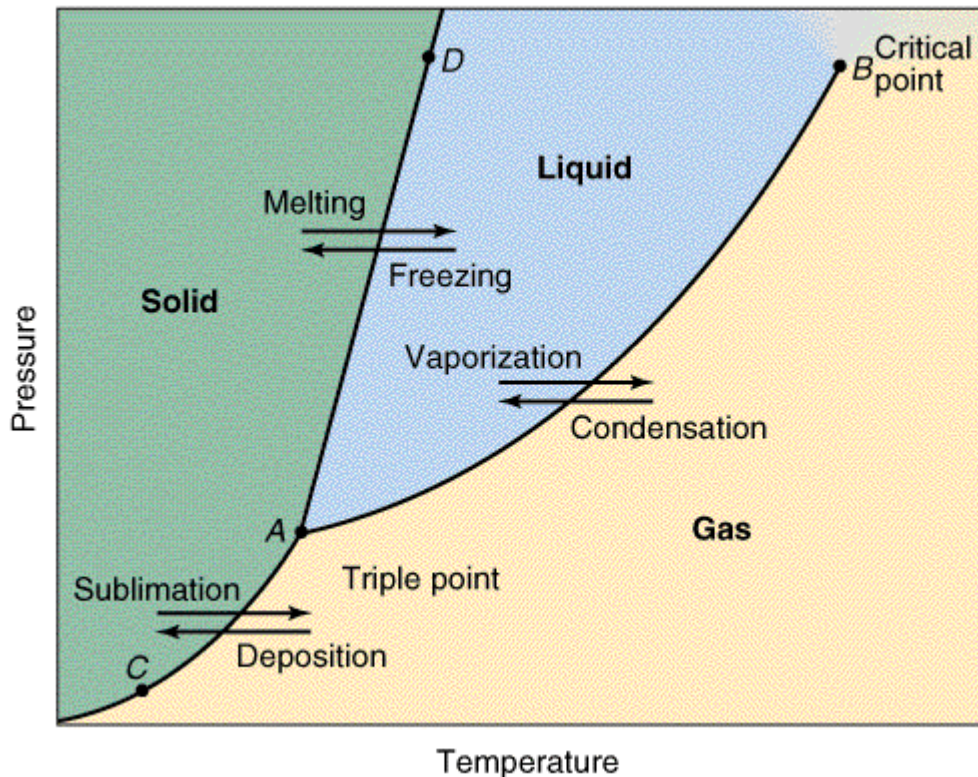
FIZYKA I WYKŁADY DR MICHAŁ MARZANTOWICZ

$$f = n_F (2 + s - 1) - 2(n_F - 1) - s(n_F - 1) \geq 0$$

f – liczba stopni swobody

s - ilość składników

n_F – liczba faz



$$f = 2 + s - n_F \geq 0$$

$$n_F \leq 2 + s$$

Maksymalna liczba faz mogących współistnieć w równowadze