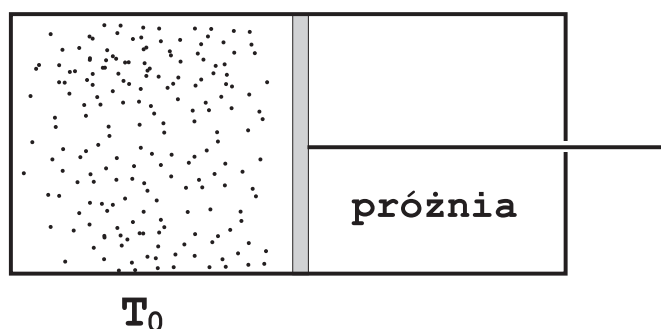


Zadania domowe do wykładu
 „Termodynamika fenomenologiczna”
 dla III roku. Rok akademicki 2007/2008.
 Seria VII i VIII

Zadanie 1. Układ fizyczny składający się z N moli gazu doskonałego znajduje się w kontakcie z termostatem o temperaturze T_0 .



Wyznaczyć pracę minimalną jaką należy wykonać aby sprężyć ten układ od ciśnienia p_1 do ciśnienia p_2 .

Zadanie 2. Wyznaczyć maksymalną pracę jaką możemy otrzymać łącząc ze sobą naczynia zawierające dwa identyczne gazy doskonałe mające jednakowe ciśnienia p_0 i liczby moli N , ale różne temperatury T_1 i T_2 .

Zadanie 3. W przypadku kwantowych gazów doskonałych, gdy efekty kwantowe są małe, równania stanu mają postać

$$pv = \frac{2}{3}u, \quad u = \frac{3}{2}RT \left(1 \pm C \frac{1}{v(mT)^{3/2}} \right),$$

gdzie C jest pewną stałą, zaś m masą pojedynczego atomu gazu. Znak (+) odnosi się do fermionów, a znak (−) do bozonów. Wyznaczyć zmianę energii wewnętrznej ΔU i ciśnienia Δp przy izotermicznym zmieszaniu równych ilości gazów doskonałych (na przykład bozonów) opisywanych przez powyższe równania gdy $m_A = m_B$. Pokazać, że mimo przyjęcia $m_A = m_B$ zmiany ΔU i Δp doznają skoku przy utożsamianiu gazów (tak zwany paradoks Einsteina). Przykład ten pokazuje, że paradoksy związane z nierozróżnialnością cząsteczek nie dotyczą tylko entropii, ale każdej wielkości termodynamicznej zależnej od gęstości.

Zadanie 4. Udowodnić związki

$$F = U + T \left(\frac{\partial F}{\partial T} \right)_V, \quad G = H + T \left(\frac{\partial G}{\partial T} \right)_p.$$

Związki te są przykładami równań Helmholtza-Gibbsa. Przyjmując, że znamy z pomiarów entalpię H jako funkcję T i p wyznaczyć z drugiego równania entalpię swobodną G . Czy to oznacza, że w zależności $H = H(T, p, N)$ zawarta jest pełna informacja o własnościach termodynamicznych układu, co jest cechą równania podstawowego $G = G(T, p, N)$?

Zadanie 5. Układ fizyczny składa się z mieszanin dwóch substancji (1) i (2), przy czym

$$x = \frac{N_1}{N} \ll 1, \quad N = N_1 + N_2.$$

W takim przypadku energia molowa $u = U/N$, objętość molowa $v = V/N$ dane są przez

$$u(p, T, x) \approx u_o(p, T) + x\tilde{u}(p, T)$$

oraz

$$v(p, T, x) \approx v_o(p, T) + x\tilde{v}(p, T).$$

Wykazać, że potencjały chemiczne składników (1) i (2) wynoszą wtedy

$$\begin{aligned} \mu_1(p, T, x) &\approx \Psi(p, T) + RT \ln x, \\ \mu_2(p, T, x) &\approx \mu_0(p, T) - RTx, \end{aligned}$$

gdzie Ψ jest pewną funkcją p i T , $\mu_0(p, T)$ potencjałem chemicznym czystego składnika (2), R stałą gazową.

Zadanie będzie omawiane na ćwiczeniach.

Zadania, każde rozwiązane na osobnej kartce, podpisane nazwiskami: własnymi i prowadzącego ćwiczenia, proszę przynieść na wykład dnia **6 grudnia**.

przygotował Filip Dutka