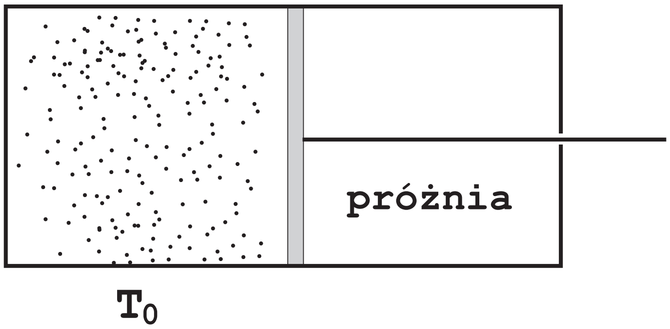
Zadania domowe do wykładu
„Termodynamika fenomenologiczna"
dla III roku. Rok akademicki 2007/2008.
Seria VII i VIII

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

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

gdzie C jest pewną stałą, zaś m masą pojedyńczego 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

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

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