

Zadania domowe z fizyki statystycznej (IV rok)
do wykładu prof. B. Cichockiego.

Seria 4

Zadanie 1. N moli gazu doskonałego znajduje się w kontakcie z termostatem o temperaturze T_0 . Znaleźć minimalną pracę konieczną do sprężenia tego gazu od ciśnienia p_1 do $p_2 > p_1$.

Zadanie 2. Udowodnić związki (będące przykładami równości Helmholtza-Gibbsa):

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

Przyjmując, że entalpia H jako funkcja T i p jest znana z pomiarów, wyznaczyć z drugiego z tych związków entalpię swobodną Gibbsa G . Czy można stąd wyciągnąć wniosek, że podanie zależności $H = H(T, p, N)$ jest równoznaczne z posiadaniem pełnej informacji o układzie termodynamicznym, tak jak to jest w przypadku, gdy znana jest zależność $G = G(T, p, N)$?

Zadanie 3. Układ fizyczny jest mieszaniną dwu substancji (1 i 2) przy czym $x \equiv N_1/N \ll 1$, gdzie $N = N_1 + N_2$. Energia na jeden mol $u = U/N$ oraz objętość molowa $v = V/N$ są dane przez

$$u(p, T, x) \approx u_0(p, T) + x \tilde{u}(p, T), \\ v(p, T, x) \approx v_0(p, T) + x \tilde{v}(p, T).$$

Wykazać, że potencjały chemiczne składników 1 i 2 są w takiej sytuacji dane wyrażeniami

$$\mu_1(p, T, x) \approx \Psi(p, T) + RT \ln x, \\ \mu_2(p, T, x) \approx \mu_0(p, T) + RTx,$$

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

Zadanie 4. Dana jest mieszanina dwu składników. Potencjałchemiczny μ_1 pierwszego z nich jest dany przez

$$\mu_1 = \psi_1(T, p) + RT \ln x_1.$$

Wykazać, że potencjałchemiczny μ_2 drugiego składnika ma wtedy postać

$$\mu_2 = \psi_2(T, p) + RT \ln x_2,$$

gdzie $x_i = N_i/N$, $i = 1, 2$.

Zadanie 5. W przypadku izotropowego i jednorodnego magnetyka

$$dU = TdS - pdV + \mu_0 Hd\mathcal{M} .$$

Jeśli spełnione jest równanie stanu $M = \chi(T)H$, to z warunków stabilności wyprowadzonych na wykładzie wynika, że

$$\left(\frac{\partial \mathcal{M}}{\partial H} \right)_{T,V} = V\chi > 0 ,$$

czyli $\chi > 0$. Tymczasem w przyrodzie występują diamagnetyki, dla których $\chi < 0$. Wyjaśnić tę sprzeczność.

Każde z zadań proszę rozwiązać na osobnej kartce. Jedno z nich będzie zbierane na wykładzie we czwartek 4 XI.

Uwaga: Rozwiązania zadań *muszą* być opatrzone komentarzami wyjaśniającymi tok rozumowania! Za same wzorki punkty przyznawane nie będą