Zadania domowe z fizyki statystycznej
do wykładu prof. Marka Napiórkowskiego
Seria 12

1. Mieszanina dwóch gazów doskonałych wypełniająca naczynie o objętości V utrzymywana w temperaturze T składa się z N_1 cząsteczek pierwszego gazu i $N_2 = 2N_1$ cząsteczek drugiego gazu. Cząsteczki pierwszego gazu mogą być modelowane jako układ trzech współliniowych mas punktowych m_1 połączonych sztywnymi, nieważkimi prętami o długości d, zaś cząsteczki drugiego gazu jako układ dwóch punktów materialnych o takiej samej masie m_2, połączonych sprężyną o zerowej długości swobodnej i stałej sprężystości k (drgania zachodzą w trzech kierunkach). W cząsteczce pierwszego gazu dwa skrajne punkty materialne są identyczne i różne od środkowego, zaś w cząsteczce drugiego gazu – różne. Wyznaczyć różnicę potencjałów chemicznych składników mieszaniny. Czy jest możliwa sytuacja, by potencjały chemiczne obu składników miały tę samą wartość? Jeśli tak, to wyznaczyć temperaturę, w której to nastąpi.

2. (a) Znaleźć energię wewnętrzną, termiczne równanie stanu oraz ciepło właściwe dla gazu doskonałego w przypadku ultrareletywistycznym ($H = |p|c$).
(b)(nieobowaiązkowe) Znaleźć energię wewnętrzną gazu doskonałego (tj. cząstek nieoddziałujących) w przypadku relatywistycznym, tzn. gdy $H = c\sqrt{p^2 + m^2c^2}$. Znaleźć energię wewnętrzną oraz ciepło właściwe gazu w niskich temperaturach, gdy $k_BT \ll mc^2$. Uwaga: pojawią się funkcje Hankela
$$H_n^{(1)}(z) = \frac{1}{i\pi} e^{-\frac{i}{2}\pi n} \int_0^\infty u^{-n-1} \exp\left[\frac{i}{2} z(u + \frac{1}{u})\right] du$$

3. Ciało stałe znajduje się w równowadze z parą składającą się z atomów tej samej substancji. Traktując parę jako klasyczny gaz doskonały, a ciało stałe jako układ $3N$ nieoddziałujących jednowymiarowych kwantowych oscylatorów harmonicznych o częstości ω (model Einsteina), wyznaczyć krzywą współistnienia, czyli ciśnienie pary jako funkcję temperatury. Przyjąć, że energia pojedynczego oscylatora wynosi $E_n = \hbar\omega(n + \frac{1}{2}) - W$, gdzie W ma interpretację pracy wyjścia atomu z kryształu.

Zadania podpisane własnym imieniem i nazwiskiem, każde na osobnej kartce papieru, prosimy przygotować na **wtorek 11.01.2005**. Zadania zbierane będą przed wykładem.