

Zadania domowe do wykładu profesora Bogdana Cichockiego  
„Termodynamika Fenomenologiczna” dla III roku. Rok  
akademicki 2005/2006.

Seria XI

**Zadanie 1.** Układ składa się z dwóch stykających się ze sobą roztworów o małych stężeniach substancji A, w dwóch niemieszających się rozpuszczalnikach B i C. Wykazać słuszność prawa podziału Nernsta: przy  $p, T = \text{const}$  substancja A dzieli się między roztwory tak, że stosunek jej stężeń w obu roztworach nie zależy od jej ilości.

**Zadanie 2.** W rozrzedzonej fazie gazowej zachodzi reakcja opisana równaniem

$$\sum_{i=1}^n \nu_i A_i = 0,$$

gdzie  $\{A_i\}$  –  $i = 1, 2, \dots, n$  są symbolami substancji chemicznych, a  $\{\nu_i\}_{i=1,2,\dots,n}$  są współczynnikami stechiometrycznymi reakcji. Każdy ze składników możemy traktować jako gaz doskonały. Wykazać, że w stanie równowagi iloczyn  $\prod_{i=1}^n p_i^{\nu_i}$ , ( $p_i$  jest ciśnieniem parcjalnym  $i$ -tego składnika, tj. ciśnieniem jakie miałyby zadana ilość  $i$ -tego gazu samodzielnie wypełniając rozważaną objętość) jest funkcją jedynie temperatury. Jest to tzw. prawo działania mas Guldberga i Waagego (1867).

**Zadanie 3.** Wykazać, że w przypadku przemiany fazowej drugiego rodzaju nachylenie krzywej współistnienia faz spełnia tzw. równania Ehrenfesta:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\Delta c_p}{T \Delta \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p}, \quad (1)$$

$$\frac{dp}{dT} = - \frac{\Delta \left( \frac{\partial v}{\partial T} \right)_p}{T \Delta \left( \frac{\partial v}{\partial p} \right)_T}, \quad (2)$$

gdzie znak  $\Delta$  oznacza skok odpowiedniej wielkości przy przemianie fazowej.

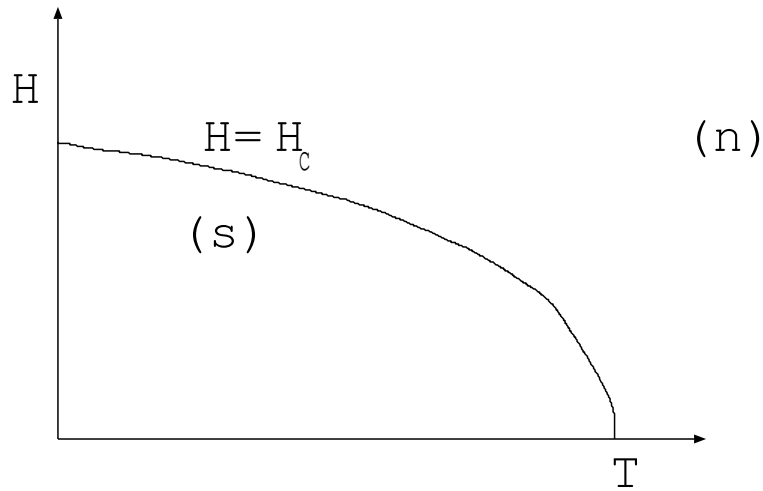
**Zadanie 4.** Niech  $\tau$  będzie temperaturą empiryczną. Wykazać, że związek  $T = T(\tau)$  między tą temperaturą a temperaturą bezwzględną  $T$  ma postać

$$\ln \left( \frac{T}{T_0} \right) = - \int_{\tau_0}^{\tau} \frac{\left( \frac{\partial V}{\partial \tau'} \right)_p}{\left( \frac{\partial Q}{\partial p} \right)_{\tau'}} d\tau',$$

gdzie  $Q$  jest ciepłem jakie należy dostarczyć do układu w kwazistatycznym procesie izotermicznym.

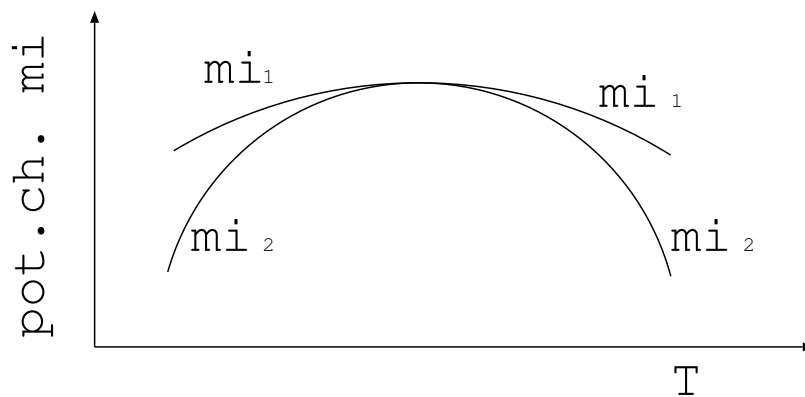
**Zadanie 5.** Na płaszczyźnie  $(H, T)$  krzywa współistnienia fazy normalnej (n) i fazy nadprzewodzącej (s) przewodnika jest parabolą opisaną równaniem

$$H_c(T) = H_0 \left[ 1 - \left( \frac{T}{T_c} \right)^2 \right].$$



W fazie nadprzewodzącej indukcja magnetyczna  $\vec{B}$  zawsze znika, nawet przy  $H \neq 0$  (tzw. efekt Meissnera). W fazie normalnej podatność magnetyczna jest praktycznie równa zero. Biorąc pod uwagę zanedbywalność efektów związanych ze zmianami objętości układu wykazać, że przemiana faza normalna - faza nadprzewodząca przy  $T = T_c$  jest przemianą fazową drugiego rodzaju. Wyznaczyć skok ciepła właściwego  $c_H$  w tym punkcie.

**Zadanie 6.** Wykazać, że o ile spełnione są warunki przemiany fazowej drugiego rodzaju, to krzywe  $\mu(T)$  dla faz (1) i (2) przy ustalonym ciśnieniu  $p$  położone są względem siebie tak, jak na rysunku. Max von Laue (1934) użył tego jako argumentu przeciw istnieniu przemiany fazowej drugiego rodzaju.



Uprasza się, aby rozwiązania zadań, każde na osobnej kartce, podpisane nazwiskiem własnym i prowadzącego ćwiczenia, przyniesione zostały na wykład 5 stycznia 2006.