Zadania domowe z Podstaw Fizyki IV

seria #4

(31 marca 2020)

Rozwiązanie jednego z tych zadań będzie zbierane we wtorek 7.04.2020. Powodzenia!

Zadanie 1

Szklaną kapilarę o wewnętrznym promieniu $R = 0.1$ mm i długości $H = 20$ cm wsunięto pionowo do wody. Górny koniec rurki jest szczelnie zamknięty. Jaki odcinek h kapilary należy zanurzyć, aby poziom w rurce i na zewnętrz był jednakowy? Przyjmij, że: ciśnienie powietrza $p_0 = 1020$ hPa, woda doskonale zwilża powierzchnię rurki, stała napięcia powierzchniowego wody $\sigma = 0.073$ J/m^2, oraz powietrze można traktować jako gaz doskonały.

Zadanie 2

Wykazać, że ze związku $\left(\frac{\partial p}{\partial \mu}\right)_V = -\left(\frac{\partial N}{\partial V}\right)_\mu$ wynika związek $\left(\frac{\partial V}{\partial \mu}\right)_p = \left(\frac{\partial N}{\partial p}\right)_\mu$.
Udowodnij także, że

$$C_P - C_V = TV\frac{\gamma_p^2}{\varkappa_T},$$

gdzie γ_p to izobaryczny współczynnik rozszerzalności cieplnej, a $\varkappa_T$ to izotermiczny współczynnik ściśliwości.

Zadanie 3

W dwóch równych częściach naczynia znajduje się po N moli gazu doskonałego o stałym c_v. Temperatura gazu w jednej części wynosi T_1, a w drugiej T_2, gdzie $T_1 < T_2$.
Część A: Wykazać, że proces wyrównywania się temperatur, w przypadku, gdy naczynie jest izolowane adiabatycznie i przedzielone jest ścianką diatermiczną, jest procesem nieodwracalnym (tzn. $\Delta S > 0$). Wyznaczyć temperaturę końcową.
Część B: Czy proces wyrównywania się temperatur można przeprowadzić w sposób odwracalny? Jeśli tak, to zaproponować jego przebieg. Wyznaczyć temperaturę końcową.

Zadanie 4

Dana jest mieszanina składników 1 i 2, w której potencjał chemiczny składnika 1 wynosi:

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

Wykazać, że potencjał chemiczny składnika 2 ma wtedy postać:

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

gdzie $x_i = N_i/N$ oraz $i = 1, 2$.
Wskazówka: Skorzystać z równania Gibbsa-Duhema.

Zadanie 5

Pokazać, że jeśli przemiana adiabatyczna układu jest opisywana równaniem $pV^\gamma = \text{const}$, to jego energia wewnętrzna dana jest wzorem:

$$U = \frac{pV}{\gamma - 1} + Nf\left(\frac{pV^\gamma}{N^\gamma}\right),$$

w którym $f(\cdot)$ jest pewną funkcją.