

Zadania domowe z Podstaw Fizyki IV

seria #6

(21 kwietnia 2020)

Rozwiązanie jednego z tych zadań będzie zbierane we wtorek 28.04.2020. Powodzenia!

Zadanie 1

Energia swobodna N moli pewnego gazu wyraża się wzorem

$$F(T, V) = \frac{3}{2}NRT(1 - \ln T) - NRT \ln(v - b) - \frac{Na}{v} + F_0,$$

gdzie a, b i F_0 to pewne stałe, a $v = V/N$ to objętość molowa. Znaleźć entropię, energię wewnętrzną i równanie stanu dla tego gazu.

Zadanie 2

Z doświadczenia wynika, że dla małych ciśnień równania stanu gazu rzeczywistego można, przy ustalonej liczbie moli N , przedstawić w postaci rozwinięć wirialnych:

$$pV = A(T) + pB(T) + p^2C(T) + \dots,$$

$$U = \alpha(T) + p\beta(T) + p^2\gamma(T) + \dots.$$

Pokazać, że $A(T) \propto T$. Wynik ten umożliwi kalibrowanie termometrów mierzących temperaturę bezwzględna.

Wskazówka: wykorzystać entalpię $H = U + pV$ i policzyć $\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T$.

Zadanie 3

Z doświadczenia wynika, że przy adiabaticznym rozciąganiu gumy następuje wzrost jej temperatury. Wykazać na tej podstawie, że współczynnik rozszerzalności termicznej gumy $\alpha_f = \frac{1}{L} \left(\frac{\partial L}{\partial T}\right)_f$ jest ujemny (L jest długością gumy, a f jej naciąganiem), to znaczy przy podwyższaniu temperatury guma będzie się kurczyła.

Zadanie 4

Gaz fotonowy scharakteryzowany jest przez równania stanu postaci: $U = Vu(T)$ oraz $p = \frac{1}{3}u(T)$, gdzie $u(T)$ jest pewną funkcją temperatury.

- Wykorzystując własności cyklu Carnota, z gazem fotonowym jako ciałem roboczym, wyznaczyć postać $u(T)$.
Wskazówka: wygodnie jest rozważyć infityzmalny cykl Carnota – to jest między T , a $T+dT$.
- Wykonać to samo, ale korzystając z tożsamości Maxwella.
- Korzystając z uzyskanego wyniku wyznaczyć entalpię H , energię swobodną F oraz entalpię swobodną G w funkcji temperatury T i objętości V dla gazu fotonowego.
Wskazówka: wygodnie jest wyrazić wszystko przez wielkości molowe.
- Czy wynik na G można z góry przewidzieć? Dlaczego?