Zadania domowe do wykładu
„Termodynamika fenomenologiczna”
dla III roku. Rok akademicki 2007/2008.
Seria IX i X

Zadanie 1. Udowodnić tożsamości

$$\left(\frac{\partial C_p}{\partial p}\right)_T = -T\left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2}\right)_p \ , \quad \left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial^2 p}{\partial T^2}\right)_V \ .$$

Zadanie 2. Z doświadczenia wynika, że przy adiabatycznym rozciąganiu gumy następuje wzrost jej temperatury. Wykazać na tej podstawie, że współczynnik rozszerzalności termicznej gumy $\left(\frac{\partial L}{\partial T}\right)_I$ jest ujemny (L jest długością gumy, a I napięciem gumy), tzn. przy podwyższaniu temperatury guma będzie się kurczyć.

Zadanie 3. Wyznaczyć różnicę $C_{E,V} - C_{P,V}$ dla jednorodnego, izotropowego dielektryka, znając jego równanie stanu:

$$P = \varepsilon_0 \chi(T) E \ .$$

Zadanie 4. Czy możliwa jest sytuacja, by ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu równało się ciepłu właściwemu przy stałej objętości

$$c_p = c_V \ ?$$

Jeśli tak, to podać przykład układu, dla którego powyższy związek zachodzi.

Zadanie 5. W temperaturze 4^oC gęstość wody jest maksymalna, tzn.

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p > 0$$

gdy $T > 277K$, a

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p < 0$$

gdy $T < 277K$. Uwzględniając tożsamość Maxwella

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p = -\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T$$

stwierdzamy, że

$$\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T < 0$$

gdy $T > 277K$ i

$$\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T > 0$$

gdy $T < 277K$. Oznacza to, że w czasie izotermicznego rozprężania wody w temperaturze większej niż 4^oC i w czasie izotermicznego sprężania wody poniżej 4^oC pobierane jest ciepło. Jeśli połączymy oba te procesy adiabatami, to otrzymamy cykl Carnota, w którym całe ciepło zamieniane jest na pracę. Jest to sprzeczne z drugą zasadą termodynamiki. Wyjaśnić, w którym miejscu popełniany jest błąd w rozumowaniu.

Zadanie 6. Gaz fotonowy scharakteryzowany jest przez równania postaci

$$U = Vu(T)\ , \quad p = \frac{1}{3}u(T)\ .$$

Korzystając z tożsamości Maxwella wyznaczyć postać $u(T)$.

Zadania, każde rozwiązane na osobnej kartce, podpisane nazwiskami: własnymi i prowadzącego ćwiczenia, proszę przynieść na wykład dnia **20 grudnia**.

przygotował Filip Dutka