

Fizyka z Matematyką II

(zadania domowe 2018-05-30)

Określenie równowagi układu złożonego, mieszanina gazów

Zadanie 1. W sztywnym naczyniu znajduje się mieszanina jednego mola wodoru i jednego mola helu. Układ jest w równowadze z termostatem. Z naczynia usunięto hel, zastępując go jednym molem wodoru. Obliczyć zmianę potencjału chemicznego wodoru.

Zadanie 2. Rozważmy dwa układy opisywane przez następujące równania stanu

$$\begin{array}{lcl} \frac{1}{T^{(1)}} = \frac{3}{2}R \frac{N^{(1)}}{U^{(1)}} & \text{i} & \frac{p^{(1)}}{T^{(1)}} = R \frac{N^{(1)}}{V^{(1)}} \\ \frac{1}{T^{(2)}} = \frac{5}{2}R \frac{N^{(2)}}{U^{(2)}} & \text{i} & \frac{p^{(2)}}{T^{(2)}} = R \frac{N^{(2)}}{V^{(2)}} \end{array}$$

gdzie R jest stałą gazową ($R = 8.314 \text{ J/molK}$). Liczba moli substancji w pierwszym układzie wynosi $N^{(1)} = 0,5$ mola i w drugim układzie $N^{(2)} = 0.75$ mola. Oba układy są umieszczone w zamkniętym cylindrze, o sztywnych, adiabatycznych i nieprzepuszczalnych ściankach zewnętrznych, jeden w jednej części i drugi w drugiej, i rozdzielone są sztywną, adiabatyczną przegrodą, nieprzepuszczalną dla cząsteczek. Temperatury układów wynoszą $T^{(1)} = 200 \text{ K}$ i $T^{(2)} = 300 \text{ K}$, a całkowita łączna objętość układów wynosi 20 l . W chwili $t=0$ przegroda staje się diatermiczna i przesuwalna, ale pozostaje nieprzepuszczalna dla cząstek układów. Znajdź energię, objętość i temperaturę każdego układu po ustaleniu się równowagi termodynamicznej.

Zadanie 3. Dwuskładnikowy układ gazowy ma następujące równanie podstawowe:

$$S = AU^{1/3}V^{1/3}N^{1/3} + B \frac{N_1 N_2}{N}, \quad \text{gdzie } N = N_1 + N_2.$$

W równaniu tym A i B są dodatnimi stałymi o wymiarach odpowiednich, aby entropia wynikająca z wkładów od wyrazów, w których te stałe występują, była bezwymiarowa.

Zamknięty cylinder o objętości V_0 jest podzielony na dwie równe części przez sztywną diatermiczną przegrodę, przepuszczalną dla cząstek rodzaju pierwszego. Jeden mol pierwszego składnika o temperaturze T_l został umieszczony w lewej części cylindra, a w prawej części umieszczono mieszaninę po 0.5 mola obu składników, w temperaturze T_r . Znajdź temperaturę w lewej części oraz liczby moli składników w każdej części, po ustaleniu równowagi termodynamicznej. Przyjmij początkowo $T_r = 2T_l$ oraz, że $B = \left(\frac{1}{9}\right) A^2 T_l V_0^{1/2}$. Zaniedbaj pochłanianie ciepła przez ścianki cylindra.

Zadanie 4. Nieprzepuszczalna, diatermiczna i sztywna przegroda dzieli cylinder na dwie części o objętościach V_1 i V_2 , zawierających odpowiednio n_1 i n_2 moli dwóch różnych gazów doskonałych. Układ jest utrzymywany w stałej temperaturze T . Po usunięciu przegrody ustala się nowy stan równowagi. Znajdź początkowe ciśnienia w każdej z części, ciśnienie końcowe i zmianę entropii układu.

Zadanie 5. W naczyniu o objętości V znajduje się mieszanina dwóch gazów doskonałych. Znaleźć liczbę moli obu gazów, jeżeli temperatura układu wynosi T , ciśnienie równe jest p i stosunek liczby moli $n_1/n_2 = 3$. Znaleźć ułamki molowe i ciśnienia parcjale obu gazów.

Zadanie 6. Naczynie o objętości V jest podzielone na dwie jednakowe części przegrodą diatermiczną. W jednej części naczynia znajduje się 1 mol wodoru i 3 mole helu, zaś w drugiej 1 mol wodoru i 1 mol helu. Układ jest termostatowany i temperatura otoczenia wynosi T . W pewnej chwili usunięto przegrodę. Znaleźć ciśnienia parcjale i całkowite ciśnienie gazów w naczyniu po ustaleniu równowagi. Znaleźć zmianę potencjału chemicznego helu i wodoru w obu częściach naczynia. Obliczyć zmianę entropii i energii swobodnej w tym procesie.