

Fizyka z Matematyką II

(zadania domowe 2015-04-08 - seria 7)

Równowaga, cykl, przekształcenia różniczek, gaz van der Waalsa

Zadanie 1*. Izolowany adiabatycznie cylinder podzielony jest na dwie części swobodnie poruszającym się, adiabatycznym tłokiem. W jednej części naczynia znajduje się $m_1 = 4$ mg wodoru, w drugiej $m_2 = 4$ mg helu. Układ jest w równowadze i objętości obu części naczynia są równe. Znaleźć stosunek energii wewnętrznych gazów w obu częściach naczynia. Oba gazy traktujemy jako gazy doskonałe.

Zadanie 2*. Cyklem Joule'a nazywamy cykl termodynamiczny prosty (obieg zgodny ze wskazówkami zegara) złożony z dwóch przemian adiabatycznych i dwóch przemian izobarycznych. Wyznaczyć sprawność tego cyklu, jeżeli znany jest stosunek $c_p/c_V \equiv \kappa$ oraz stosunek ciśnień $p_2/p_1 \equiv \delta$ w przemianach izobarycznych. Znaleźć wartość współczynnika δ , przy którym praca wykonana przez układ jest największa.

Zadanie 3*. W naczyniu zamkniętym tłokiem znajduje się n moli jednoatomowego gazu doskonałego o początkowej temperaturze T_0 i entropii S_0 . Gaz poddano przemianie. Znaleźć zależność $S(T)$ i zależność odwrotną $T(S)$ w tym procesie, jeżeli była to przemiana a) izochoryczna, b) izobaryczna.

Zadanie 4*. Różniczka entropii gazu doskonałego

$$dS = \frac{nc_V}{T} dT + \frac{p}{T} dV,$$

gdzie $c_V(T, V) = \text{const}$ i $p(T, V) = \frac{nRT}{V}$. Znaleźć funkcję $S(T, V)$, jeżeli $S(T_0, V_0) = S_0$. Następnie korzystając z równania stanu gazu doskonałego wyrazić entropię jako funkcję parametrów (V, p) i (p, T) i podać różniczki funkcji $S(V, p)$ i $S(p, T)$.

Wyznaczyć obie różniczki inną metodą, dokonując w różniczce podanej na początku zadania odpowiedniej zamiany zmiennych (na przykład $T = \frac{pV}{nR}$ i stąd $dT = \frac{p}{nR} dV + \frac{V}{nR} dp$) i porządkując wyrazy.

Pamiętać o zależności $c_V + R = c_p$.

Zadanie 5*. Różniczka

$$dw = (y^2 + 2xy) dx + f_y(x, y) dy$$

jest różniczką zupełną. Obliczyć

$$\left(\frac{\partial f_y}{\partial x} \right)_y$$

i znaleźć ogólną postać funkcji $f_y(x, y)$. Podać trzy różne przykłady funkcji $f_y(x, y)$.

Zadanie 6*. W przemianie izochorycznej temperatura n moli gazu van der Waalsa o parametrach a i b wzrosła dwukrotnie, a ciśnienie wzrosło trzykrotnie. Jaka była objętość gazu, jeżeli początkowe ciśnienie wynosiło p ?

* zadania obowiązkowe