

Fizyka z Matematyką II

(zadania domowe 2018-05-23)

Potencjały termodynamiczne, mechanika statystyczna, potencjał chemiczny

Zadanie 1. Jeden mol jednoatomowego gazu doskonałego o temperaturze T_0 sprężono izochorycznie zwiększając dwukrotnie początkowe ciśnienie p_0 . Oblicz zmianę energii wewnętrznej U i entalpii H gazu oraz ciepło dostarczone do układu w tym procesie.

Zadanie 2. W naczyniu zamkniętym tłokiem znajduje się n moli jednoatomowego gazu doskonałego o początkowej temperaturze T_0 i entropii S_0 . Gaz poddano przemianie izobarycznej. Znaleźć zależność entropii od temperatury w tym procesie oraz zmianę energii swobodnej F i entalpii swobodnej G , jeżeli objętość gazu wzrosła dwukrotnie.

Zadanie 3. Entalpia $H = U + pV$, entalpia swobodna $G = F + pV$. Korzystając z równania stanu gazu doskonałego i poznanych relacji funkcji rozdziału z energią wewnętrzną i energią swobodną

$$U = -N \frac{\partial \ln Z}{\partial \beta}, \quad F = -N \frac{\ln Z}{\beta},$$

wyrazić entalpię i entalpię swobodną gazu doskonałego przez funkcję rozdziału i parametr β .

Zadanie 4. Molowe ciepło właściwe

$$c_V = \left(\frac{\partial u}{\partial T} \right)_V = \left(\frac{\partial u}{\partial \beta} \right)_V \frac{\partial \beta}{\partial T} = -k_B \beta^2 \left(\frac{\partial u}{\partial \beta} \right)_V,$$

gdzie u jest energią wewnętrzną mola cząstek, $\beta = 1/k_B T$. Podać związek molowego ciepła właściwego z funkcją rozdziału Z i wyznaczyć c_V dla gazu doskonałego.

Wskazówka: dla gazu doskonałego $Z = A\beta^{-3/2}$, A - stała.

Zadanie 5. Znaleźć średnią wartość $|v|$ prędkości cząstki jednowymiarowego gazu doskonałego o temperaturze T .

Wskazówka: jeżeli $f(v)$ jest funkcją parzystą,

$$\int_{-\infty}^{\infty} |v| f(v) dv = 2 \int_0^{\infty} v f(v) dv$$

Zadanie 6. Jeden mol gazu doskonałego w układzie jednoskładnikowym rozprężono izotermicznie od objętości V do objętości $2V$. O ile zmienił się potencjał chemiczny gazu, jeżeli temperatura wynosiła T ? Jaka była zmiana entalpii swobodnej w tym procesie?