Statistična termodinamika 2013/14

Izpit

15. 9. 2014

1. Dvoatomni idealni plin podvržemo naslednji reverzibilni krožni spremembi: Plin najprej izobarno segrejemo, nato ga adiabatno razpnemo, zatem pa še izotermno stisnemo, da dosežemo začetno stanje. Skicirajte cikel na diagramu $p-V$ in določite njegov izkoristek! Razmerje največje in najmanjše prostornine v ciklu je enako 2.

2. Gostoto vode opisuje zveza

$$\rho(T,p) = \rho_0 - \lambda(T-T_0)^2 + \mu(p-p_0),$$

kjer je $\rho_0 = 999.972\ \mathrm{kg/m^3}$, $T_0 = 4°\mathrm{C}$, $p_0 = 1.013\times10^5$ Pa, $\lambda = 6.62\times10^{-3}\ \mathrm{kg/m^3K^2}$ in $\mu = 4.6\times10^{-7}\ \mathrm{kg/m^3Pa}$. Kolikšna je izotermna stisljivost vode pri 5°C in 1.013×10^5 Pa? Za koliko se pri omenjenih pogojih razlikujeta izotermna in adiabatna stisljivost? Specifična toplota vode pri konstantnem tlaku znaša 4204 J/kgK.

3. Valj s polmerom 1 m in višino 10 m napolnimo z idealnim enoatomnim plinom pri 300 K in 1 bar. Z vrtenjem valja okoli simetrijske osi plin izpostavimo centrifugalnemu potencialu $V(r) = -\alpha r^2$, kjer pomeni r razdaljo od osi in $\alpha = 0.07\ \mathrm{eV/m^2}$. Kolikšne so pri 300 K fluktuacije celotne enegije plina v vrtečem se valju (σ_E)? Določite razmerje povprečnih prostih poti gradnikov plina, izmerjenih pri omenjenih okoliščinah ob steni in na osi valja!

4. Izračunajte spremembo specifične entropije elektronskega plina v kovini pri segretju z 1 K na 2 K! Kemijski potencial plina pri absolutni ničli znaša 5.5 eV. Uporabite nizkotemperaturni razvoj

$$\int_0^\infty h(E)f(E)dE = \int_0^\mu h(E)dE + \frac{\pi^2}{6}(k_BT)^2\frac{dh}{dE}\Big|_\mu + \cdots$$

kjer pomeni E energijo, $f(E)$ Fermijevo zasedbeno število, $h(E)$ zvezno in pri $E=\mu$ odvedljivo funkcijo, μ pa kemijski potencial!