

Izpit

18. 3. 2022

1. Enoatomni idealni plin s kilomolsko maso 4 kg/kmol podvržemo reverzibilni krožni spremembi, v kateri ga najprej izohorno ohladimo, nato adiabatno stisnemo do začetne temperature in končno še izotermno razpnemo, da dosežemo začetno stanje. Določite izkoristek procesa, če znašata najvišja in najnižja dosežena temperatura 60°C in 30°C! Kolikšna je sprememba specifične entropije na izohori?
2. Navor, potreben za torzijsko deformacijo kovinske palice, je odvisen od kota zasuka φ in temperature T ter je podan z

$$M(\varphi, T) = D_0(1 - \lambda T)(\varphi - \mu\varphi^2),$$

kjer je $D_0 = 800 \text{ Nm/rad}$, $\lambda = 2 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ in $\mu = 2 \text{ rad}^{-1}$. Kolikšna je pri $\varphi = 5^\circ$ in $T = 1000^\circ\text{C}$ razlika adiabatnega in izotermnega torzijskega modula palice

$$\left(\frac{\partial M}{\partial \varphi}\right)_S - \left(\frac{\partial M}{\partial \varphi}\right)_T \quad ?$$

Toplotna kapaciteta palice C_φ znaša 1100 J/K.

3. Ravninsko molekulo sestavlja 100 členov, ki v osnovni konformaciji tvorijo cikcakasto strukturo. Zaporedna člena lahko oklepata tudi iztegnjeni kot, vendar je tedaj energija vezi za 0.025 eV višja kot pri osnovni konformaciji. Kolikšen je pri 300 K konformacijski prispevek k toplotni kapaciteti take molekule? — Za koliko se spremeni konformacijska entropija molekule, ko dvignemo temperaturo s 300 K na 400 K?
4. Model dvorazsežne trdnine predstavlja obsežna kvadratna mreža $N \times N$ atomov, v kateri so najbližji sosedje povezani med seboj. Lastne frekvence transverzalnih valovanj, ki se širijo po taki mreži,

$$\omega(q_x, q_y) = \omega_0 \sqrt{2(2 - \cos q_x a - \cos q_y a)}$$

so odvisne od komponent valovnega vektorja $q_i = 2\pi n_i / Na$ ($i = x, y$), kjer je n_i celo število med $-N/2$ in $N/2$ ter $a = 1 \text{ nm}$ razdalja med sosednima atomoma. V nizkotemperaturni limiti pri 4 K izračunajte povprečno število fononov na atom! Kolikšne so pri 4 K fluktuacije energije (σ_E) v kosu trdnine iz 10^{20} atomov? Računajte z $\omega_0 = 10^{12} \text{ s}^{-1}$!