Statistična termodinamika 2018/19

Izpit

20. 8. 2019

1. Dvoatomni idealni plin s kilomolsko maso 29 kg/kmol podvržemo reverzibilni krožni spremembi, v kateri ga najprej izohorno segrejemo, nato adiabatno razpnemo do začetne temperature in končno še izotermno stisnemo, da dosežemo začetno stanje. Določite izkoristek procesa, če znašata najvišja in najnižja dosežena temperatura 100°C in 20°C! Kolikšna je sprememba specifične entropije na izohori?

2. Magnetizacijo neke paramagnetne snovi opisuje zveza

$$M(T,H) = M_0 \tanh\left(\frac{aH}{T}\right),$$

kjer pomeni T temperaturo in H magnetno poljsko jakost, M_0 in $a = 8.4{\times}10^{-7}$ Km/A pa sta konstanti. Določite vrednost M_0, če je izotermna susceptibilnost vzorca pri $T = -250$°C in $H = 10^7$ A/m enaka 3×10^{-4}! Za koliko se pri omenjenih pogojih razlikujeta toplotni kapaciteti C_M in C_H vzorca s prostornino 1 cm^3? Koliko dela opravimo/prejmemo, ko vzorec pri stalni poljski jakosti 10^7 A/m segrejemo z -250°C na -200°C?

3. Gradnike neidealnega plina veže parska interakcija

$$\phi(r) = \begin{cases} \phi_0 \left[1 - (r/\sigma)\right], & r \le \sigma \\ 0, & r > \sigma \end{cases},$$

kjer je $\sigma = 5$ nm in $\phi_0 = 3 \times 10^{-4}$ eV. Pri temperaturi 27°C je v m^3 plina 10^{24} gradnikov. Za koliko % se temperaturni koeficient prostorninskega raztezka razlikuje od rezultata za idealni plin? Izračunajte Joule-Kelvinov koeficient takega plina!

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, so

$$\omega(k_x, k_y) = \omega_0 \sqrt{2(2 - \cos k_x a - \cos k_y a)}\,,$$

in so odvisne od komponent valovnega vektorja $k_\alpha = 2\pi n_\alpha / Na$ ($\alpha = x, y$), kjer je n_α celo število med $-N/2$ in $N/2$ ter $a = 1$ nm razdalja med sosednima atomoma. Za koliko se specifična toplota trdnine (na delec) pri 300 K razlikuje od vrednosti, dobljene v klasični limiti? Računajte z $\omega_0 = 10^{12}$ s^{-1}!