Termodinamika 2005/06

Izpit

26. 6. 2006

1. V vodoravnem valju s presekom 1 m^2 in dolžino 3 m, ki je narejen iz toplotnega in električnega izolatorja z zanemarljivo toplotno kapaciteto, sta tanka bata, ki nosita enako predznačen električni naboj gostote 1.5×10^{-3} As/m^2. Bata sprva zadržujeta zatiča, tako da je valj razdeljen na tri enake komore. V obeh krajnjih komorah je zrak pri 27°C — v levi pri tlaku 2 bar, v desni pri 1 bar —, komora med batoma pa je evakuirana. Zatiča izvlečemo in počakamo, da se bata umirita. Kolikšni sta temperaturi zraka v obeh komorah? Kje sta bata? Razmerje c_p/c_V za zrak je 7/5.

2. Notranja energija elastičnega traku je enaka $U(T, l) = aT + bT^2(\lambda^{-1} - l^{-1})$, kjer pomeni T temperaturo in l dolžino; $a = 240$ J/K, $b = -6 \times 10^{-5}$ Jm/K^2 in $\lambda = 1$ m pa so konstante. Ko je trak pri 20°C obremenjen s silo 0.5 N, je dolg 1.1 m. Za koliko moramo pri konstantni dolžini traku spremeniti njegovo temperaturo, da se natezna sila podvoji? Kolikšna je pri tem sprememba entropije?

3. Prostorninsko gostoto proste entalpije tekočega kristala, ki je izpostavljen magnetnemu polju jakosti H, nad temperaturo faznega prehoda opišemo z zvezo

$$g(T, H, S) = g_I(T) + \frac{1}{2}a(T - T^*)S^2 - \frac{1}{2}\mu_0\chi_a H^2 S,$$

kjer pomeni T temperaturo, S parameter urejenosti in $g_I(T)$ gostoto proste entalpije izotropne faze; $T^* = 34$°C, a in χ_a so konstante. Pri 36°C in 10^7 A/m izmerimo, da je ravnovesna vrednost parametra urejenosti enaka 3×10^{-4}, specifična toplota vzorca pa je za 1.55 J/m^3K višja kot v odsotnosti polja. Določite konstanti a in χ_a! — Vzorec s prostornino 1 cm^3 pri 10^7 A/m segrejemo s 36°C na 40°C. Koliko več toplote moramo dovesti kot pri segrevanju v odsotnosti polja?

4. Kovini A in B se dobro mešata v talini, zmesnih kristalov pa ne tvorita. Njuni tališči sta 660°C in 1400°C. Kakšna je sestava taline, ki je pri 610°C v ravnovesju s kristali kovine A (kovine B)? Skicirajte fazni diagram! Izračunajte najnižjo temperaturo, do katere je obstojna talina! Predpostavite, da je talina idealna in da pri vseh temperaturah velja $M_A q_A = M_B q_B = 21.6$ MJ/kmol, kjer sta M_A in M_B kilomolski masi kovin, q_A in q_B pa njuni talilni toploti.