Statistična termodinamika 2019/20

Izpit

27. 8. 2020

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. — Kolikšna je sprememba specifične entropije plina na izobari, če znaša njegova specifična toplota pri konstantni prostornini 720 J/kgK?

2. V faznem diagramu nekega modelskega tekočega kristala naletimo na trdno, nematsko in izotropno fazo. Podatki o njihovih gostotah (označenih po vrsti z ρ_T, ρ_N in ρ_I), ko so v medsebojnem ravnovesju pri danem tlaku p in temperaturi T, so zbrani v tabeli:

p/p_0	T/T_0	ρ_T/ρ_0	ρ_N/ρ_0	ρ_I/ρ_0
1.8	0.75	0.328	—	0.288
2.7	0.85	0.336	0.305	0.298
3.7	0.95	0.345	0.320	—

   Skicirajte fazni diagram in določite utajeni toploti prehodov iz trdne v nematsko ter iz trdne v izotropno fazo v trojni točki! Konstante p_0, T_0 in ρ_0 so znane. — Za koliko se v trojni točki razlikujeta specifični toploti nematske in izotropne faze? Privzemite, da utajene toplote v obravnavanem območju niso odvisne od temperature.

3. V razredčeno suspenzijo mehkih kroglic z gostoto $10^{16}/\mathrm{m}^3$ sta potopljeni ravni vzporedni okrogli plošči s polmerom 5 cm, razmaknjeni za 40 nm. Suspenzija s ploščama se nahaja v valjasti posodi s polmerom 10 cm in višino 20 cm; simetrijske osi plošč in posode sovpadajo. Energija interakcije med kroglico in ploščo je enaka

$$\phi(d) = \begin{cases} \phi_0, & d \le \sigma \\ 0, & d > \sigma \end{cases} ,$$

   kjer je $\sigma = 50$ nm in $\phi_0 = 5 \times 10^{-3}$ eV, d pa označuje razdaljo med središčem kroglice in ploščo. Kolikšna sila deluje med ploščama pri 20°C? Težnost zanemarite. — Kolikšna je sila, če sistem vrtimo okoli simetrijske osi s kotno hitrostjo 0.5 s^{-1}? Masa posamezne kroglice je 3×10^{-18} kg.

4. V posodi s prostornino 1 m^3 imamo dvoatomni plin pri 1 mbar in 25 K. Izračunajte spremembo rotatorske entropije, ko segrejemo plin s 25 K na 30 K! Značilna rotatorska temperatura $\hbar^2/2Ik_B$ znaša 86 K. (Tu pomeni I vztrajnostni moment za vrtenje molekule okoli prečne simetrijske osi.) — Kolikšen bi bil rezultat pri segrevanju iste količine plina s 1500 K na 1505 K?