Statistična termodinamika 2018/19

Izpit

11. 6. 2019

1. Fotonski plin podvržemo reverzibilni krožni spremembi, ki jo sestavljata dve adiabati in dve izohori. Izračunajte izkoristek takega toplotnega stroja, če je razmerje največje in najmanjše prostornine v ciklu enako 3! Gostota notranje energije fotonskega plina je $u = 4\sigma T^4/c$, kjer pomeni σ Stefanovo konstanto in c hitrost svetlobe. Tlak fotonskega plina je enak $u/3$.

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. Štiri spine, ki ležijo v ogliščih kvadrata, veže Isingova interakcija s hamiltonko

$$H = -J \sum_{\langle i,j \rangle} s_i s_j - K \sum_{i=1}^{4} s_i \,,$$

   v kateri opisuje prva vsota interakcijo med spini in teče po parih najbližjih sosedov, druga vsota pa pomeni sklopitev spinov z zunanjim poljem; s_i lahko pri tem zavzame vrednosti $\pm 1/2$. Kolikšna je sprememba povprečne energije sistema, ko pri 300 K izotermno reverzibilno vključimo magnetno polje? Koliko toplote izmenja pri tem sistem z okolico? Računajte z $J = 20$ meV in $K = 5.2$ meV!

4. Podolgovato makromolekulo, ki nosi električni dipolni moment 10^{-28} Asm vzdolž svoje dolge osi, si predstavljamo kot togo paličico dolžine 300 nm. V razredčeno raztopino takih molekul potopimo vzporedni ravni plošči, ki sta razmaknjeni za 200 nm. Za koliko se spremeni sila med ploščama (na enoto površine), ko pri stalni temperaturi 300 K vključimo električno polje jakosti 10^5 V/m, usmerjeno pravokotno nanju? V m^3 raztopine je 10^{18} molekul. *Namig: Preverite, ali lahko računate v limiti šibke sklopitve s poljem!*