

Izpit

10. 9. 2015

1. Fotonski plin podvržemo Carnotovi krožni spremembi, v kateri znašata najvišji in najnižji tlak 2×10^{-5} Pa in 1.2×10^{-5} Pa. Skicirajte cikel na diagramu $p - V$ in izračunajte izkoristek toplotnega stroja, ki tak cikel opravlja! Na zgornji izotermi vsakemu m^3 plina (merjeno pri pogojih z začetka izoterme) dovedemo 0.01 mJ toplote. Kolikšno je razmerje največje in najmanjše prostornine v ciklu? — *Fizikalni poduk: 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. Denimo, da obstaja dielektrik, čigar izotermna susceptibilnost je podana z

$$\chi(T, E) = \begin{cases} 0, & E < E_c(T) \quad (\text{faza 1}), \\ C/T, & E > E_c(T) \quad (\text{faza 2}). \end{cases}$$

V električnem polju jakosti 3×10^6 V/m pride do faznega prehoda pri 27°C . Določite poljsko jakost, pri kateri opazimo prehod pri 7°C ! Pri prehodu iz faze 1 v fazo 2 se porabi utajena toplota $q(T)$, ki je takole odvisna od temperature: $q(T) = q_0 + k(T - T_0)$; $q_0 = 8$ J/kg, $T_0 = 27^\circ\text{C}$ in $k = -0.2$ J/kgK. Gostota dielektrika znaša 1400 kg/ m^3 , koeficient C pa 3300 K. — Fazi 1 in 2 sta v ravnovesju pri 27°C . Za koliko se razlikujeta njuni specifični toploti c_E ?

3. Veliki kroglici s polmerom 80 nm se pri 300 K nahajata v raztopini majhnih kroglic s polmerom 20 nm. Kolikšna sila deluje med velikima kroglicama, če sta njuni središči drugo od drugega oddaljeni 180 nm, v vsakem litru raztopine pa je 10^{18} malih kroglic? Koliko toplote izmenja sistem z okolico, če pri nespremenjeni temperaturi razdaljo med velikima kroglicama podvojimo?
4. Enoelektronska stanja v kvantni piki opišemo z dvorazsežnim harmoničnim oscilatorjem s spektrom $E(n_x, n_y) = (n_x + n_y + 1)\hbar\omega$, kjer je $n_x, n_y = 0, 1, 2, \dots$. Kolikšna je povprečna energija oscilatorja pri 20 K, če je $\hbar\omega = 3$ meV? Pri kateri temperaturi predstavljajo fluktuacije energije (σ_E) desetino njene povprečne vrednosti?