Statistična termodinamika 2010/11

Izpit

31. 8. 2011

1. Fotonski plin podvržemo reverzibilni krožni spremembi, ki jo sestavljata dve izobari in dve izohori. Izračunajte izkoristek takega toplotnega stroja, če je razmerje največje in najmanjše prostornine v ciklu enako 3, razmerje najvišjega in najnižjega tlaka pa 2! 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. Tlak hladne plazme določa zveza

$$p = nk_BT - \frac{an^{3/2}}{3T^{1/2}}\,,$$

kjer je $a = 5.5 \times 10^{-29}$ Jm$^{3/2}$K$^{1/2}$, $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K, n pa pomeni številsko gostoto gradnikov. Za liter plazme pri 2000 K, ki smo jo pripravili iz 5×10^{14} gradnikov, izračunajte Hirnov koeficient

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_U = \frac{1}{C_V}\left[p - T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V\right]\,,$$

kjer označuje C_V toplotno kapaciteto! Specifična toplota pri konstantni prostornini, preračunana na gradnik plazme, znaša približno $3k_B/2$. — Z litrom plazme, ki je sprva pri pri 2000 K, opravimo Hirnov poskus, pri čemer se prostornina plazme podvoji. Kolikšna je sprememba temperature?

3. Argon pri 100 bar in 300 K se adsorbira na površino, na kateri je 10^{20} adsorpcijskih mest. Izračunajte povprečno vezavno energijo sistema adsorbiranih atomov, če znaša vezavna energija posameznega atoma 0.1 eV! Vrtilna količina argona je enaka 0, kilomolska masa pa 40 kg/kmol. — Kolikšen je adsorpcijski prispevek k toplotni kapaciteti sistema?

4. Razsežno ledeno ploščo imamo v vakuumu pri stalni temperaturi -90°C. Za koliko se stanjša vsako uro, če je parni tlak 9×10^{-5} mbar, gostota ledu pa 924.9 kg/m^3? Koliko toplote moramo dovesti kvadratnemu metru plošče v eni uri, da se temperatura ledu ne spremeni? Kilomolska masa vode je 18 kg/kmol, sublimacijska toplota pa 2.9 MJ/kg.