Termodinamika 2007/08

Izpit

17. 9. 2008

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 toplotno izolirani evakuirani posodi s prostornino 1 m^3 imamo litrsko jeklenko s tankimi stenami, ki vsebuje 10 g dušika pri 27°C. Jeklenka poči. Za koliko se pri tem spremeni temperatura? Kolikšna je sprememba entropije? Računajte z enačbo stanja

$$\left(\mathcal{P} + \frac{4}{\mathcal{V}^{5/3}}\right)(4\mathcal{V} - 1) = 15\mathcal{T},$$

v kateri nastopajo reducirane količine tlak $\mathcal{P} = p/p_c$, kilomolska prostornina $\mathcal{V} = V_M/V_M^c$ in temperatura $\mathcal{T} = T/T_C$. Kritični parametri za dušik so $p_c = 34.5$ bar, $V_M^c = 89.6$ dm^3/kmol in $T_c = -147.1$°C. Specifična toplota dušika pri konstantni prostornini znaša 740 J/kgK, kilomolska masa pa 28 kg/kmol.

3. V svincu opišemo kritično jakost magnetnega polja za prehod iz superprevodnega v normalno stanje z empirično zvezo

$$H_c(T) = H_0 - H_1\left(\frac{T}{T_c}\right)^2 - H_2\left(\frac{T}{T_c}\right)^4,$$

kjer je $H_0 = 6.5\times10^4$ A/m, $H_1/H_0 = 0.91$, $H_2/H_0 = 0.09$ in $T_c = 7.22$ K. Izračunajte utajeno toploto prehoda pri 5 K! Koliko toplote se izmenja, ko kilogramski vzorec pri 5 K in 5×10^4 A/m izotermno preide iz metastabilnega superprevodnega v normalno stanje? Gostota svinca je 11300 kg/m^3.

4. Pri tlaku 1 bar se snovi A in B dobro mešata v talini, zmesnih kristalov pa ne tvorita. Njuni tališči sta 660°C in 1414°C, utajeni toploti 400 kJ/kg in 1790 kJ/kg, kilomolski masi pa 27 kg/kmol in 28 kg/kmol. Skicirajte fazni diagram pri danem tlaku! Določite sestavo taline, ki je pri 640°C v ravnovesju s kristali snovi A (snovi B)! Predpostavite, da je talina idealna!