Statistična termodinamika 2020/21

Izpit

26. 8. 2021

1. Fotonski plin podvržemo naslednji reverzibilni krožni spremembi: Najprej mu izotermno podvojimo prostornino, nato ga izohorno ohladimo in na koncu adiabatno stisnemo, da se vrnemo v začetno stanje. Izračunajte izkoristek cikla! *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. Pri temperaturi T je dolžina polimernega vlakna, obremenjenega z natezno silo $\mathcal{F}$, enaka
$$\ell = \ell_0 \left[\frac{a\mathcal{F}}{T} - \frac{1}{3} \left(\frac{a\mathcal{F}}{T} \right)^3 \right],$$
kjer je $\ell_0 = 1$ μm in $a = 9 \times 10^{13}$ K/N. Kolikšna je razlika toplotnih kapacitet $C_{\mathcal{F}} - C_\ell$, če je vlakno pri 27°C obremenjeno s silo 1 pN? Za koliko se pri teh pogojih razlikujeta adiabatni in izotermni prožnostni modul vlakna, če mu pripišemo prečni presek 100 nm^2 in $C_\ell = 0.1$ eV/K?

3. Interakcijo med spini v enorazsežni N-členski verigi opišemo s klasično Heisenbergovo hamiltonko
$$H = -J \sum_{i=1}^{N-1} \mathbf{s}_i \cdot \mathbf{s}_{i+1},$$
kjer je $J = 0.01$ eV; $\mathbf{s}_i$ so enotski vektorji, ki predstavljajo spine in so vsi vrtljivi v isti ravnini. Izračunajte toplotno kapaciteto 10^{10}-členske verige (a) pri 1000 K in (b) pri 1 K!

4. Atomi idealnega plina s kilomolsko maso 84 kg/kmol se adsorbirajo na stenah dolge pokončne cevi, pri čemer sta na posameznem adsorpcijskem mestu možna dva načina vezave — prvi z vezavno energijo 5 meV in drugi z vezavno energijo 10 meV. Temperaturi plina in cevi sta enaki in znašata 20°C. Relativna amplituda fluktuacij števila adsorbiranih atomov $\sigma_N/\langle N \rangle$ na zaplati z $N_0 = 10^{20}$ neodvisnimi adsorpcijskimi mesti je enaka 10^{-6}. Izračunajte ravnovesni tlak plina tik ob zaplati! Kolikšno vrednost $\sigma_N/\langle N \rangle$ namerimo na 1000 m višje ležeči zaplati z enakim N_0?