Statistična termodinamika 2018/19

Izpit

22. 2. 2019

1. Dvoatomni idealni plin s kilomolsko maso 29 kg/kmol podvržemo reverzibilni krožni spremembi, v kateri ga najprej izohorno segrejemo, nato adiabatno razpnemo do začetne temperature in končno še izotermno stisnemo, da dosežemo začetno stanje. Določite izkoristek procesa, če znašata najvišja in najnižja dosežena temperatura 100°C in 20°C! Kolikšna je sprememba specifične entropije na izohori?

2. Dolžina traku iz tekočekristalnega elastomera ℓ, ki ga pri temperaturi T napenja sila $\mathcal{F}$, je podana z
$$\frac{\ell}{\ell_0} = 1 + \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{F}_0} + \left(1 - \frac{\mathcal{F}}{\mathcal{F}_0}\right) \tanh\left(1 - \frac{T}{T_0}\right),$$
kjer je $\ell_0 = 0.4$ m, $T_0 = 80$°C in $\mathcal{F}_0 = 0.1$ N. Kolikšen je pri 80°C temperaturni koeficient dolžinskega raztezka traku, obremenjenega s silo 0.3 N? — Trak, ki je bil sprva neobremenjen pri 80°C, izotermno reverzibilno obremenimo s silo 1 N. Koliko toplote izmenja z okolico? Pri kateri temperaturi bi morali izvesti omenjeni poskus, da bi bilo izmenjane toplote največ? *Navodilo: Privzemite, da se iskana temperatura ne razlikuje znatno od T_0!*

3. Dolg valjast asteroid s polmerom $R = 300$ km ima redko izotermno ozračje s temperaturo 100 K. Potencialna energija posamezne molekule ozračja na razdalji ρ od osi asteroida je $E_p = \alpha \ln(\rho/R)$, kjer je $\alpha = 4\times10^{-21}$ J. Določite temperaturno območje, v katerem fazni integral ozračja konvergira! Kolikšni sta povprečna potencialna energija ozračja in pripadajoča specifična toplota, preračunani na molekulo?

4. Izračunajte izotermno stisljivost dvorazsežnega plina prevodniških elektronov pri 15 K! Kemijski potencial plina pri absolutni ničli znaša 5.5 eV. Uporabite nizkotemperaturni razvoj
$$\int_0^\infty h(E) f(E) dE = \int_0^\mu h(E) dE + \frac{\pi^2}{6}(k_B T)^2 \frac{dh}{dE}\Big|_\mu + \cdots$$
kjer pomeni E energijo, $f(E)$ Fermijevo zasedbeno število, $h(E)$ zvezno in pri $E = \mu$ odvedljivo funkcijo, μ pa kemijski potencial! — Za koliko se pri 15 K razlikujeta adiabatna in izotermna stisljivost plina?