Statistična termodinamika 2023/24

Izpit

26. 6. 2024

1. Obnašanje nekega plina pri temperaturi T in tlaku p opiše enačba stanja

$$V_M - b = \frac{RT}{p} - \frac{a}{T^{10/3}}\,,$$

kjer je V_M kilomolska prostornina, $R = 8.3$ kJ/kmolK, $a = 6.8 \times 10^6$ m^{3}K$^{10/3}$/kmol in $b = 0.03$ m^3/kmol. Kolikšno je pri 200°C in 10^5 Pa relativno odstopanje izotermne stisljivosti od rezultata za idealni plin? Kolikšen je tedaj Hirnov koeficient

$$\left(\frac{\partial T}{\partial V_M}\right)_U = \frac{1}{\mathcal{C}_V}\left[p - T\left(\frac{\partial S_M}{\partial V_M}\right)_T\right]\,,$$

kjer S_M označuje kilomolsko entropijo? Računajte s $\mathcal{C}_V = 25.2$ kJ/kmolK!

2. V vrelo vodo pri 100°C in 10^5 Pa potopimo toplotno izolirano evakuirano posodo s pipo. V posodi je gibljiv bat, pritrjen na vzmet s koeficientom 10^4 N/m. Bat se v začetku, ko je vzmet nenapeta, dotika ustja pipe. Pipo odpremo, da se tlak v posodi izenači z zunanjim. Kolikšna je masa vode, ki vdre v posodo? Kolikšna je sprememba entropije vode pri vdoru v posodo? Presek bata je 1 dm^2, izparilna toplota ter kilomolska masa vode pa 2.26 MJ/kg in 18 kg/kmol. Specifični prostornini pare in vode pri navedenih pogojih znašata 1.673 m^3/kg in 1.043×10^{-3} m^3/kg.

3. V enoraszežnem modelu redkega plina polarnih molekul z dipolnim momentom 10^{-28} Asm, izpostavljenih električnemu polju, privzamemo, da sta možni le dve orientaciji molekul: Pri prvi kaže molekulski dipolni moment v smeri polja, pri drugi pa v nasprotni smeri polja. Izračunajte povprečni dipolni moment 10^6 molekul, ki so pri 300 K izpostavljene polju jakosti 5×10^7 V/m! Pri kateri temperaturi fluktuacije skupnega dipolnega momenta (σ_P) dosežejo 0.1% njegove povprečne vrednosti?

4. Za koliko se tlak dvorazsežnega plina prevodniških elektronov pri 15 K razlikuje od rezultata pri absolutni ničli? Kemijski potencial plina pri absolutni ničli znaša 5.5 eV. Uporabite nizkotemperaturni razvoj

$$\int_0^\infty h(E)f(E)dE = \int_0^\mu h(E)dE + \frac{\pi^2}{6}(k_BT)^2\frac{dh}{dE}\Big|_\mu + \cdots$$

kjer pomeni E energijo, $f(E)$ Fermijevo zasedbeno število, $h(E)$ zvezno in pri $E = \mu$ odvedljivo funkcijo, μ pa kemijski potencial! — Za kvadratni meter plina pri 15 K izračunajte vrednost adiabatnega odvoda $(\partial A/\partial T)_S$, kjer A pomeni površino plina!