

Gyakorló példák 2.

1. Mutassuk meg, hogy az állandó térfogaton vett fajhő és az állandó nyomáson vett fajhő -

$$c_v = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V, \quad c_p = \frac{1}{m} \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p,$$

ahol $H = U + pV$ az entalpia, a belső energia Legendre transzformáltja.

2. Határozzuk meg az ideális gáz állandó térfogaton és állandó nyomáson vett fajhőjét!
3. Mutassuk meg, hogy adiabatikus változás esetén $pV^\chi = \text{állandó}$, ahol $\chi = c_p/c_v$!

4. Gázokban a hangsebességét a $c = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$ képlettel határozhatjuk meg, ahol $K = -\frac{dp}{dV}$ az úgy nevezett kompresszió modulus. Határozzuk meg p nyomású ideális gázban a hangsebességet, ha a gáz összenyomását izoterm (a.) és adiabatikus (b.) folyamatnak tekintjük. Melyik folyamat áll közelebb a valósághoz?

5. A lakások fűtésére, hűtésére manapság egyre népszerűbbek a hőszivattyús megoldások. A hőszivattyúval egy termodinamikai körfolyamat segítségével télen hőt viszünk be egy hőtartályból a lakásba, nyáron hőt szállítunk ki ugyanabba a hőtartályba mechanikai munkavégzés árán. A hőtartály pl. lehet egy kút, amelynek a hőmérséklete télen, nyáron 10°C . Milyen maximális határfokkal fűthetjük fel a lakásunkat 20°C -ra a hőszivattyú segítségével? ($\eta = \frac{Q}{W}$, Q a lakásba szállított hőmennyiség, W pedig a befektetett mechanikai munka.)

6. Két V térfogatú tartályban azonos p nyomású, T_0 hőmérsékletű gáz van. Az egyik tartályt T_1 , a másik tartályt T_2 hőmérsékletre melegítjük. Mennyivel növekedett a két tartály entrópiája? ($\Delta S = \int_{T_0}^{T_1} \frac{dQ}{T}$) A két tartályt egy csapon keresztül összekötjük. Mekkora lesz az egyesített rendszer entrópiája? Megfordítható-e a folyamat?

7. A szilárd testekben a kristály rácspontjaiban elhelyezkedő atomok véges hőmérsékleten rezgő mozgást végeznek. Egy harmonikus rezgőmozgást végző részecske energiáját a következőképpen írhatjuk fel: $E = \frac{1}{2m}p^2 + \frac{1}{2}m\omega^2x^2$. A kinetikus és potenciális energia teljesen ekvivalens szerepet játszik, ezért mindkettő átlag értéke $\frac{1}{2}k_B T$ lesz. Mekkora lesz egy szilárd test fajhője alacsony hőmérsékleten? Összhangban van-e ez a termodinamika harmadik főtételével?