

Termodinamika feladatok 1.

1. Mekkora erő hat egy $1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ méretű asztallap tetejére a légnyomás következtében?
2. Egy autó kerekét $1,6 \text{ atm}$ túlnyomásúra fújták fel $27 \text{ }^\circ\text{C}$ -on. Vezetés után nyomása $0,4 \text{ atm}$ atmoszférával nőtt. Mekkora a hőmérséklet a kerék belsejében, ha a levegőt ideális gáznak tekinthetjük?
3. Az ideális gáz állapotegyenletét $pV/T = c$ alakban írva, mekkora a c állandó egy mól ideális gázra? Normál állapotban $p = 1 \text{ atm}$, $T = 273 \text{ K}$, $V = 22,4 \text{ l}$. [$c = 8,31 \text{ J/K}$, ami nem más, mint a R gázállandó.]
4. Acél mérőszalag $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on van hitelesítve. Mekkora hibát követünk el, ha $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ -on jelölünk ki vele 20 m távolságot? Az acél lineáris hőtágulási együtthatója $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.
5. Mekkora hézaggal kell fektetni az $l_0 = 25 \text{ m}$ hosszú síndarabokat $10 \text{ }^\circ\text{C}$ -on, ha azt akarjuk, hogy $50 \text{ }^\circ\text{C}$ -on ne érjenek össze? Mekkora erő hat a sínek között ezen a hőmérsékleten, ha nem hagyunk hézagot? Útmutatás: a Hooke-törvény szerint $\sigma = F/A = \Delta l/l_0 E$. Az E Young-modulusz 200 GPa , a sín keresztmetszete 50 cm^2 , lineáris hőtágulási együtthatója $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$. [$1,2 \text{ cm}$, $4,5 \cdot 10^5 \text{ N}$.]
6. * Egy alumíniumból készült gyűrűt zsugorítással rögzítünk egy sárgaréz korongon. Az eredetileg $27 \text{ }^\circ\text{C}$ -os testeket $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítjük. Mivel az Al gyűrű jobban tágul, mint a sárgaréz korong (lineáris hőtágulási együtthatójuk $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, ill. $1,9 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$), a gyűrűt a korongra húzhatjuk. Lehűlés után a gyűrű a korongra szorul. Ha a gyűrű átmérője $27 \text{ }^\circ\text{C}$ -on 8 cm , mekkora legyen a korong átmérője, hogy $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a gyűrű átmérője 10^{-3} cm -rel haladhassa meg a korongét? [$8,002 \text{ cm}$]
7. * Hogyan függ egy vékony rúdból álló fizikai inga (ingaóra) kis kitérésű lengés-ideje a hőmérséklettől? Hány százalékos változást okoz az $1 \text{ }^\circ\text{C}$ -os melegeedés „invar” ötvözetből készült rúd esetén (melynek hőtágulási együtthatója igen kicsi: $\alpha = 2 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$)?
8. A tengerszint magassága az utóbbi évtizedben $3,3 \text{ mm}$ -rel nő évente (korábban csak $1,5 \text{ mm}$ volt) átlagosan. A mostani emelkedés hányad része következik a hőtágulásból, ha a hőmérséklet kb. $0,02 \text{ }^\circ\text{C}$ -kal nő évente? A víz hőtágulási együtthatója $\alpha = 2 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, és feltehető, hogy a tenger felső 300 méter e melegszik csak. Útmutatás: tekintsük az óceáni medencéket derékszögű tartályoknak, melyek fala nem tágul.
9. * Egy A átmérőjű hengeres üvegcsövet L mélységig ρ sűrűségű folyadékba merítünk függőleges állásban. A L_0 hosszú csőből $H = L_0 - L$ hosszúságú

szakasz lóg ekkor bele a p_0 nyomású légtérbe. A cső felső végét befogjuk. Kiemelés után a folyadék hányad része marad a csőben?

10. * Egy hosszú higanyhőmérőben $0,40 \text{ cm}^3$ higany van. A hőmérő kapillárisának átmérője $0,10 \text{ mm}$. a) Mekkora lenne a higanyoszlop felső pontjának elmozdulása, miközben a hőmérséklet $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -ről $40 \text{ }^\circ\text{C}$ -re emelkedik, ha az üveg tágulása elhanyagolható lenne? b) Az oszlop felső pontja a valóságban $11,9 \text{ cm}$ -rel emelkedik. Mekkora az üveg hőtágulási együtthatója? A higany hőtágulási együtthatója $1,82 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.
11. * Azonos hosszúságú acél és sárgaréz rudat egymáshoz forrasztva 60 cm hosszú rudat készítünk. A rudat két szilárd fémoszlop közé hegesztjük. $100 \text{ }^\circ\text{C}$ hőmérsékleten a rudak feszültségmentesek. Mekkora lesz a rudak megnyúlása és a bennük ébredő feszültség, ha a hőmérséklet $10 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra csökken, feltételezve, hogy közben a fémoszlopok távolsága csak elhanyagolható mértékben változik? Hőtágulási együtthatók:
acél: $\alpha_a = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$, sárgaréz: $\alpha_{Cu} = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.
Young-modulusok:
acél: $E_a = 20,6 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, sárgaréz: $E_{Cu} = 9 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$.
Útmutatás: az egyes anyagok megnyúlásának a Δt hőmérsékletkülönbségtől és a σ feszültségtől való függése, állapotegyenlete: $\Delta l_i = l_0(\alpha_i \Delta t + \sigma/E_i)$, $i = a, Cu$. [$\sigma = 1,75 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$, $\Delta l_a = -7 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$, $\Delta l_{Cu} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$.]
12. Mutassuk meg, hogy egy héliummal töltött léggömb emelő ereje $92,6\%$ -a egy hasonló, hidrogénnel töltött léggömb emelő erejének! Útmutatás: az emelő erő a kiszorított levegő súlyának és a léggömbben levő gáz súlyának különbsége (Archimédész-törvény).
13. A tartályba $m = 10 \text{ kg}$ gázt zárunk $p = 1000 \text{ hPa}$ nyomáson. Mennyi gázt engedtünk ki a tartályból, ha a gáz nyomása 250 hPa -ra csökkent állandó hőmérsékleten. [$\Delta m = 7,5 \text{ kg}$]
14. Egy 2 literes edényben 1000 hPa nyomású ideális gáz van. Mekkora volt a gáz sűrűsége, ha változatlan hőmérséklet mellett 2 g gázt eltávolítva a gáz nyomása az eredeti n -ed része ($n > 1$) lesz?
15. Mennyi a széndioxid sűrűsége $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on és 1000 hPa nyomáson? Útmutatás: $M = 44$. [$1,80 \text{ kg/m}^3$.]