

Termodinamika feladatok 4.

1. feladat. n mól $C_V = 3R/2$ mólhőjű ideális gázt a T_0 hőmérsékletű normál állapotból konstans nyomáson lassan kétszeres térfogatra tágítunk.
 - a) Mekkora a végső hőmérséklet? [$2T_0$]
 - b) Mennyit változott a gáz belső energiája? [$3nRT_0/2$]
 - c) Mennyi munkát végzett a gáz? [nRT_0]
 - d) Mennyi hőt vett fel a gáz? [$5nRT_0/2$]
2. feladat*. Egy mól normál állapotú (p_0, V_0, T_0), C_V mólhőjű ideális gázt olyan kvázisztatikus folyamatban melegítünk, melynek során $p = p_0 + A(V - V_0)$, ahol A tetszőleges konstans. A végállapot térfogata $V_1 > V_0$.
 - a) Mekkora ebben az állapotban a T_1 hőmérséklet?
 - b) Mennyit változott a belső energiája?
 - c) Mennyi munkát végzett a gáz?
 - d) Mennyi hőt vett fel? Arányos a felvett hő ($T_1 - T_0$)-lal?
3. feladat. $T_1 = 310$ K kezdeti hőmérsékletű levegőt kitágítunk lassú adiabatikus folyamatban V_1 térfogatról $2V_1$ térfogatra. Milyen hőmérsékletre hűl le a gáz ($\kappa = 1,4$)? (Emlékeztető: az ideális gáz adiabatikus [hőfelvétel nélküli] állapotegyenlete $pV^\kappa = \text{állandó}$, ahol $\kappa = C_p/C_V$.)
4. feladat. Belső égésű motor hengerében a levegőt a dugattyú 1 atm nyomásról adiabatikusan 35 atm nyomásra sűríti. Mekkora a hőmérséklet az összenyomás után, ha a kezdeti hőmérséklet $T_0 = 410$ K? ($\kappa = 1,4$) [$T_1 = T_0(p_1/p_0)^{(\kappa-1)/\kappa} = 1130$ K]
5. feladat. A $V + \Delta V$ térfogatú *hőszigetelt* tartályban a V térfogatú részt, melyben p nyomású, T hőmérsékletű ideális gáz van, fal választja el a ΔV térfogatú résztől, melyben a nyomás zérus (vákuum van). A fal hirtelen kihúzásakor a térfogat ΔV -vel megnő. Mennyi a hőátadás és a belső energia megváltozása? Igaz-e, hogy a gáz $p\Delta V$ munkát végzett? [$W_{\text{gáz}} = 0, Q = 0, \Delta U = 0$]
6. feladat. 1 mól normál állapotú, T_0 hőmérsékletű ideális gázt lassú adiabatikus folyamatban ötszörös térfogatra terjesztünk ki. Számítsuk ki a végzett munkát és a belső energia megváltozását, $\kappa = 1,4$. [$W_{\text{gáz}} = -\Delta U = 1,2RT_0$]
7. feladat*. n mól normál állapotú levegőt lassú folyamatban összenyomunk izotermikusan eredeti térfogatának felére, majd adiabatikusan kitágítjuk eredeti nyomására, $C_V = 5R/2$. Mennyi a végső hőmérséklet? Mekkora a folyamat során végzett összes munka, a belső energia csökkenése és a gáz által leadott hő? ($\kappa = 1,4$)

8. feladat. 5 mól 27 °C-os hidrogént 1 atm-ről 5 atm-ra lassan nyomunk össze a) izotermikusan, b) adiabatikusan. $C_V = 5R/2$, számítsuk ki a szükséges munkát mindkét esetben. [a) $W_{\text{gáz}} = -5 \ln 5 R T_0 \approx -8 R 300 \text{ K} \approx -20 \text{ kJ}$, b) $W_{\text{gáz}} = -C_V 5 T_0 (5^{(\kappa-1)/\kappa} - 1) \approx -7,25 R 300 \text{ K} \approx -18 \text{ kJ}$. Az izoterm munka azonos nyomáskülönbséggel mindig nagyobb mint az adiabatikus, mert az adiabata meredekebb, mint az izoterma.]
9. feladat. A kis dT hőmérsékletváltozásra vezető lassú folyamatokban célszerű a C mólhőt úgy kiszámítani, hogy felhasználjuk az I. főtétel $dQ = dU + pdV$ alakját, valamint a belső energiát megadó állapotegyenletet, s ezután a folyamatot definiáló megkötést arra használjuk, hogy a térfogat dV változását kifejezzük dT -vel, majd $C = dQ/dT$. Ennek alapján határozzuk meg az ideális gáz mólhőjét a $p = kV^\sigma$ folyamatban (ahol k pozitív, σ tetszőleges szám). (Ekkor az állapotegyenlet $kV^{\sigma+1} = RT$, amiből $k(\sigma + 1)V^\sigma dV = RdT$.)
10. feladat. Egy mól van der Waals-gáz belső energiára vonatkozó állapotegyenlete $U = C_V T - a/V$, ahol a ugyanaz a paraméter, mint ami a nyomásra vonatkozó állapotegyenletben is fellép. Határozzuk meg a V_1 és V_2 térfogatú állapotokat kvázisztatikus izoterm folyamattal összekötő úton végzett munkát és az átadott hőt. (Itt különbözik a hőtadás és a munka az állandó hőmérséklet ellenére!) [$W_{\text{gáz}} = RT \ln [(V_2 - b)/(V_1 - b)] + a(1/V_2 - 1/V_1)$, $Q = RT \ln [(V_2 - b)/(V_1 - b)]$]
11. feladat*. Határozzuk meg egy mól van der Waals-gáz a) izochor és b) izobár folyamataiban felvett hőt. Az utóbbi alapján adjuk meg a C_p mólhőt, felhasználva, hogy az a és b paraméterek kicsik.
12. feladat. Határozzuk meg a van der Waals-gáz adiabatáinak egyenletét a T, V változóknban. [$T^{C_V/R}(V - b) = \text{áll.}$]
13. feladat. Egy mól normál állapotú (p_0, V_0, T_0) , C_V mólhőjű ideális gázt olyan kvázisztatikus folyamatban melegítünk, melynek során $p = p_0 + A(V - V_0)$, ahol A tetszőleges konstans. Mekkora a mólhő ebben a folyamatban a (p_0, V_0, T_0) állapotból indulva infinitezimálisan kis dT hőmérsékletváltozás esetén?