2018. április 5–6.

Termodinamika feladatok 4.

1. Két mól $C_V = 3R/2$ mólhőjű ideális gázt normál állapotból konstans nyomáson lassan kétszeres térfogatúra tágítunk.
a) Mekkora a végső hőmérséklet?
b) Mennyit változott a gáz belső energiája?
c) Mennyi munkát végzett a gáz?
d) Mennyi hőt vett fel a gáz?

2. 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.
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. $T_1 = 310$ K kezdeti hőmérsékletű levegőt kitágítunk lassú adiabatikus folyamatban V_1 térfogatról $2V_1$ térfogatúra. Milyen hőmérsékletre hűl le a gáz ($\kappa = 1.4$)? (Emlékeztető: az ideális gáz adiabatikus [hőfelvétel nélküli] állapotegyenlete pV^κ = állandó, ahol $\kappa = C_p/C_V$.)

4. Belső égésű motor hengerében a levegőt a dugattyú 1 atm nyomásról adiabatikusan 35 atm nyomásúra sűríti. Mekkora a hőmérséklet az összenyomás után, ha a kezdeti hőmérséklet 410 K? ($\kappa = 1.4$)

5. A $V + \Delta V$ térfogatú adiabatikusan elzárt tartályban a V térfogatú részt, melyben p nyomású, T hőmérsékletű gáz van, fal választja el a ΔV térfogatú résztől, melyben a nyomás zérus (vákuum van). A fal *hirtelen* kihúzásakor a térfogat ΔV-vel megnő. Igaz-e, hogy a gáz $p\Delta V$ munkát végez?

6. 1 mól normál állapotú ideális gázt lassú adiabatikus folyamatban ötszörös térfogatúra terjesztünk ki. Számítsuk ki a végzett munkát és a belső energia megváltozását!
(Különbözhet-e kettő egymástól?) ($\kappa = 1.4$)

7. Egy mól normál állapotú levegőt lassú folyamatban összenyomunk izotermikusan eredeti térfogatának felére, majd adiabatikusan kitágítjuk eredeti nyomására. Mennyi a folyamat során végzett összes munka, a végső hőmérséklet, a belső energia csökkenése és a gáz által leadott hő? ($\kappa = 1.4$)

8. 5 mól 27 °C-os hidrogént 1 atm-ról 5 atm-ra lassan nyomunk össze a) izotermikusan, b) adiabatikusan. Számítsuk ki a szükséges munkát mindkét esetben.

9. A kis dT hőmérsékletváltozásra vezető lassú folyamatokban célszerű a C mólhőt úgy kiszámítani, hogy felhasználjuk az I. főtétel $\mathrm{d}Q = \mathrm{d}U + p\mathrm{d}V$ alakját, valamint a belső energiát megadó állapotegyenletet, és ezután a folyamatot definiáló megkötést arra használjuk, hogy a térfogat dV változását kifejezzük dT-vel. Ezután $C = \mathrm{d}Q/\mathrm{d}T$. Ennek alapján határozzuk meg az ideális gáz mólhőjét a $p = aV^\sigma$ folyamatban. Ekkor az állapotegyenlet $kV^{(\sigma+1)} = RT$ és $k(\sigma+1)V^\sigma \mathrm{d}V = R\,\mathrm{d}T$ (ahol k pozitív, σ tetszőleges szám).

10. 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 is lesz hőátadás az állandó hőmérséklet ellenére!)

11. Határozzuk meg a van der Waals-gáz izochor és izobár folyamataiban felvett hőt! Az utóbbi alapján adjuk meg a C_p mólhőt, felhasználva, hogy az a és b paraméterek kicsik.

12. Határozzuk meg a van der Waals-gáz adiabatáinak egyenletét!

13. Határozzuk meg a van der Waals-gáz mólhőjét a $p = aV$ egyenes mentén zajló lassú folyamatban, kis hőmérsékletváltozás esetén.

14. 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 mólhője ebben a folyamatban a (p_0, V_0, T_0) állapotból indulva infinitezimálisan kis dT hőmérsékletváltozás esetén?