

Kísérleti fizika 3. gyakorlat

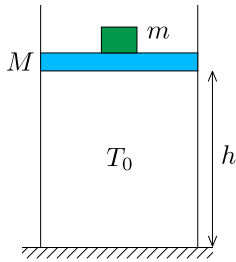
Entrópia, homogén rendszerek

Szükséges előismeretek: Reverzibilitás, irreverzibilitás, II. főétel, termodinamikai potenciálok, Maxwell-relációk

F1. 2 mol anyagmennyiségű, 1,3 adiabatikus kitevőjű ideális gázzal végzett kvázisztatikus folyamat során a térfogata kétszeresére növekszik, nyomása harmadára csökken. Mennyivel változik a gáz entrópiája?

F2. Egy mól van der Waals-gázt a (V_1, T_1) állapotból a (V_2, T_2) állapotba viszünk. Adjuk meg a gáz entrópiaváltozását, ha a gáz állandó térfogaton vett mólhője C_V !

F3. Függőleges, magas, hőszigetelt hengerben lévő $M = 1$ kg tömegű, hőszigetelő anyagból készült dugattyú bizonyos mennyiségű, $T_0 = 240$ K hőmérsékletű egyatomos ideális gázt zár el. A kezdőállapotban a dugattyún egy $m = 4$ kg tömegű nehezék található és ekkor a dugattyú $h = 50$ cm magasan helyezkedik el az edény alja felett. A rendszer vákuumban van.



Egy adott pillanatban a nehezéket a dugattyúról le vesszük és megvárjuk, amíg a dugattyú el nem éri egyensúlyi helyzetét. Ekkor a nehezéket óvatosan visszatesszük a dugattyúra.

a) Milyen magasan áll meg a dugattyú a nehezék visszatevését követően?

b) Mekkora a gáz hőmérséklete a végállapotban?

F4. Fotongáz belső energiáját és nyomását az

$$U = aVT^4, \\ p = \frac{1}{3}aT^4$$

egyenletek adják meg.

a) Határozzuk meg a fotongáz entrópiáját

b) Fejezzük ki a belső energiát a természetes változó függvényében!

F5. Mutassuk meg, hogy érvényes a

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V$$

reláció! Ennek felhasználásával adjuk meg a fotongáz entrópiáját!

F6. Igazoljuk a következő egyenlőségeket!

a) $C_p - C_V = \frac{TV\beta^2}{\kappa_T}$;

b) $C_H - C_M = \mu_0 T \chi_T V \left[\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_M \right]^2$,

ahol C_x az $x =$ állandó folyamathoz tartozó hőkapacitás, $\chi_T = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial M}{\partial H}\right)_T$ a mágneses szuszceptibilitás.

F7. Egy gumiszalagban ébredő F erő és a szalag ℓ hossza közötti összefüggés (állapotegyenlet)

$$F = aT \left[\frac{\ell}{\ell_0} - \left(\frac{\ell_0}{\ell}\right)^2 \right]$$

alakú, ahol ℓ_0 a szalag erőmentes hossza, $a > 0$ állandó.

a) Mutassuk meg, hogy a szalag belső energiája nem függ a hosszától!

b) Írjuk fel a szabadenergia és a szabadentalpia megváltozását a gumiszalagra!

c) Mekkora munkát végzünk, és mennyi a gumiszalag által leadott hő, ha a szalag hosszát izotermikus, reverzibilis folyamatban ℓ_0 -ról $2\ell_0$ -ra növeljük?

d) Igazoljuk, hogy a gumiszalag hőmérséklete megnő, ha adiabatikusan megnyújtjuk!

Útmutatás: felhasználhatjuk a

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V - p$$

azonosságot.