

Hőtan és folytonos közegek mechanikája 11. gyakorlat

Szükséges előismeretek: Entrópia, reverzibilis és irreverzibilis folyamatok, Maxwell-relációk, fundamentális egyenletek

1. feladat

Egy mól egyatomos ideális gázzal az alábbi reverzibilis folyamatokat végezzük:

- izochor melegítés, $T_1 \rightarrow T_2$,
- izobár melegítés, $T_1 \rightarrow T_2$,
- izoterm tágulás, $V_1 \rightarrow V_2$.

Határozd meg, hogy a folyamat során bekövetkezett entrópiaváltozás hogyan függ a megadott paramétereiktől!

2. feladat

Határozd meg az ideális gáz entrópiáját, mint a hőmérséklet és térfogat függvényét!

3. feladat

Egy 10 literes tartályba lassan levegőt pumpálva a nyomást a légköri nyomás 10-szeresére növeljük. Mennyi munkát kell végeznünk eközben, ha a pumpa lökettérfogata 1 liter? (A tartály és a pumpa fala egyaránt jó hővezető, emiatt a hőmérséklet mindvégig állandónak tekinthető?)

4. feladat Egy hőszigetelt tartályt könnyen mozgó, szintén hőszigetelt dugattyú zárja el a környezettől. A környezet nyomása p_1 -ről p_2 -re csökken, ezért a tartályban lévő gáz kitágul és lehül. Mikor csökken jobban a gáz hőmérséklete, ha a külső nyomásváltozás lassan vagy ha hirtelen következik be?

5. feladat Tekintsük az alábbi Maxwell-relációt:

$$-\left. \frac{\partial p}{\partial S} \right|_V = \left. \frac{\partial T}{\partial V} \right|_S !$$

a) Számoljuk ki külön-külön a deriváltak értékét ideális gázra! Mutassuk meg, hogy az értékük megegyezik!

b) Mutassuk meg, hogy az egyenlőség tetszőleges rendszer esetén is fenn áll!

c) Adjuk meg a deriváltak értékét mérhető fizikai mennyiségek (p , V , T , C_p , C_V , β , κ_T) segítségével!

6. feladat Valamely rendszer fundamentális egyenlete:

$$U(S, V, n) = \frac{n^{5/3}}{V^{2/3}} \exp \left[\frac{2}{3R} \left(\frac{S}{n} + \frac{nbR}{V} - c \right) \right] - \frac{an^2}{V},$$

ahol a, b, c egy-egy a rendszert jellemző pozitív, valós konstans.

a) Mutassuk meg, hogy a fundamentális egyenlet változóinak homogén elsőrendű függvénye!

b) Határozzuk meg a belső energiát, mint a térfogat, mólszám és a hőmérséklet függvénye!

c) Határozzuk meg a nyomást, mint a térfogat, mólszám és a hőmérséklet függvénye!

Gyakorló feladatok:

Útban a modern fizikához 23A-1-től 23C-29-ig.

Beadandó feladatok:

Határidő: 2020. május 8. 20:00, A Canvas rendszerben lehet feltölteni, a megadott formai feltételek mellett.

1. beadandó feladat (4 pont)

Az alábbi ábrán egyatomos ideális gáz körfolyamatát látjuk hőmérséklet-entrópia síkon.

a) Mekkora hatásfokú hőerőgépet reprezentál a körfolyamat?

b) A B pontban az ideális gáz térfogata 1 m^3 . Határozzuk meg a gáz térfogatát a C pontban!

2. beadandó feladat (5 pont)

Adott részecskeszámú rendszer fundamentális egyenlete:

$$S(U, V) = \frac{4}{3} \sqrt[4]{aU^3V},$$

ahol a egy pozitív, valós konstans.

a) Határozzuk meg a belső energiát, mint a térfogat és a hőmérséklet függvénye: $U(V, T)$!

b) Határozzuk meg a nyomást, mint a térfogat és a hőmérséklet függvénye: $p(V, T)$!

3. beadandó feladat (6 pont)

Számítsuk ki a következő folyamatok során bekövetkezett entrópiaváltozást!

a) 1 mól ideális gáz nyomása izoterm folyamat során p_1 -ről p_2 -re nő.

b) 1 mól van der Waals gáz adiabatikusan kitágul V_1 térfogatról V_2 térfogatra.

c) 1 g $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -os víz állandó nyomáson $100 \text{ }^\circ\text{C}$ -os gőzzé alakul.

d) Egy 200 g-os alumínium hasáb hőmérséklete $30 \text{ }^\circ\text{C}$ -ról $40 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra emelkedik.

