

## 6. tétel: Gázok állapotváltozásai

- A gázok állapotjelzői és mértékegységeik.
- A gázok állapotegyenlete.
- Az állapotváltozás fogalma, gáztörvények.
- Nevezetes állapotváltozások, (izobár, izochor, izoterm, adiabatikus), ábrázolás p–V diagramon, a hőtan első főtételének alkalmazása a fenti állapotváltozásokra.
- Az ideális gáz kinetikus modellje.
- A témához kapcsolható természeti jelenségek és egyszerű berendezések működésének magyarázata.

**Az állapotváltozás** olyan folyamat, melynek során egy közeg állapotát egyértelműen leíró jellemzőkben, az úgynevezett állapotjelzőkben (= állapotváltozók) változás következik be. A gázok állapotváltozása során minimum két állapotjelző megváltozik, de lehet, hogy egy vagy kettő változatlan marad. Az állapotjelzők megváltozása egymástól nem független, ezeket a gáztörvényekkel írjuk le.

Egy gáz állapotát az úgynevezett **állapotjelzőkkel** lehet jellemezni. Ezek a következők:

- Tömeg:  $m$  [kg]
- Hőmérséklet:  $T$  [ $^{\circ}\text{C}$  / K]
- Térfogat:  $V$  [ $\text{m}^3$ ]
- Nyomás:  $p$  [Pa]

Ezek közül a tömeg, és a térfogat extenzív (összeadandó), a nyomás, és a hőmérséklet pedig intenzív (kiegyenlítődő) állapotjelző.

A gázok állapotváltozásainak vizsgálatokor csak **ideális gázokkal** foglalkozunk. Ezek a valóságban nem léteznek, de a valódi gázok közepes nyomáson, és hőmérsékleten hasonlóan viselkednek. Az ideális gáz V-T grafikonja a T (azaz x) tengelyt az abszolút nulla fokon metszi (-273,15K).

### Kinetikus gázmodell

- A gáz olyan részecskékből áll, amelyek össztérfogata elhanyagolható a gázt tartalmazó edény térfogatához képest.
- A részecskék egymással és az edény falával energiavesztés nélkül (rugalmasan) ütköznek.
- A részecskék közötti erőhatások elhanyagolhatóak, ezért két ütközés között egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek.
- A részecskék kiterjedés nélküli tömegpontoknak tekintendők.

A gázok részecskéi rendezetlen hőmozgást végeznek. Energiájukat csak a mozgási energiájuk adja (a köztük lévő vonzóerőktől eltekintünk). A gázok nyomása megegyezik a fallal rugalmasan ütköző részecskék által az egységnyi felületre kifejtett átlagos erővel. A nyomás annál nagyobb, minél nagyobb sebességekkel, minél több részecske ütközik egységnyi idő alatt a tartály falával.

Izotermikus állapotváltozás során a térfogattal együtt változik a részecskeszám-sűrűség, ezért változik a nyomás a térfogattal fordított arányban.

Izochor állapotváltozás során a hőmérséklet változásakor a részecskék átlagos sebessége változik, ezért változik a nyomás.

Izobár állapotváltozás során a nyomás azért marad állandó, mert a részecskeszám-sűrűség vagy a részecskék átlagos sebességének megváltozását a másik jellemző csökkenésével kompenzálja.

### Speciális állapotváltozások

#### Izoterm állapotváltozás:

Gáztörvény neve: Boyle - Mariotte

$$\text{Törvény: } p_1 V_1 = p_2 V_2$$

T = állandó

p-V diagramja görbe (hasonló az 1/x függvényhez)

$$\Delta E = 0$$

$$-Q = \Delta W$$

C = végtelen vagy nincs

#### Izobár állapotváltozás:

Gáztörvény neve: Gay – Lussac I.

$$\text{Törvény: } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

p = állandó

p-V diagrammja párhuzamos a V tengellyel

$$Q = f+2 / 2 * n * R * \Delta T$$

$$C(p) = C(v) + R$$

$$|Q| > |W|$$

#### Izochor állapotváltozás:

Gáztörvény neve: Gay – Lussac II.

$$\text{Törvény: } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

V = állandó

p-V diagrammja párhuzamos a p tengellyel

$$\Delta E = Q$$

$$\Delta W = 0$$

$$C = f/2 * R$$

#### Adiabatikus állapotváltozás:

Gáztörvény neve: Boyle - Mariotte

$$\text{Törvény: } p_1 V_1 = p_2 V_2$$

T = állandó

p-V diagramja görbe (hasonló az 1/x függvényhez)

$$Q = 0$$

$$\Delta E = \Delta W$$

$$C = 0$$

Nem történik hőátadás. Adiabatikus táguláskor a gáz lehűl, adiabatikus összenyomás esetén a gáz felmelegszik.

## Gáztörvények

**Boyle – Mariotte:** Adott mennyiségű ideális gáz állandó hőmérsékleten mért térfogata és nyomása fordítottan arányos.

**Gay - Lussac I:** Adott mennyiségű ideális gáz állandó nyomáson mért térfogata egyenesen arányos az abszolút hőmérsékletével.

**Gay - Lussac II:** Adott mennyiségű ideális gáz állandó térfogaton mért nyomása egyenesen arányos a kelvinben mért hőmérsékletével.

**Egyesített gáztörvény:** Adott mennyiségű ideális gáz nyomásának és térfogatának szorzata egyenesen arányos az abszolút hőmérsékletével.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

### Avogadro tétel:

Anyagmennyiség:  $n$  [mol]

Moláris tömeg:  $M$  [g/mol]

Részecskeszám:  $N$

Avogadro szám:  $N(A) = 6,02 \cdot 10^{23}$  (1 mólban a részecskék száma)

Egyetemes gázállandó (Reynolds-szám):  $R = 8,314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

Boltzmann-állandó:  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N(A)}$$

$$\rho \text{ (sűrűség)} = \frac{m}{V}$$

$$k = \frac{R}{N(A)}$$

### Állapotegyenlet:

$$pV = nRT$$

Ebből következik:

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$pV = \frac{N}{N(A)} RT = N \frac{R}{N(A)} T = NkT$$

$$p = \frac{\rho}{M} RT$$