

Hőtan

gázok állapotjelzői, állapotváltozásai

A gázok anyagszerkezete:

A gázok rendezetlenül mozgó részecskékből állnak, amelyek között üres hely van. A mozgó részecskék ütköznek egymással és a tartály falával. Széttérjedve kitöltik a rendelkezésükre álló teret.

Kísérleti, gyakorlati bizonyíték: A füst vagy palackból kifújott gáz illata, szaga széttérjed, kitölti a rendelkezésre álló teret.

Gázok állapotjelzői

A gázok állapotát néhány jellemző adatával adhatjuk meg.

Térfogat : Valójában a tartály térfogata, amelyben van, mivel a gáz kitölti a rendelkezésére álló teret, tehát a tartályt, vagy más zárt helyet. A térfogat jele: **V** SI mértékegysége: **m³**
Más mértékegységek: liter = dm³, cm³, ...

Hőmérséklet

Jele: **T** Mértékegysége: **K, °C**

A gázokra vonatkozó képletekben a hőmérsékletet Kelvin fokban számoljuk. $0 \text{ K} = -273 \text{ °C}$ $x \text{ °C} = x + 273 \text{ K}$

Nyomás: Abból származik, hogy a gázcsepscék ütköznek egymással és a tartály falával, és ezáltal erőt, nyomást fejtenek ki a falra (és bármire, amit a tartályba raknak).

Jele: **p** SI mértékegysége: **Pa** (Pascal)

Egyéb mértékegységek: Hgmm (torr), atm, bar

Nyomás jele: **p** mértékegysége: Pascal

A gáz anyagmennyisége

Megadhatjuk a gáz mennyiségét háromféleképpen:

gáz tömege (m), gázcsepscék száma (N), gáz mólszáma (n).

Avogadro törvénye: Különböző gázok egyenlő térfogataiban azonos nyomás és azonos hőmérséklet mellett azonos számú részecske (molekula, atom) van.

1 mólnyi mennyiségű gázban $6 \cdot 10^{23}$ db részecske van.

Ezt nevezik **Avogadro számnak**. Jele N_A

A gázcsepscék száma: $N = n \cdot N_A$

Mólszám: $n = \frac{N}{N_A}$ vagy $n = \frac{m}{M}$ ahol a gáz tömege: $m = n \cdot M$

ahol **M a moláris tömeg** (1 mól gáz tömege grammban)

Az állapotjelzők közötti összefüggés:

Állapotegyenlet

A gázok állapotjelzői között van összefüggés, amely a legtöbb gázra érvényes. (Ezeket a gázokat nevezzük ideális gázoknak.) Ezt az összefüggést nevezik a gázok állapotegyenletének:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

ahol az R állandó érték:

$R = 8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ egyetemes gázállandó,

Ha az egyenletet T-vel osztjuk, akkor az alakja:

$$\frac{p \cdot V}{T} = n \cdot R$$

Ebben az összefüggésben a nyomást (p) Pascalban, a térfogatot (V) m³-ben, a hőmérsékletet (T) Kelvinben kell számolni.

Gázok állapotváltozásai

A gázoknak a jellemzői megváltoznak, ha a gázt külső hatás (pl. hő, vagy pl. összenyomó erő) éri.

Gyakorlatban előforduló néhány példa:

pl. kerékgumira rásüt a Nap, a benne levő levegő felmelegszik (T), kitágul, megnő kicsit a térfogata (V), nő a keréknnyomás (p)

pl. pumpában levő levegőt összenyomják, csökken a térfogata (V), nő a nyomása (p), a pumpa melegszik, nő a hőmérséklete (T)

pl. hűtőbe tett üdítő palack tetejében levő levegő lehűl, csökken a nyomása, a palack összehúzódik, a kupak rászorul az üvegre, vagy

pl. befőttes üvegben az eltevés után lehűl a befőtt felett a levegő, csökken a nyomása, az üveg teteje rászorul az üvegre. Ezért az üveg kupakját, vagy a befőttes üveg tetejét sokszor csak kupaknyitóval lehet levenni.



Kísérletek:

- Benyomódott pingpong labdát forró vízbe teszünk. A benne levő levegő felmelegszik, kitágul és kinyomja a benyomódásokat.
- Puhán felfújott műanyag labdát melegítünk (pl. hajszárítóval) kitágul, megnő benne a nyomás, a labda felfújódik, kemény rugalmas lesz.

Az állapotváltozásokra vonatkozó összefüggés:

Ha a gáz mennyisége (mólszáma, részecskék száma, tömege) nem változik, akkor az állapotegyenletből az következik, hogy:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{állandó}$$

Ha az gáz egyik állapotát 1.-nek jelöljük (p_1, V_1, T_1) , a megváltozott állapotát pedig 2.-nek (p_2, V_2, T_2) , akkor:

Ezt az összefüggést **egyesített gáztörvény**nek nevezik.

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

Ebből következnek az egyszerűbb állapotváltozások képletei, amikor a 3 állapotjelző (p, V, T) közül csak 2 változik.

Izoterm állapotváltozás

amikor a hőmérséklet (T) nem változik, T =állandó.

A nyomás (p) és a térfogat (V) változik

A gyakorlati tapasztalatokból és kísérletekből megállapítható, hogy ha csökken a gáz térfogata (összenyomják), akkor nő a nyomása, és fordítva, tehát köztük fordított arányosság van.

Az egyesített gáztörvény egyszerűsítése:

Az izoterm állapotváltozásra vonatkozó Boyle – Mariotte törvény:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \quad \text{vagyis} \quad p \cdot V = \text{állandó}$$

Változatlan mennyiségű és állandó hőmérsékletű gáz nyomása és térfogata fordítottan arányos, szorzatuk állandó.

Gyakorlatban előforduló néhány példa:

pl. fecskendőt, cseppentőt (orrcsepp, szemcsepp,...) összenyomva lecsökken benne a levegő térfogata, megnő a nyomása és kinyomja a benne levő folyadékot. Ugyanez fordítva, ha a cseppentőt engedjük tágulni, vagy az injekciós fecskendőt széthúzzuk, nő a térfogat, csökken a nyomás és beszívja a folyadékot.

pl. matracpumpa, vagy a tangóharmonika, skót duda is így működik – összenyomva nő a levegő nyomása, kinyomódik, széthúzva nő a térfogat, csökken a nyomás, a levegő beszívódik.

pl. az élőlények légzése (beszívás, kifújás) is így működik, a rekeszizom nyomja össze és húzza szét a levegővel telt térfogatot.

pl. a tengeralattjáróban a levegő összenyomásával, kitágításával változtatják a sűrűségét és így tud süllyedni vagy emelkedni.

pl. légfék, pl. légrugó

Kísérlet:

- Fecskendő végét befogjuk és a dugattyút benyomjuk. Érezni lehet az ujjunkkal a megnövekedett nyomást, és a fecskendő dugattyúja a nagyobb nyomás miatt visszanyomódik.



Izobár állapotváltozás (gáz hőtágulása)

amikor a nyomás (p) nem változik, p =állandó, V és T változik

Gyakorlatban előforduló néhány példa:

pl. hőléggallon – melegítés hatására a levegő hőmérséklete megnő a ballonban, a levegő kitágul, nő a térfogata, a ballon térfogata nő, és az a levegő, ami nem fér már bele az ki is megy a ballonból. Így lecsökken a ballonban levő levegő sűrűsége, ezért felszáll a nagyobb sűrűségű külső levegőben.

pl. nappal felfújta gumimatrac, vagy gumicsónak éjjel lehűl és térfogata kicsit kisebb lesz, nem lesz keményen felfújva.

Kísérletek:

- Felmelegített üveglombikot fejjel lefelé hideg folyadékba fordítva felszívja a folyadékot, mert a benne levő lehűlő levegő térfogata lecsökken, helyére benyomódik a folyadék.

- A hőléggallon modelljét el lehet készíteni szemeteszsákkal, amelyben levő levegőt borszesz égő felett melegítünk.



A gyakorlati tapasztalatokból és kísérletekből megállapítható, hogy ha nő a gáz hőmérséklete és a tartály tágulni képes, akkor a gáz kitágul, nő a térfogata, tehát köztük egyenes arányosság van. Ez a jelenség a gázok hőtágulása.

Izobár állapotváltozásra vonatkozik Gay – Lussac I. törvénye:

Változatlan mennyiségű és állandó nyomású gáz térfogata és hőmérséklete egymással egyenesen arányos, hányadosuk állandó.

$$\frac{V}{T} = \text{állandó} \quad \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad \text{másképp:} \quad \Delta V = V_0 \cdot \frac{1}{273} \cdot \Delta T$$

(Az egyik képletben a kezdeti térfogat V_0 -al van jelölve, a másikban V_1 -el, de ez mindegy.)

A gázok esetében tehát a hőtágulási együttható értéke: $\frac{1}{273} \frac{1}{K}$

Ellentétben a folyadékokkal és szilárd testekkel a gázok hőtágulási együtthatója nem függ a gáz anyagától, minden (ideális) gáznál ugyanakkora.

Izochor állapotváltozás

amikor a térfogat (V) nem változik, V =állandó, p és T változik

Gyakorlatban előforduló néhány példa:

pl. a spray-s palackokat nem szabad tűzbe dobni, mert a nyomásnövekedés miatt szétrobbanhat.

pl. A gázpalackokat napvédő tető alatt tárolják, hogy ne érje napsütés, mert a felmelegedés hatására megnőne bennük a nyomás, és szétrobbanhatnának.

pl. ha a hűtőbe tett üdítő palackban sok a levegő, akkor a lehűlő levegő hőmérséklete lecsökken, a nyomása is lecsökken, és a palackot a külső nyomás kicsit összenyomja.

pl. téli lehűlésnél a keréknyomás lecsökken, utána kell fújni.

Kísérletek:

- Lombikban levő levegőt felmelegítve ráhúzzunk egy lufit. Amikor hűlni hagyjuk, lecsökken a benne levő gáz nyomása, és a külső nagyobb nyomás benyomja a lufit a lombikba. Újra melegítve a lufit a belső megnövekedett nyomás kinyomja a lufit.

- Az előző kísérletet tojással is el lehet végezni. A lehűlő levegő kisebb nyomása beszívja a tojást, majd melegítve kinyomódik.

A gyakorlati tapasztalatokból és kísérletekből megállapítható, hogy ha nő a gáz hőmérséklete és a tartály nem képes tágulni, akkor a gáznak nő a nyomása, tehát köztük egyenes arányosság van.

Izochor állapotváltozásra vonatkozik Gay – Lussac II. törvénye:

Változatlan mennyiségű és állandó térfogatú gáz nyomása és hőmérséklete egymással egyenesen arányos, hányadosuk állandó. Az egyesített gáztörvény leegyszerűsítve:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad \text{vagyis} \quad \frac{p}{T} = \text{állandó}$$

Megjegyzés a képletekkel való számításokhoz:

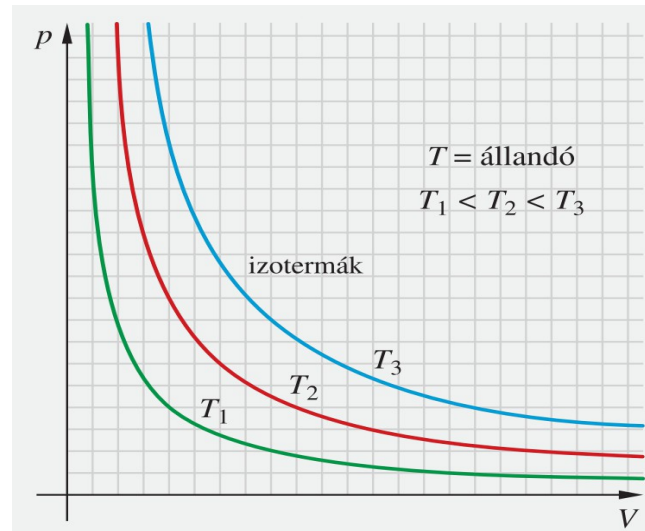
Ahol a „T” hőmérséklet szerepel, ott Kelvinben kell számolni.

Az átváltás: ... K = ... °C + 273

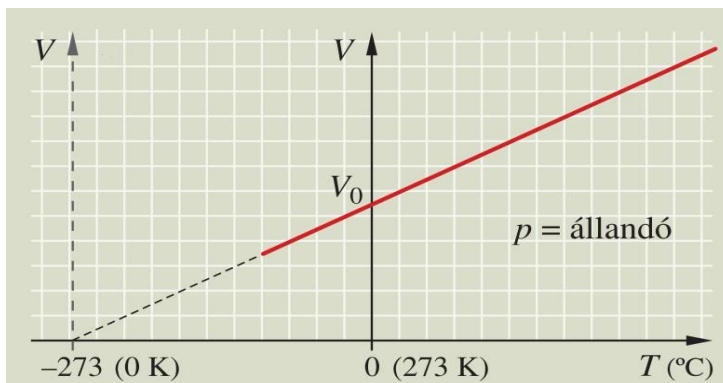
Ahol „ΔT” hőmérséklet-változás szerepel, ott mindegy, hogy Kelvinben vagy °C-ban számolunk, mert két hőmérsékleti érték különbsége mindkettőben ugyanakkora.

Az állapotváltozásokat ábrázoló grafikonok

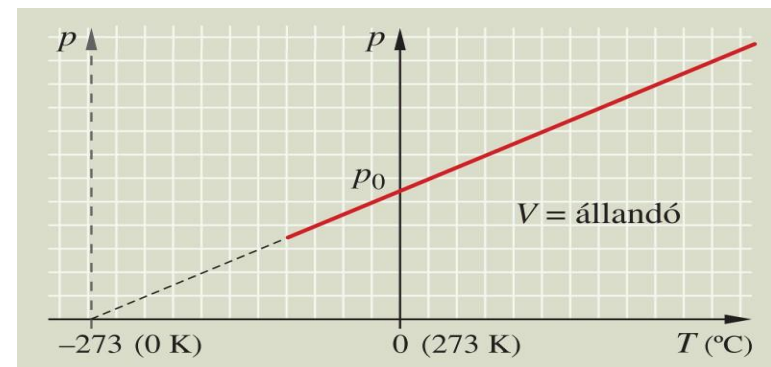
Izoterm állapotváltozás:



Izobár állapotváltozás



Izochor állapotváltozás



Az izobár és az izochor állapotváltozások grafikonjából látszik, hogy ha a gázt -273 $^{\circ}\text{C}$ -ra vagyis abszolút 0 K -re le lehetne hűteni, akkor a gáz térfogata és nyomása 0-ra csökkenne, ami lehetetlen. (A részecskék sebessége is 0 lenne, megállnának.)

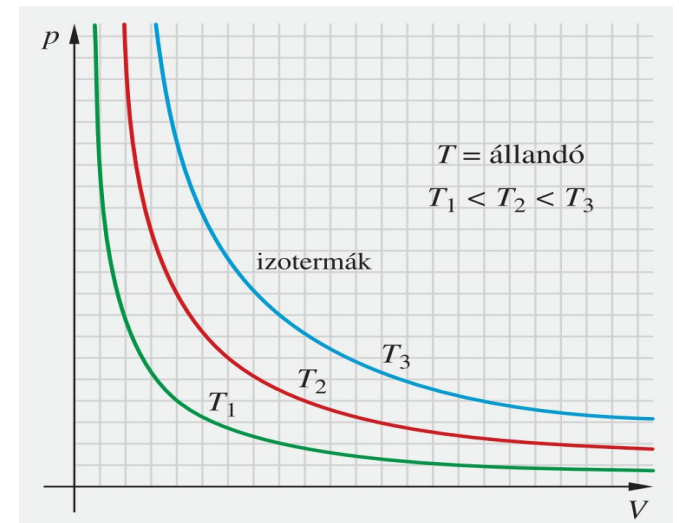
Az állapotváltozásokat ábrázoló $p - V$ grafikonok

Izoterm állapotváltozás:

A vonalak neve:

Izoterma (egy hőmérséklethez tartozó vonal)

A magasabban levő vonal nagyobb hőmérséklethez tartozik.



Izobár, izochor, izoterm állapotváltozás

Körfolyamat esetén hőközléssel, hőátadással munkát lehet létrehozni. A nyert munka a $p - V$ grafikonon körbezárt terület.

