

## IDEÁLIS GÁZOK ÁLLAPOTVÁLTOZÁSAI

Ha a  $p$ ,  $V$ ,  $T$  állapotjelzők mindegyike változik, csak a gáz tömege és minősége marad változatlan, akkor általános állapotváltozásról beszélünk. Ebben az esetben az állapotjelzők kapcsolatát az egyesített gáztörvény határozza meg.

$$\frac{p \cdot V}{T} = \text{állandó}$$
$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Az ideális gázoknak négy speciális állapotváltozását ismerjük: izoterm, izochor, izobár, adiabatikus.

### Izoterm

Ha egy pumpa vagy egy orvosi fecskendő végét befogjuk, és a dugattyút benyomjuk, akkor a kezünkkel érezzük, hogy a levegő a dugattyút visszafelé nyomja. Ha kifelé húzzuk és elengedjük, akkor szintén visszaugrik. Azt is megfigyelhetjük, hogy minél kisebb a levegő térfogata, annál nagyobb erő hat a dugattyúra, tehát annál nagyobb a nyomás.

Az állapotváltozás során a gáz hőmérséklete nem változik.  $T = \text{állandó} \Rightarrow \Delta T = 0$

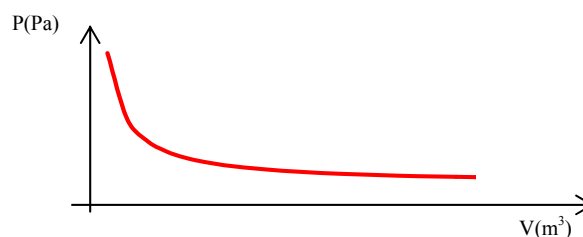
Erre az állapotváltozásra érvényes Boyle - Mariotte törvénye:

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

Ideális gáz izoterm állapotváltozása során a gáz nyomásának és térfogatának szorzata állandó.

Robert Boyle (1627-1691) ír származású angol természettudós 1662-ben ismerte fel ezt a törvényt. Tőle függetlenül 1675-ben Enné Mariotte (1620-1684) francia természettudós is ugyanerre az eredményre jutott.

Mivel a nyomás és a térfogat között fordított arányosság van, ezért az izoterm állapotváltozás nyomás – térfogat grafikonja hiperbola. Ennek a hiperbolának a neve izoterma.



Mivel az állapotváltozás során a hőmérséklet nem változik, ezért izoterm folyamat esetén a gáz belső energiája sem változik.  $\Delta E_b = 0$

$$\Delta E_b = Q + W$$

$$0 = Q + W$$

$$Q = |W|$$

Ideális gáz izoterm állapotváltozása esetén a rendszerrel közölt hő teljes egészében térfogati munkavégzésre fordítódik.

A gáz összenyomásakor a gázon végzett pozitív mechanikai munkát a gáz a környezetének leadott hővel kompenzálja.

A gáz tágulásakor a gáz által végzett munkát az állandó hőmérsékletű környezettől felvett hő fedezi.

## Izochor

A különféle gázpalackokat, szóró palackokat óvni kell a túlzott felmelegedéstől, még akkor is, ha nem éghető anyagot tartalmaznak. A benne lévő gáz nyomása melegítés hatására megnő és ez szétrobbanthatja a palackot.

Külön veszélyesek lehetnek a lakás- és épülettüzeknél felforrósodott propán-bután gázpalackok, amelyek a megnövekedett nyomás miatt gyújtóbombaként robbanhatnak fel. Ezért a tűzoltóknak első dolguk, hogy a felhevült palackokat vízszaggal gyorsan lehűtsék.

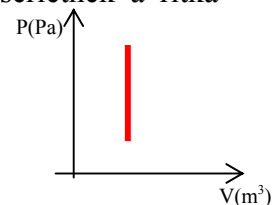
Az állapotváltozás során a gáz térfogata nem változik.  $V = \text{állandó} \Rightarrow \Delta V = 0$

Erre az állapotváltozásra érvényes Gay-Lussac II. törvénye:  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p}{T} = \text{állandó}$

Ideális gáz izochor állapotváltozása során a gáz nyomásának és hőmérsékletének hányadosa állandó.

Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850) francia természettudós nevét őrzi ez a törvény. Légújítóval, mely 7019 m magasságot ért el a magaslégkör kémiai összetételét és a Föld mágneses tulajdonságát vizsgálta. Majdnem áldozatul is esett ennek a kísérletnek a ritka légkör miatt.

Mivel a nyomás és a hőmérséklet között egyenes arányosság van, ezért az izochor állapotváltozás nyomás – hőmérséklet grafikonja egyenes.



Mivel az állapotváltozás során a térfogat nem változik, ezért izochor folyamat esetén a gáz térfogati munkavégzése nulla.  $W = 0$

$$\Delta E_b = Q + W$$

$$\Delta E_b = Q + 0$$

$$\Delta E_b = Q \quad \Rightarrow \quad Q = c_v \cdot m \cdot \Delta T$$

Ideális gáz izochor állapotváltozása esetén a rendszerrel közölt hő teljes egészében a gáz belső energiájának megváltozására fordítódik.

Egy gázpalack esetén a gáz és környezete között csak termikus úton történhet energiacsere, hőfelvétellel vagy hőleadással.

Előfordulhat, hogy ha zárt térben lévő gázt melegítünk, akkor elég magas hőmérsékleten (kb. 100°C) a gázban lévő molekulák egy része, az egymással való heves ütközés következtében, atomokra esik szét (disszociál), így hirtelen megnő a zárt térben lévő részecskék száma, amit ugrásszerű nyomásnövekedésként érzékelünk.

## Izobár

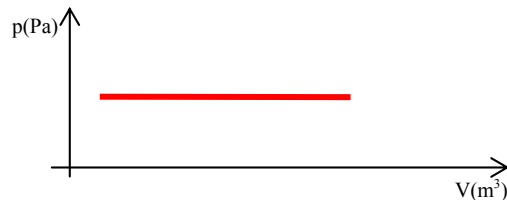
Ha egy üres üveget nyílásával lefelé vízbe merítünk, és kezünkkel az üveget melegítjük, akkor az abban található levegő kitágul, és buborék alakjában távozik az üvegből.

Az állapotváltozás során a gáz nyomása nem változik.  $p = \text{állandó} \Rightarrow \Delta p = 0$

Erre az állapotváltozásra érvényes Gay-Lussac I. törvénye:  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{állandó}$

Ideális gáz izobár állapotváltozása során a gáz térfogatának és hőmérsékletének hányadosa állandó.

Mivel a térfogat és a hőmérséklet között egyenes arányosság van, ezért az izobár állapotváltozás térfogat – hőmérséklet grafikonja egyenes.



$$\Delta E_b = Q + W$$

$$Q = c_p \cdot m \cdot \Delta T$$

Ideális gáz izobár állapotváltozása esetén a rendszerrel közölt hő egy része a gáz belső energiájának megváltozására, másik része térfogati munkavégzésre fordítódik.

A gáz által végzett munka:  $W = p \cdot \Delta V$ , a külső környezet által a gázon végzett munka  $W = -p \cdot \Delta V$

A termikus úton történő energiacsere nagysága mindig nagyobb a mechanikai energiacsere nagyságánál.  $\Delta E_b = Q - p \cdot \Delta V$

### Adiabatikus

Ha a gázt jól elszigeteljük a környezetétől vagy a folyamat olyan gyors, hogy nincs idő hőmérséklet kiegyenlítésre, akkor a gáz és környezete között nincs termikus kölcsönhatás.

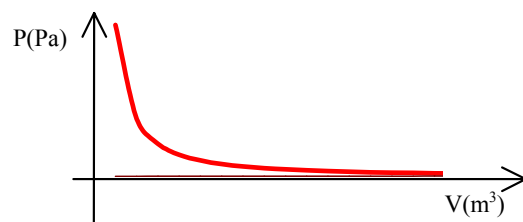
- Ilyet tapasztalunk például, ha a kerékpártömlőt gyorsan pumpáljuk. Ekkor a pumpában lévő levegő és a pumpa hengere is felmelegszik.
- A szódászfion patronjának becsavarásakor a patron külső fala megderesedik a hirtelen lehűlés következtében.
- A belsőégésű motorok működése adiabatikus állapotváltozáson alapul.
  - ❖ Az Otto-motor esetén a hengerbe levegő és benzin keveréke kerül. A hirtelen összenyomott keverék felforrósodik, és egy alkalmas pillanatban elektromos szikra lobbantja égésre, de fennáll az öngyulladás veszélye is. A benzinmotoroknál ezért nagy kompresszió tűrésű tüzelőanyagot használnak.
  - ❖ A dízelmotorokban a hirtelen összenyomott levegő annyira felmelegszik, hogy az ekkor befecskendezett, porlasztott üzemanyag gyújtógyertya szikrája nélkül, öngyulladással és el. Az égéstől még forróbbá váló nagy nyomású gázkeverék maga előtt tolja a dugattyút, a gyors tágulás közben a gáz munkát végez és lehül.

Adiabatikus állapotváltozáskor a hőközlés nulla.  $Q = 0$

Az állapotjelzők közötti kapcsolatot a Poisson-egyenlet írja le:  $p \cdot V^\kappa = \text{állandó}$

$$\kappa - \text{fajhőhányados } \kappa = \frac{c_p}{c_v} \Rightarrow c_p > c_v$$

Tehát az adiabatikus állapotváltozás nyomás – térfogat grafikonja is hiperbola, melynek neve adiabata (meredekebb, mint az izoterma).



$$\Delta E_b = Q + W$$

$$\Delta E_b = 0 + W$$

$$\Delta E_b = W$$

Ideális gáz adiabatikus állapotváltozása esetén a gáz belső energiájának megváltozása csak munkavégzéssel lehetséges.

A gáz összenyomáskor felmelegszik, táguláskor lehül.