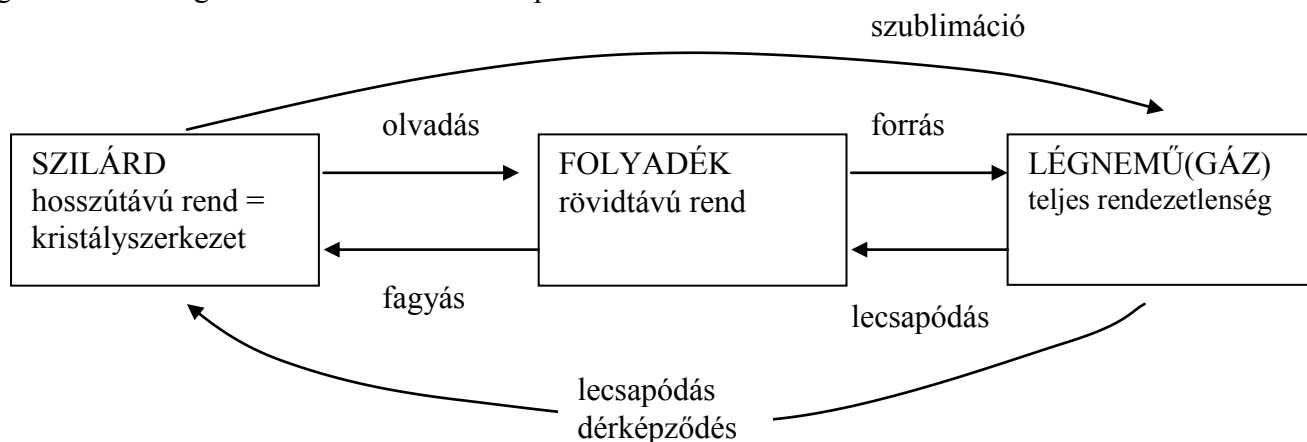


Halmazállapot-változások

Ha egy adott halmazállapotú testtel energiát (hőmennyiséget) közlünk, akkor a test hőmérséklete változik, melynek következtében állapotjellemzői is megváltoznak (pl. hőtágulás).

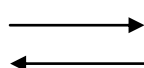
A közölt energia és a hőmérséklet összefüggése: $\Delta U = Q = c m \Delta t$

A test belső szerkezete (így halmazállapota) általában jelentősen nem változik meg, míg egy adott értéket el nem ér a hőmérséklete. A mennyiségi változás adott hőmérsékleten minőségi változást okoz, ugrásszerűen megváltozik a test halmazállapota.



1. Az olvadás és forrás jellemzői:

- Az olvadás és forrás anyagra jellemző hőmérsékleten játszódik le (**olvadáspont, forráspont**), ezek értéke a nyomástól is függ (lásd lentebb)
- Átalakulás közben a hőmérséklet nem változik,
- A felvett energia a szerkezet változását okozza, a részecskék közötti kötések hirtelen megszűnnek,



Q felvétel = szerkezet rendezetlenebb lesz (rend felbomlik)

Q leadás = szerkezet rendezettebb lesz

(Víz esetén a részecskék kötöttségére jellemző hozzávetőleges értékek:

jégben 100 %; folyadékban 0°C-on 80-90%; forrás előtt 50 %; forrás után 0 %)

- Az átalakulás közben felvett, illetve leadott energia, hőmennyiség: $Q = L m$,
ahol L az anyag 1kg-jának átalakulásához szükséges átalakulási energia
 L_o = olvadáshő; L_f = forráshő; L_p = párolgáshő (értékeiket lásd táblázatban)

2. Párolgás jellemzői

A párolgás minden hőmérsékleten lejátszódik!

A párolgás során a folyadékból a légkörbe való átmenet a folyadék felszínén játszódik le, csak ott képesek részecskék egymástól elszakadni.

A párolgó folyadék környezete lehűl, a párolgáshoz szükséges hőmennyiséget a folyadék környezetétől vonja el.

A párolgás sebessége függ:

- a hőmérséklettől,
- anyagi minőségtől,
- a szabad folyadékfelszín nagyságától,
- a légmozgásoktól (eltávozik-e a légkörbe anyag a felszín fölé, lesz-e ott újabb szabad hely?)

3. A forrás jellemzői:

A forrás közben az átmenet a folyadék belsejében is végbemegy, benne gázbuborékok keletkeznek, melyek felfelé való áramlása a jellegzetes „forrást” jelentik.

A folyadék belsejében mindig vannak apró, szabad szemmel nem látható gázbuborékok. Ezek a buborékok levegőt és a folyadék telített gőzét tartalmazzák. A hőmérséklet növelésekor a buborék térfogata nő, így oda újabb folyadékrészecskék tudnak „bepárologni”. Amikor a buborék nyomása eléri a külső légnyomás értékét (pontosabban: a buborék nyomása megegyezik a külső légnyomás és a buborék feletti

Halmazállapot-változások

folyadék hidrosztatikai nyomásának összegével), akkor a buborék rohamosan tágulni kezd. A rá ható felhajtóerő növekszik, s feljön a folyadék felszínére. A buborékban lévő gőz kiszabadul.

A légneművé vált anyag a folyadék felszíne fölött helyezkedik el. A párolgás addig tart, míg a felszín fölötti térrészbe tud még folyadék részecske távozni, míg úgynevezett **telített gőz** nem jön létre.

A folyadék tehát azon a hőmérsékleten forr, melyen telített gőzének nyomása megegyezik a külső légnyomással. A víznél ez normál légköri nyomáson $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on következik be. A fentiek alapján érthető, hogy magas hegyekben, ahol a légnyomás kisebb, a víz $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál kisebb hőmérsékleten forr. Ha a folyadék felett megnöveljük a nyomást, akkor a forráspont $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ felé emelkedik (kuktafazék).

Például a nyomottvízes atomreaktorok (pl. Pakson) primer körében a vizet nagyon nagy nyomáson tartják ($130\text{--}150$ -szeres légköri nyomás), emiatt az még a magas üzemi hőmérsékleten ($320\text{--}330\text{ }^{\circ}\text{C}$) sem forr fel.

A forráspont tehát függ a külső nyomástól és az anyagi minőségtől.

A forrásponthoz tartozó párolgáshőt nevezzük forráshőnek.

Forrás közben a hőmérséklet mindaddig nem változik, amíg az egész folyadék el nem forr.

Minden anyaghoz tartozik egy ún. **kritikus hőmérséklet**, mely felett csak légnemű halmazállapot lehetséges (a nyomástól függetlenül). Ekkor ugyanis a részecskék mozgási energiája már olyan nagy, hogy szorosabb kölcsönhatás (folyadékállapot) nem alakulhat ki közöttük.

Víz esetében a kritikus hőmérséklet kb. $374\text{ }^{\circ}\text{C}$, oxigénél $-119\text{ }^{\circ}\text{C}$, szén-dioxidnál $31\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A kritikus hőmérséklet alatti gázok (az ilyen gázokat nevezzük gőznek) kellően magas nyomáson cseppfolyósíthatóak.

Megjegyzések, kiegészítések

1. Halmazállapot-változások a természetben

A halmazállapot-változásokra jó példák vehetők a természetben előforduló **csapadékok** köréből, mivel a levegőben mindig található oldott állapotban légnemű víz a folyóvizek, tavak és a nedves talaj párolgása miatt a levegőnek mindig van valamekkora nedvessége, vízgőz- vagy páratartalom. A V térfogatú levegőben lévő m tömegű vízgőz esetén abszolút páratartalom az m/V hányadost értjük. (Az oldhatósághoz hasonló jelenség.)

Adott hőmérsékleten a páratartalom egy meghatározott értéket nem haladhat meg, a „fölösleges” vízgőz kicsapódik. Fordítva is igaz, adott páratartalomhoz tartozik egy hőmérséklet, amelyen a levegő telített lenne, alacsonyabb hőmérsékleten már megindul a lecsapódás. (A kicsapódás eredménye lehet folyékony vízcsepp, de szilárd jégkristály is.) Harmatpont az a T_H hőmérséklet, melynél a vízgőz telítetté válik, vagyis éppen megkezdődik a vízgőz lecsapódása.

A relatív páratartalom azt mutatja meg, hogy a vizsgált térfogatú levegőben lévő vízgőz tömege hányadrésze annak a víztömegnek, amely az adott hőmérsékleten a levegőt telítené.

Az emberi szervezet normális működéséhez $40 - 75\%$ közötti relatív páratartalomra van szükség.

Csapadékképződés

A felhők a felfelé irányuló légmozgásokkal keletkeznek úgy, hogy a felemelkedő levegő lehűl, s a telítettség elérésekor a vízgőz az ún. kondenzációs magvakon kicsapódik. (A kondenzációs magvak általában földi eredetű szennyeződések, por- és só szemcsék.) Vannak vízcsepp, jég szem és vegyes halmazállapotú felhők. (A köd a földfelszín közvetlen közelében lévő felhő.) A vízcseppek fokozatosan hozzátapadnak a jégkristályokhoz, és amikor a jégkristály akkorára nő, hogy már nem tud a felszálló légáramlásban lebegni, kihull a felhőből. Így valamennyi csapadékfajta jégkristályként indul az útjára.

Ez az elsődleges csapadék, ami jégkristályokból álló hópehely vagy hódara.

Az elsődleges csapadék esése közben különböző állapotú levegőrétegeken áthaladva alakul át másodlagos csapadékká, ami a föld felszínére jut.

- a melegebb alsó rétegekben megolvadó elsődleges csapadékból eső lesz, vagy havas eső

Halmazállapot-változások

- ha az elsődleges hópelyhek hideg légrétegen keresztül esnek le, és nem olvadnak el, akkor esik a hó
- ha az esőcseppek a legsós, hideg légrétegben túlhűtötté válnak, akkor a túlhűtött eső a földre érve azonnal megfagy. Ez az ónos eső.
- Nyáron, ha nagy a magasságban keletkezett hódara túlhűtött cseppekben bővelkedő légrétegen esik keresztül és különösen, ha a földről gyorsan felemelkedő légréteg ezt a hódarát többször, ismételten a magasba sodorja, akkor a szemcsékre jelentős vízmennyiség fagy rá és jégeső jön létre.
- Nem hulló csapadék a harmat, a dér és a zúzmara.

Harmat: az éjszakai erős lehűlés telítetté teszi a felszín feletti levegőt és a víz a kiálló tárgyakra, pl. a fűszálakra csapódik ki.

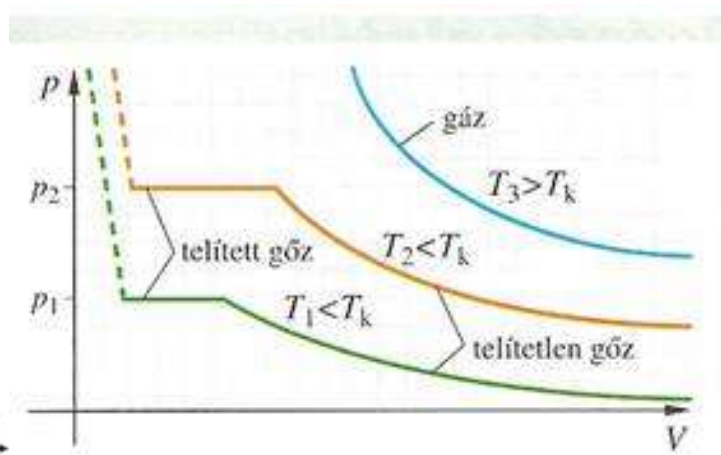
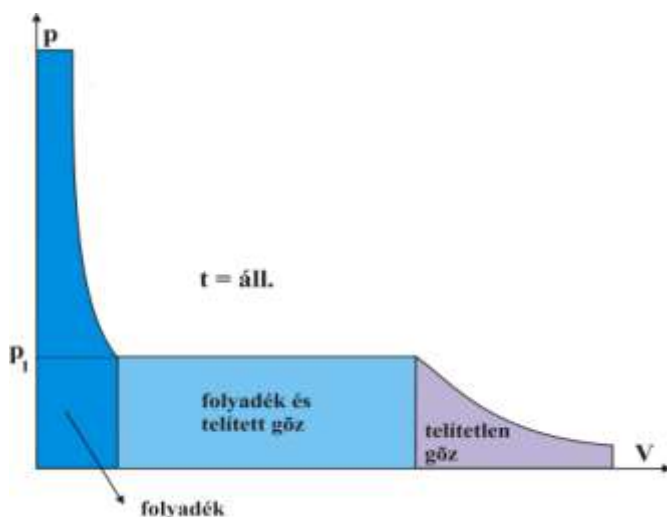
Dér: a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál hidegebb felületekre a vízgőz apró jégkristályok formájában válik ki.

Zúzmara: az áramló, páradús levegő vízcseppei rakódnak le és fagynak rá a hideg, fagy-pont alatti felszíni tárgyakra (kerítésekre, távvezetésekre, stb.)

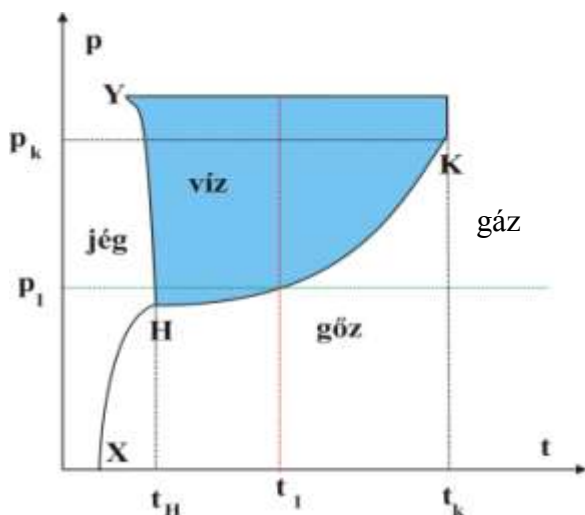
2. Érdekes kérdés, hogy adott körülmények között milyen halmazállapotban fordulhat elő az anyag?

Például állandó hőmérsékleten az alábbi ábra szemlélteti a **p -V diagramon** a víz lehetséges állapotait, a határoló görbe az **izoterma**. (Természetesen adott, állandó mennyiségű vízre vonatkozóan.)

Természetesen az **izoterma** alakja a hőmérséklet értékétől függően változik, a kritikus hőmérséklet felett veszi fel a gázok esetén rajzolt hiperbola alakot. A kritikus hőmérséklet alatt a légnemű anyagokat **gőznek**, e fölött a **gáznak** nevezzük. Az ábráról jól látható például, hogy a folyadékok gyakorlatilag összenyomhatatlanok.



Például adott térfogatú (és anyagmennyiségű pl. zárt tartályban lévő) víz lehetséges állapotait a változó hőmérséklet és nyomás viszonyok mellett szemlélteti a **p -t diagram**, amit **fázisdiagramnak** nevezünk.



H: hármaspont

Ebben az állapotban a három fázis (szilárd, folyékony és lég-nemű) egyensúlyban van.

Víz esetében a H hármaspont adatai:

- $t_H = 0,01\text{ }^{\circ}\text{C} = 273,16\text{ K}$
- a hármaspont-hoz tartozó nyomás (p_H) $\approx 600\text{ Pa}$

Látható, hogy ezen nyomásérték alatt semmilyen hőmérsékleten nem létezik folyadék állapotban a víz!

K: Kritikus állapot

Ezen hőmérséklet felett nem létezik folyadék állapotban a víz.

Kritikus hőmérséklet: $t_k = 374\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Kritikus nyomás: $p_k = 226 \cdot 10^5\text{ Pa}$

(Az ábráról leolvasható az adott nyomáshoz tartozó forráspont, ill. olvadáspont értéke, és ezek függése a nyomástól.)