**9. Halmazállapot-változások**

Az anyagok halmazállapotuk szerint háromfélék lehetnek:

* **szilárd** halmazállapotúak: térfogatuk, alakjuk állandó, szilárdtest
* **folyékony** halmazállapotúak: llandó térfogat, változó alak, folyadék
* **légnemű** halmazállapotúak: térfogatuk és alakjuk egyaránt változó, gáz

**Szerkezet**: A kristályos szilárd testek részecskéi szabályos elrendezést, ún. **kristályrácsot** alkotnak. A kristályrácsot a részecskék között fellépő rövid hatótávolságú, molekuláris erők tartják össze. A szilárdtestek részecskéi rezgőmozgást végeznek. A rezgőmozgás intenzitása a hőmérséklettel arányosan változik.  
 A szilárdtestek **olvadásakor a kristályrács felbomlik**, a részecskék helyhez kötöttsége megszűnik, **folyékony halmazállapot** jön létre. A folyadék részecskéi között a molekuláris erők nem szűnnek meg teljesen: az egymáson elgördülő, szorosan érintkező részecskék között ún. kohéziós erők működnek. Ezek a részecskék érintkezésekor vonzó jellegűek, de összenyomáskor taszítóvá válnak. Ezzel magyarázható, hogy a folyadékok csak nagyon kis mértékben nyomhatók össze, térfogatuk közel állandó.  
 A **folyadékok párolgásakor** az atomi részecskék egymástól elszakadnak, és betöltik a rendelkezésre álló teret. **Légnemű halmazállapot** jön létre, ahol a részecskék közötti molekuláris kölcsönhatások elhanyagolhatóak lesznek a rugalmas ütközésekhez képest. Ezzel magyarázható, hogy a légnemű testek sem alakjukat, sem pedig térfogatukat nem tartják meg.

**Halmazállapot-változás:** Miközben az anyag egyik halmazállapotból a másikba alakul át.

* Hőmérséklet, vagy nyomás emelkedésekor:  
  **szilárd** → *olvadás* → **folyékony** → *párolgás* → **gáz**  
  **szilárd** → *szublimáció* → **gáz**
* Hőmérséklet, vagy nyomás csökkenésekor:  
  **gáz** → *lecsapódás vagy kondenzáció* → **folyadék** → *fagyás* → **szilárd**  
  **gáz** → *kicsapódás* → **szilárd**

Minden szilárdtestnek meghatározott **olvadáspontja** van. Ez az a – anyagi minőségtől és a külső nyomástól függő – hőmérséklet, amelyen a kristályrács rendje felbomlik.   
A folyadékok fagyásakor fordított folyamat játszódik le: a **fagyásponton** (amely megegyezik az olvadásponttal) szilárd halmazállapot jön létre. Ekkor a részecskék kristályszerkezetének rendje helyreáll.

A **párolgás** minden hőmérsékleten létrejöhet. A részecskék közti kohéziós erők a hőmozgás következtében megszűnhetnek. Mindig a legnagyobb energiájú részecskék lépnek ki a folyadékból.   
A szilárd halmazállapotú testeknél is megfigyelhető a párolgás. A jelenséget **szublimációnak** nevezzük. Ekkor a hőmozgás következtében közvetlenül az anyag kristályos szerkezetéből válnak ki részecskék.   
**Lecsapódáskor** fordított folyamat játszódik le: a kohéziós erők ismét folyadékállapotot hoznak létre.   
**Forráskor** meghatározott hőmérsékleten – a **forrásponton** – a folyadékok belsejében is megindul a párolgás. A forráspont értéke függ az anyagi minőségtől és a külső nyomástól. A víz forráspontja p = 101,3 kPa normál nyomáson 100 oC. A forráspont értéke a külső nyomás növekedésekor nagyobb, csökkenésekor pedig kisebb lesz.

**Halmazállapot-változások alatt felszabaduló, szükséges hő:**

Halmazállapot-változáskor a test és környezete között **hőcsere** jön létre.

* **Olvadáskor (fagyáskor)** a test által felvett (leadott) Q hőmennyiség egyenesen arányos a test tömegével: Q=Lom, ahol Lo arányossági szorzó az anyagra jellemző állandó érték, melyet **olvadáshőnek vagy fagyáshőnek nevezünk**. Az Lo egysége J/kg vagy kJ/kg. Számértéke megmutatja, hogy az egységnyi tömegű anyag mennyi hőt vesz fel környezetétől (ad le környezetének) állandó hőmérsékleten történő olvadáskor (fagyáskor).
* A folyadékok **párolgáskor** (**forráskor**) környezetüktől hőt vesznek fel. A felvett Q hőmennyiség egyenesen arányos az elpárolgott (elforrt) folyadék m tömegével: Q=Lpm Q=Lfm Az arányossági szorzó az anyagra jellemző Lp:**párolgáshő** (vagy Lf:**forráshő**). Egységei: J/kg , kJ/kg. Légnemű anyagok **lecsapódásakor** az energiamegmaradásnak megfelelően – a párolgás vagy forrás során befektetett Q = Lpm hő szabadul fel.

**Halmazállapot-változások energiaviszonyai:**

A **hőtan I. főtétele** alapján értelmezhetjük.   
**Olvadáskor** a szilárdtest által felvett hő a megolvadt test **belső energiáját növeli** anélkül, hogy hőmérséklet-változás jönne létre. A folyadék belső energiája az olvadásponton (a kristályrács felbomlása miatt) nagyobb lesz, mint a szilárdtesté volt. Fagyáskor a helyzet fordított: a folyadék által leadott hő a megfagyott test belső energiáját csökkenti. A szilárdtest belső energiája a fagyásponton kisebb lesz, mint a folyadéké volt, mivel az ismét kialakuló kristályrácsban a részecskék kötött állapotba kerülnek.  
Mivel a szilárdtestek és folyadékok sűrűsége közel azonos, így fagyáskor és olvadáskor nincs jelentős térfogatváltozás, ezért a **külső munkavégzés elhanyagolható**. Ekkor az I. főtétel szerint a halmazállapot-változást létrehozó hőcsere mértéke gyakorlatilag a test belső energiájának megváltozásával lesz egyenlő: **ΔEb = Q.**

**Párolgáskor** a folyadék által felvett hő a molekuláris erők „legyőzésére” fordítódik, így a folyadékkal azonos hőmérsékletű légnemű test **belső energiája növekszik**. Lecsapódáskor pedig a molekuláris erők megjelenésekor hőt vonunk el, így a légnemű testtel azonos hőmérsékletű folyadék belső energiája csökken.   
Mivel a légnemű testek sűrűsége jóval kisebb, mint a folyadékoké, ezért párolgáskor (forráskor) és lecsapódáskor jelentős térfogatváltozás is létrejön. Így a halmazállapot-változás során a külső nyomás munkavégzése már nem elhanyagolható. Ekkor az I. főtétel értelmében a test által felvett vagy leadott hő a belső energia megváltozása és a külső munkavégzés előjeles összegével lesz egyenlő: **Q = ΔE – W.**

**Levegő páratartalma, csapadékképződés:**

A környezetünkben lévő természetes vizek állandóan párolognak. A növények a leveleiken keresztül szintén sok vizet párologtatnak el. Így a környezetünk levegője jelentős mennyiségű vízgőzt tartalmaz, amelyet **párának** nevezünk. Szervezetünk számára szükséges, hogy a belélegzett levegő páratartalma megfelelő legyen.   
Napos meleg időben a levegő páratartalma nagyobb lehet, mint este vagy éjszaka, amikor a levegő hőmérséklete jelentősen lecsökken. Ekkor a felesleges vízgőz lecsapódik, majd **köd** és **harmat** formájában, télen pedig **dér** és **zúzmara** alakjában jelentkezik.   
A Föld felszínén felmelegedett és magasba szálló, párás légrétegek hirtelen kitágulnak és lehűlnek. Ekkor a felesleges vízgőz parányi vízcseppek alakjában csapódik ki. Ha az apró vízcseppek nagyobb cseppekké egyesülnek, akkor azok **eső** formájában jutnak vissza a Föld felszínére. Ezzel a víz természetes körforgása valósul meg. Ha a vízcseppek hideg légrétegen keresztül érkeznek a talajra, akkor **jégeső** keletkezik. Az ónos eső túlhűtött esőcseppek hirtelen megfagyásából jön létre.