

8. tétel: Halmazállapot-változások, fajhő

- A szilárd, a cseppfolyós és a légnemű halmazállapot általános jellemzése; gáz, gőz, telített gőz, páratartalom fogalma.
- Az olvadás/fagyás, párolgás/forrás, lecsapódás, szublimáció folyamata, jellemző mennyiségei, mértékegységeik.
- A folyamatokat befolyásoló tényezők.
- A halmazállapot-változások jellemzése energetikai szempontból.
- Fajhő, hőkapacitás, belső energia, hőmérséklet fogalma, mértékegységeik.
- Hétköznapi példák fázisátalakulásokra.

A kémiai anyagok háromféle a természetben halmazállapotban fordulnak elő: szilárd, cseppfolyós (folyékony) és légnemű (gáz vagy gőz). Ezekon kívül még egyéb halmazállapotokat is ismerünk (pl. plazma).

A különböző halmazállapotú testek tulajdonságai molekuláris felépítésükkel magyarázhatók.

A szilárd testek kristályos szerkezetűek. Alakjuk, és térfogatuk állandó. A részecskék helyhez kötött rezgő mozgást végeznek. Nagyobb hőmérsékleten intenzívebb lesz ez a mozgás. Olvadásuk során kristályrácsuk felbomlik, folyékony halmazállapotúvá válnak, a részecskék helyhez kötöttsége megszűnik.

A folyadékok alakja változó (a tárolóedény alakját veszik fel), de térfogata állandó, és nem sokban különbözik a szilárd anyagétól. A folyadékok részecskéi között nem szűnnek meg az erőhatások, egymáson elgördülhetnek, de nem távolodhatnak el. A részecskék közötti **kohéziós erők** vagy más néven Van der Waals-féle erők érintkezéskor vonzóak, de összenyomáskor taszítóvá válnak. Ezzel magyarázható az ideális folyadékok összenyomhatatlansága. A folyadékok párolgásakor és forrásakor a részecskék egymástól eltávolodnak, gáz halmazállapot jön létre.

A légnemű anyagok (gázok) alakja, és térfogata is változó. A részecskék kitöltik a rendelkezésre álló teret, egymással és a tárolóedény falával ütköznek. A részecskék közti molekuláris kölcsönhatások elhanyagolhatóvá válnak az ütközésekhez képest. A fallal, vagy egymással való rugalmas ütközések között egyenes vonalú egyenletes mozgást végeznek.

Gőznek nevezzük, mikor egy gáz nem az ideális gázokhoz hasonlóan viselkedik, mivel közel van a forrásponthoz, vagy a kritikus állapothoz.

Telített gőznek nevezzük, mikor egy zárt térben a folyadékból kilépő, és a lecsapódó részecskék száma megegyezik. Ha a két mennyiség nem azonos, akkor telítetlen gőzről beszélünk. A telítettségi állapothoz meghatározott részecskeszám-sűrűség, és (telítési) nyomás tartozik.

Ha a telített gőzt magas hőmérsékletre hozzuk (az egyensúly megtartása mellett) egy idő után eléri a **kritikus állapotot**. Ekkor a gőz, és a folyadék közötti határ elmosódik, a kettő sűrűsége azonos lesz. Ebben az állapotban a légnemű anyagot **gáznak** nevezzük. A kritikus állapothoz kritikus hőmérséklet, és kritikus nyomás tartozik. Ezek az értékek anyagonként különböznek. A gázok a kritikus pont alatt gőzként viselkednek, azaz hűtés, és összenyomás esetén **cseppfolyósodnak**.

A vizek, és az élőlények párologtatnak, így a levegőben vízgőz található, melyet **páranak** nevezünk. **A páratartalom** a levegőben lévő vízgőz értéke. A páratartalmat higrométerrel mérjük, melyek általában relatív páratartalmat mérnek. A relatív páratartalom megmutatja, hogy a jelenlegi páratartalom hány százaléka a maximális (telített) páratartalomnak. A maximális páratartalom függ a hőmérséklettől, a melegebb levegő több vízgőzt képes befogadni, mint a hideg levegő.

A hővel kapcsolatos mennyiségek

Hőkapacitás

A testek közötti Q hőcsere nagysága egyenesen arányos a test hőmérsékletének megváltozásával. A test hőkapacitásának azt a mennyiséget nevezzük, amely megmutatja, hogy mekkora nagyságú hő változtatja meg a test hőmérsékletét 1 Kelvinnel.

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Me.: J/K vagy J/°C

Fajhő

A testek hőkapacitása egyenesen arányos a testek m tömegével, és függ azok anyagi minőségétől. A test anyagára jellemző hányadost fajlagos hőkapacitásnak, vagy fajhőnek nevezzük. Jele: c

A fajhő megadja az 1kg tömegű test hőkapacitását.

$$Q = c * m * \Delta T$$

Me.: J/kg*K

Halmazállapot változások

Hőmérséklet, vagy nyomás emelkedésekor:

szilárd → *olvadás* → **folyékony** → *párolgás vagy forrás* → **gáz**

szilárd → *szublimáció* → **gáz**

Hőmérséklet, vagy nyomás csökkenésekor:

gáz → *lecsapódás vagy kondenzáció* → **folyadék** → *fagyás* → **szilárd**

gáz → *kicsapódás* → **szilárd**

Minden szilárd testnek meghatározott olvadáspontja van. Ez az anyagi minőségtől és a külső nyomástól függő hőmérséklet, amelyen a kristályrács rendje felbomlik.

A folyadékok fagyásakor ugyanez fordítva játszódik le, a kristályrács szerkezete helyreáll és szilárd halmazállapot jön létre. Az anyagok olvadás- és fagyáspontja megegyezik,

jele: L_o

Az **fagyáskor** leadott, illetve **olvadáskor** felvett Q hőmennyiség, a tömeg függvényében:

$$Q = L_o * m$$

Me.: J/kg vagy kJ/kg

A **párolgás** minden hőmérsékleten létrejöhet. Mindig a legnagyobb energiájú részecskék lépnek ki a folyadékból, mert ezek tudják legyőzni a kohéziós erőket. A párolgás a folyadékok felszínén zajlik, függ a felülettől, a nyomástól, a hőmérséklettől, a páratartalomtól, és az anyagi minőségtől is.

A párolgás szilárd anyagoknál is megfigyelhető. **Szublimáció**nak nevezzük, mikor egy szilárd anyag párologtat, tehát közvetlenül az anyag kristályos szerkezetéből válnak ki részecskék.

A lecsapódás a párolgás ellentéte.

Forrás, olvadás, fagyás

Az olvadás, fagyás és a forrás függ az anyagi minőségtől, és a külső nyomástól. Kis nyomáson az anyagok könnyen forrnak és olvadnak, mivel a részecskék könnyebben tudják legyőzni az őket összetartó erőket (a nyomás is összetartja a részecskéket). Nagy nyomáson az anyagok olvadás és forráspontja magasabbra kerül, mivel a nyomás is igyekszik összetartani a részecskéket. Ezek a jelenségek meghatározott hőmérsékleten mennek végbe (olvadáspont, fagyáspont, forráspont), a folyamat során hőmérsékletváltozás nincsen.

Az **amorf** (szilárd, de nem kristályos szerkezetű) testeknek nincs olvadás és fagyáspontjuk. Ezek nagy belső súrlódású folyadékoknak tekinthetők, amelyek fokozatosan válnak folyékonyá (pl.: üveg, viasz).

Olvadáskor a test belső energiája nő, fagyás közben pedig csökken, tehát az I. főtétel alapján:

$$\Delta E_{belső} = Q$$

Párolgás és lecsapódás alatt nem elhanyagolható térfogatváltozás is történik, ezért a külső nyomás munkájával is számolni kell:

$$Q = \Delta E_{belső} - W$$

Fázisátalakulások a természetben

Köd, harmat

A nappali melegebb időben a levegő több vízgőzt képes befogadni (nagyobb az abszolút páratartalom), de a hajnali és esti lehűléskor a levegő által befogadni nem képes vízgőz kicsapódik.

Dér, zúzmara

A télen megfagyott harmatot dérnak nevezzük. A zúzmara a vízgőz közvetlen jéggé való lecsapódása.

Ónos eső, jégeső

Jégesőt tapasztalunk, mikor a csapadék egy hideg légrétegen keresztül érkezik a talajra, így útközben megfagy. Az ónos eső a túlűtött esőcseppek hirtelen megfagyásakor jön létre. A fagyáshoz a földnek ütközés adja az energiát.

A természetes vízkörforgás egy körfolyamat, fázisátalakulás.