

I. Szilárd-folyékony átalakulás

Az anyagok halmazállapotuk szerint háromfélék lehetnek:

- szilárd halmazállapotúak,
- folyékony halmazállapotúak és
- légnemű halmazállapotúak.

Miközben az anyag egyik halmazállapotból a másikba átalakul, a létrejövő változást nevezzük halmazállapot-változásnak.

Szilárd-folyékony átalakulás

A szilárd anyagok

- melegítés és
 - nagy nyomás
- } hatására olvadnak meg.

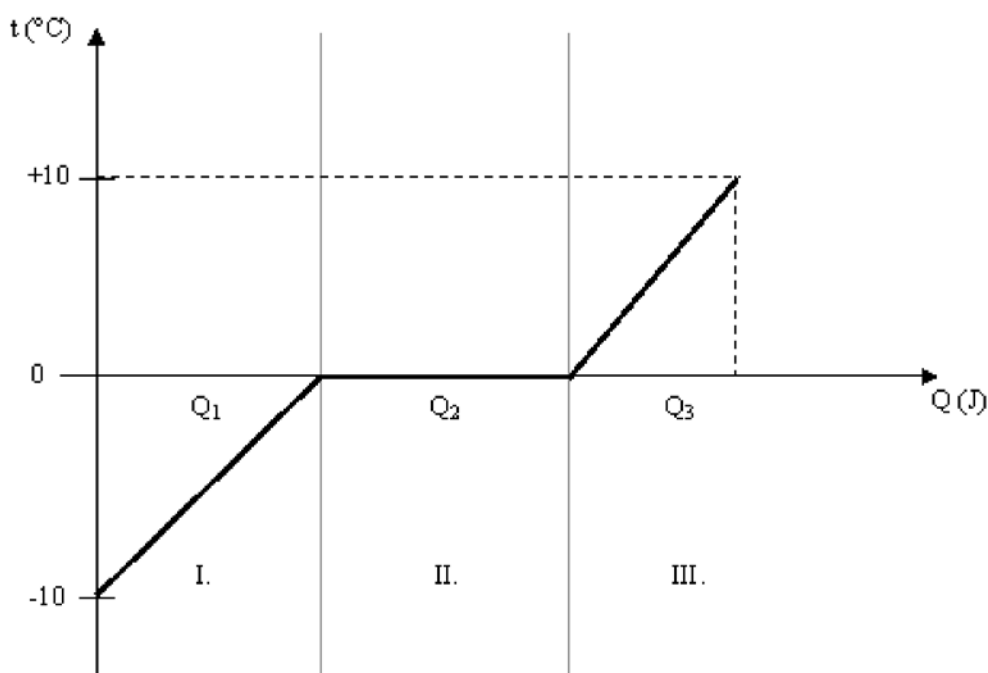
Olvadáskor bekövetkező anyagszerkezeti változás

Az olvadás azon a hőmérsékleten játszódik le, amikor a részecskék rezgőmozgásának akkora lesz az amplitúdója, hogy a részecskék egymáshoz ütköznek, és kilökik egymást a rácsszerkezetből. Ilyenkor a kristályrács összeomlik.

Szilárd anyag melegítés vagy nagy nyomás hatására olvad meg.

Ábrázoljuk grafikonon a szilárd-folyékony átalakulás során a felvett hőenergia függvényében az anyag hőmérsékletét!

Pl.: -10 °C-os jégből + 10 °C-os víz lesz.



I. szakasz

A szilárd anyaggal közölt hőenergia, a részecskék belső energiáját növeli. Ez abban mutatkozik meg, hogy nő a rendszer hőmérséklete.

$$Q_1 = c_{\text{szilárd}} \cdot m \cdot \Delta t$$

II. szakasz

- A befektetett hőenergia a kémiai kötések, felszakítására fordítódik.
- Amíg ez a folyamat tart, addig a **hőmérséklet nem változik**.
- *Azt a hőmérsékletet, amelyen a szilárd anyag az olvadékával egyensúlyban van olvadáspontnak nevezzük.*
- A szilárd anyag megolvasztásához szükséges energia egyenesen arányos a szilárd anyag tömegével.

Az **olvadáshő** megmutatja, hogy az olvadásponton lévő 1 kg tömegű szilárd anyag megolvasztásához mekkora hőenergia szükséges.

Az olvadáshő jele: L_0

$$L_0 = \frac{Q_2}{m}$$

$$[L_0] = \frac{J}{kg}$$

Az olvadáshő L jelölése a *latens* elnevezésből ered. A XVIII. században az olvadáshoz szükséges hőt latens hőnek, rejtett hőnek nevezték, mivel nem hozott létre hőmérsékletváltozást.

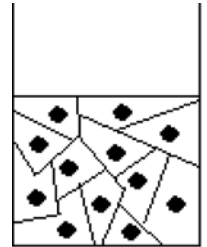
III. szakasz

A befektetett hőenergia tovább növeli a részecskék belső energiáját. Ilyenkor nő a folyadék hőmérséklete.

$$Q_3 = c_{\text{folyadék}} \cdot m \cdot \Delta t$$

II. Folyékony-szilárd átalakulás

- Ha a folyadék hőmérsékletét csökkentjük, akkor csökken a folyadékban lévő részecskék mozgási energiája is.
- A kis energiájú részecskék összetapadásából kristálygócok alakulnak ki.
- Mivel a kristálygócoknak nagy a tömegük még kisebb lesz a sebességük.
- Ezekhez a kisebb sebességű és nagyobb tömegű kristálygócokhoz tapad hozzá a többi részecske.
- Így nő a kristálygócok mérete, végül egymáshoz érnek. Ekkor szilárdul meg az anyag.



Ha a folyadékban nem alakulnak ki kristálygócok, akkor elő lehet állítani a túlhűtött folyadékot. Ez olyan anyag, amely fagyáspont alatti hőmérsékleten is folyékony halmazállapotú.

A fagyás ugyanazon a hőmérsékleten játszódik le, mint az olvadás. **Ezért minden anyag olvadáspontja megegyezik a fagyáspontjával.**

$$T_{\text{olv}} = T_{\text{fagy}}$$

Másrészt 1 kg szilárd anyag megolvasztásához ugyanannyi energiára van szükség, mint amennyi felszabadul, amikor 1 kg folyadék megfagy. Vagyis a fagyáshő az olvadáshő mínusz egyszerese.

$$L_{\text{fagy}} = -L_{\text{olv}}$$

III. Folyadék-gőz átalakulás

A folyadékok minden hőmérsékleten párolognak. Magasabb hőmérsékleten intenzívebb a párolgás. Párolgáskor csak a folyadék felszínéről távoznak el molekulák, míg forráskor a folyadék egészében keletkeznek gőzbuborékok.

Forráspont az a hőmérséklet, amikor a folyadék belsejében keletkező gőzbuborékok nyomása eléri a külső légnyomást. A forráspont hőmérsékletén a folyadék és a gőz egymással egyensúlyban vannak.

Tehát a folyadékok forráspontja függ a külső nyomástól. Nagyobb nyomáson adott folyadék magasabb hőmérsékleten kezd el forni.

Ha a folyadékot melegítjük, akkor nő a hőmérséklete a forráspont eléréséig.

$$Q_1 = c_{\text{folyadék}} \cdot m \cdot \Delta t$$

Amikor a folyadék eléri a forráspontot tovább nő a belső energiája, de ez az energia a részecskék közötti másodrendű kötőerők felszakítására fordítódik. (Latens hő)

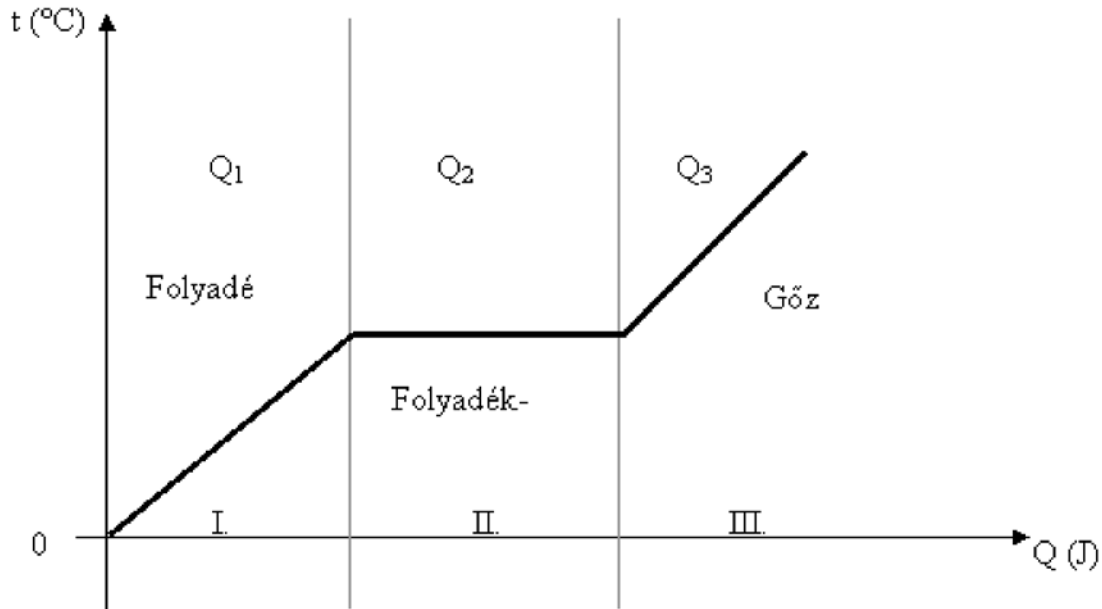
A **forráshő** számértéke kifejezi, hogy 1 kg tömegű forrásponton lévő anyag elforrálásához mekkora energia

szükséges.

$$L_{\text{forr}} = \frac{Q_2}{m}$$

Amikor az összes másodrendű kötés felszakadt, további energia hatására a gőz tovább melegszik.

$$Q_3 = c_{\text{gőz}} \cdot m \cdot \Delta t$$

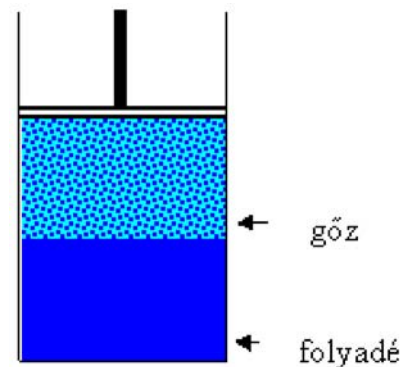


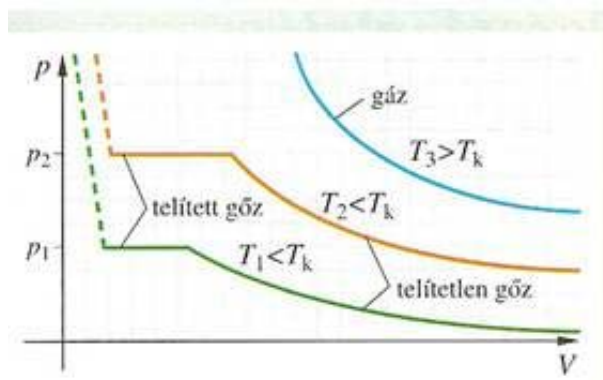
A forrás ellentétes folyamata a [lecsapódás](#), idegen szóval [kondenzáció](#).

1 kg forrásponton lévő anyag lecsapódásakor ugyanannyi energia szabadul fel, mint amennyi 1 kg forrásponton lévő folyadék elpárolgotatásához szükséges.

IV. A gőz és a gáz kapcsolata

- Ha T_1 hőmérsékleten a folyadékkal érintkező gőznek csökkentjük a térfogatát akkor a gőz Boyle-Mariott törvénye szerint viselkedik.
- Ez addig tart, amíg a gőz telítetté nem válik.
- Ha ilyenkor csökkentjük a térfogatát akkor a nyomás nem változik.
- Ez azért van, mert közben a telített gőz lecsapódik.
- Ha az összes gőz lecsapódott akkor további térfogatcsökkenés, óriási nyomásnövekedést okoz.
- Ha magasabb hőmérsékleten is elvégezzük ezt a folyamatot akkor a telített gőz térfogattartománya csökken.
- Lesz egy olyan hőmérséklet, illetve ami felett a gőz már nem cseppfolyósítható. Ezt kritikus hőmérsékletnek nevezzük. E fölött a légnemű halmazállapotú anyagot gáznak ez alatt gőznek nevezzük.





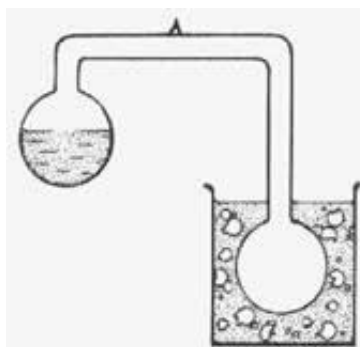
V. Néhány érdekes halmazállapot-változással kapcsolatos jelenség

1. Forráspont függése a külső nyomástól

- Forraljunk vizet azbeszthálóra helyezett, hosszú nyakú, álló gömblombikban! A forralást folytassuk néhány percig, hogy az edényben lévő levegőt a képződő vízgőz teljesen kiszorítsa! Vegyük el ezután a lombik alól a gázlángot, és egy gumidugóval zárjuk le légmentesen a lombikot! Öntsünk a lombikra hideg vizet! A hideg víztől lehűlt üvegfalon a vízgőz lecsapódik, és a nyomás lecsökken. A kisebb nyomáson - a még mindig meleg víz - újból intenzív forrásba jön.



- A kriofor az ábrán látható olyan berendezés, amelyben két üveggömböt felül lévő nyílásuknál vízszintes üvegcső köti össze egymással. Az egyik üveggömbben a kísérlet indulásakor víz van, míg a cső és a másik üveggömb üres. Célszerű a vizet buborék-mentesíteni, és az összekötő csőben lévő levegő nyomását csökkenteni. Ha az üres



üvegballont folyékony nitrogénbe helyezzük, akkor pár perc múlva jól látható, hogy a vizet tartalmazó, az előbbtől 20-25 cm távolságban lévő üveggömbben a víz előbb forrásba jön, majd a felszínén 4-5 mm vastag jégréteg képződik.

Az edény üresnek látszó részén a víz telített gőze van. A hűtés hatására lecsapódott a gőz, a nyomás csökkent. Ekkor indul forrásnak a víz. A gyors párolgás következtében a nagy energiájú molekulák eltávoznak. A visszamaradó folyadék hőmérséklete egyre csökken, végül megfagy. Így ennek hőmérséklete folyton csökken, míg végül megfagy.

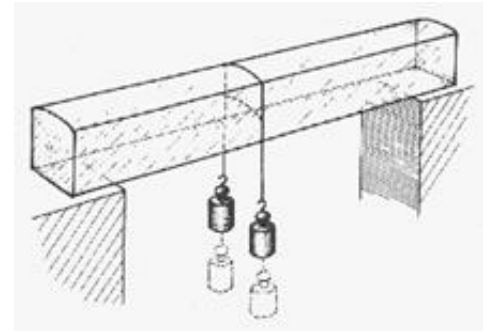
- A kuktában az étel, pl. hús rövidebb idő alatt megfő. Ennek az az oka, hogy a zárt edényben a gőz nyomása nagyobb, mint a külső légnyomás. Így a víz nem 100 °C-on forr, hanem magasabb hőmérsékleten. A magasabb hőmérsékletű folyadékban a hús hamarabb megfő.

2. Nyomás hatása az olvadáspontra

- Egy nagyobb méretű jéghasábot támasszunk fel a két végén, vízszintes helyzetben! Vékony acéldrót két végére rögzítsünk egy-egy 10 kg-os testet, majd az így megterhelt drótot helyezzük az ábrán látható módon a jéghasábra!

A drót lassan átvágja magát a jégtömbön. A jég a vékony huzal alatt megolvad, a drót lejjebb süllyed, majd a víz a drót fölött ismét jéggé fagy. Ezt a jelenséget nevezik regelációnak, avagy újrafagyásnak.

- Hasonló jelenséget tapasztalunk korcsolyázáskor is. A nagy nyomás hatására a korcsolya éle alatt a jég megolvad, és a vízben csúszik szinte súrlódásmentesen a korcsolya.



3. A jég olvadáspontjának csökkentése

Egy nagyobb főzőpoharat töltsünk meg félig olvadó jéggel! Ellenőrizzük hőmérővel, hogy a jég-víz elegy egyensúlyi hőmérséklete 0°C !

Keverjünk az elegyhez több kisebb, egyenlő adagban konyhasót (NaCl)! Minden egyes adag után keverjük jól össze az anyagot, és határozzuk meg a hőmérsékletét!

A só hozzáadására a jég-víz elegy hőmérséklete 0°C alá süllyed. Az olvadáspont-csökkenés az adagolt só mennyiségével arányos.

Magyarázat

Kezdetben a víz és a jég egyensúlyban volt. Ezt az egyensúlyt megzavartuk azzal, hogy sót szórtunk a rendszerbe. A rendszer arra törekszik, hogy visszaálljon az egyensúly. Ezért egyre több jégnek kell felolvadni, hogy híguljon az oldat. Az olvadáshoz energiára van szükség, amit a rendszer csak a saját készletéből fedezhet. Ezért csökken a só hozzáadására a keverék hőmérséklete.

VI. Csapadékok a Föld légkörében

A Földet borító tengerek és óceánok víztömege a Föld tömegének 0,25%-a. Egy másik tény, hogy a Föld felszínének 1/3 részét víz borítja. A víz párolgása miatt mindig van vízgőz a levegőben. Csapadék csak a levegő lehűlésével képződhet, hiszen csak így válhat ki a nedvességtartalom. A víz körforgása a földfelszín feletti kb. 10 km magasságban, a **troposzférában** játszódik le.

A levegő felemelkedését általában a felmelegedés indítja meg.

A meleg levegő kitágul, térfogata megnő, sűrűsége csökken, ezért emelkedik a magasba. Az emelkedő levegő hőmérséklete 100 méterenként 1°C -kal csökken, addig, amíg el nem éri a **harmatpontot**.

Harmatpont az a hőmérséklet, amelyen a gőz kicsapódása megkezdődik. Így a harmatpont hőmérséklete függ a levegő páratartalmától.

A harmatponton megkezdődik a felhőképződés, a nedvesség kicsapódása. Ilyenkor 100 méterenként már csak $0,5^{\circ}\text{C}$ -kal csökken a hőmérséklet. Ennek az az oka, hogy a páratartalom kicsapódásakor hő szabadul fel, ami mérsékli a lehűlést.

Csapadék azokból a felhőkből hullhat, amelyben vízcseppek és jégkristályok is megtalálhatók. 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.

- Amennyiben a felszín felett lévő levegő hőmérséklete 0°C felett van, a jégkristályok megolvadnak, és **eső** formájában érkeznek a felszínre. Ilyenkor a vízcseppek mérete 0,7–4 mm átmérőjű.
- Amennyiben a felszín közelében fagyáspont alatt van a hőmérséklet, a jégkristályok nem olvadnak el, és **hó** formájában érkeznek a felszínre.
- Hódara: a hókristályokat a felhők vízcseppjei vonják be.
- **Jégeső** általában a legforróbb nyári napokon esik. Ekkor a felforrósodott felszín miatt a levegő nagyon gyorsan emelkedik, és hűl le. Így a páratartalma jég formájában csapódik ki. Ebben az esetben hiába van meleg a felszín közelében, ha a jéggömbök méretük miatt nem tudnak elolvadni a felszínre érkezésig. A jégeső okozta pusztítást úgy akadályozhatják meg, hogy ólom-jodid vagy ezüst-jodid kristályokat juttatnak a zivatarfelhőbe, amelyek kondenzációs magként működve megakadályozzák a nagyobb méretű jéggömbök képződését.

A földfelszín felett keletkező csapadékok

- **Ködről** akkor beszélünk, ha a vízgőz kicsapódása miatt talajközeli a látótávolság 1 km alá csökken. A köd tehát egy talaj közeli felhő.
- **Harmat:** az erős éjszakai kisugárzás miatt a lehűlt talajra vízcseppek csapódnak ki.
- **Dér:** Ha a hőmérséklet csökkenése tovább tart, akkor a kicsapódott vízcseppek megfagynak.
- **Zúzmara:** Hideg időben a ködöt alkotó vízcseppek túlhűlnek a levegőben, mivel nincs kondenzációs

mag. Ha ezek a vízcseppek fagyáspont alatti tárgyakhoz érnek, akkor megkristályosodnak.