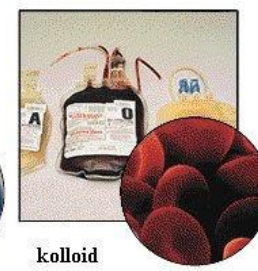


Többkomponensű rendszerek I.

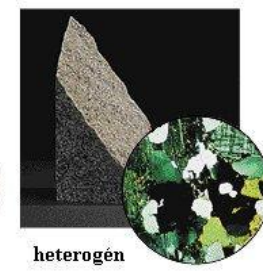
**Anyagtan; Környezeti elemek
védelmének alkalmazott
kémiaja 1.
9. előadás**



homogén



kolloid



heterogén

Többkomponensű rendszerek

Folytonos közegben (diszpergáló, ágyazó közeg)
szétoszlalt (diszpergált) részecskék

A szétoszlalt részecskeméret alapján:



Mikroheterogén
rendszerek

Homogén rendszerek

Oldás:

az oldandó anyag az oldószerben egyenletesen eloszlik, azaz adott folytonos közegben a részecskék molekuláris méretű eloszlása (hőmozgás révén) történik; homogén rendszert képez. Fizikai folyamat.

Egy fázisú rendszer - nincsenek benne határfelületek

- elegyek – gázelegy, folyadékelegy, szilárd oldat (ötvözet):



egyetlen komponens sem megkülönböztetett a többivel szemben

ideális elegy: a komponensek megőrzik sajátágaikat

reális elegy: a komponensek elkeveredésekor dilatáció vagy kontrakció lép fel

- oldatok

Homogén rendszerek

Oldat:

olyan kettő vagy több komponensből álló elegy, amelyben az egyik komponens nagyobb mennyiségben van jelen, mint a másik, illetve a többi komponens.

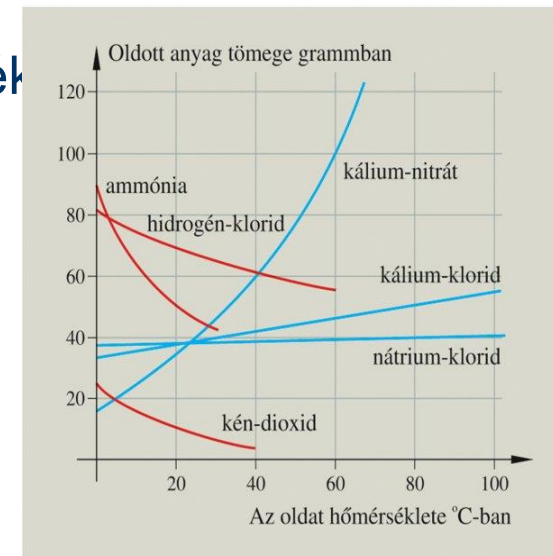
- biner elegyek
- oldószer
- oldott anyag

Oldatok

Oldatok állapotának a leírása:

p; V; T; Koncentráció (az adott komponensre nézve)

- Tömegtört; tömegszázalék
 - Moltört; molszázalék
 - Térfogattört; térfogatszázalék
 - Molkoncentráció
 - Tömegkoncentráció
 - Raoult koncentráció
 - (Oldhatóság)
- KM. Számítási gyakorlat!



Gázok oldódása

Gázelegyek

- kölcsönös oldhatóságuk „korlátlan”
- gáztörvények alkalmazhatók
 - az elegyek esetében a „p” a $p_{\text{össz.}}$
 - $p_{\text{össz.}} = p_A + p_B + \dots + p_i$
 - parciális nyomás:
az a nyomás, amelyet valamelyik összetevő kifejtene akkor, ha a gázelegy a rendelkezésére álló teret azonos hőmérsékleten egyedül töltené ki (Dalton)
 - tökéletes gázelegy átlagos mólömege: M
 - $M = x_A \cdot M_A + x_B \cdot M_B + \dots + x_i \cdot M_i$

Gázok oldódása

Gázok oldódása folyadékokban

- a folyadék párolgásával ellentétes irányú
- dinamikus egyensúly eléréséhez vezet
- a gázból az oldatba lépő molekulák száma megegyezik az oldatból a gáztérbe kilépő molekulák számával
 - telítési koncentráció
- Oldhatósága (gáz folyadékban való)
 - függ:
 - gáz minőségétől
 - hőmérséklettől
 - gáz nyomásától
 - a fizikai oldódás kismértékű pl.: O_2 , N_2 , CH_4 esetén
 - kémiai kölcsönhatás történik a folyadékkal pl.: CO_2 , NH_3 , HCl , $HCHO$ esetén

Gázok oldódása

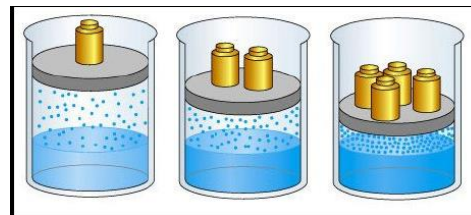
$$c = K \cdot p$$

ahol:

c: gáz oldhatósága (telítési koncentrációja); K: arányossági tényező; p: gáz parciális nyomása

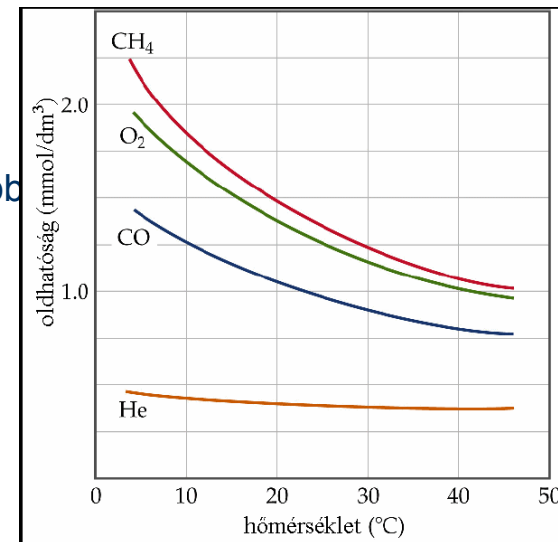
Henry-Dalton törvény

- oldhatóságuk a hőmérséklettel fordítottan arányos:
 - alacsonyabb hőmérsékleten jobban oldódnak, mint magasabb hőmérsékleten.
- Az oldhatóság fokozható:
 - hőmérséklet csökkentésével
 - nyomás emelésével



<http://cheminst.emk.nyme.hu/vizkemia/02.ppt>

- Csak akkor érvényes, ha nincs kémiai reakció! (p!)



<http://cheminst.emk.nyme.hu/vizkemia/02.ppt>

(abszorpciós koefficiens: az elnyelető folyadék 1 dm³-ben mennyi normál állapotú gázt lehet elnyelelni)

Gázok oldódása

Gázok oldódása szilárd anyagban

 adszorpcióval
abszorpcióval

a gázmolekulák beépülnek a szilárd anyag kristályszerkezetébe,

pl.: H_2 oldódása Pt, Pd, V fémekben

Szobahőmérsékleten hidrogén-oldhatóság:

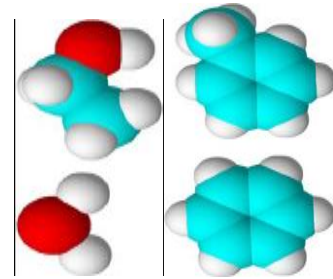
$Pt < Cu < Fe < Ni < Pd < V < Ta < Ti$

hasonló-hasonlót old elv !

Folyadékok oldódása

Folyadékok oldódása folyadékokban

- korlátlan
 - tetszőleges arányú az elegyedés
 - nem teszünk különbséget oldott a. és oldószer között
 - például: etanol-víz, benzol-toluol
- korlátolt
 - nem elegyednek korlátlanul
 - például: fenol-víz (felső); éter-víz
 - a hőmérséklet változásával az oldhatóság változik
 - kritikus elegyedési hőmérséklet
 - az elegyedés innen korlátlaná válik (alsó, felső)
- nem elegyednek \neq nem oldódó (kis mértékű oldódás)
 - elkülönülő homogén fázisok széles hőmérséklettartományban
 - pl. szén-tetraklorid vízzel



Folyadékok oldódása

Folyadék elegyek gőznyomása

- **a folyadék elegy** (adott összetételű), **ha**
Párolog, akkor
- **gőz elegy** lesz
 - adott, de változó összetételű lesz
 - a kettő összetétele nem azonos
- **folyadék elegy gőznyomása:** az egyes összetevők parciális nyomásából adódik össze az összetétel függvényében
- **parciális nyomás:** az adott komponens telített gőznyomása
 - azonban:
 - az elegyek telített gőzében az adott komponensek parciális nyomása nem ugyanakkora, mint
 - az adott komponensek gőznyomása tiszta állapotban

Folyadékok oldódása

hanem:

Ideális elegy esetében:

- a Raoult-törvény érvényes

$$p_{\text{ö}} = p_A + p_B + \dots$$

$$p_A = x_A \cdot p_A^0$$

$$p_B = x_B \cdot p_B^0$$

ahol: p_A : parc. gőzny. az elegyben; p_A^0 : tiszta anyag parc. ny.

Ha

az elegy összetevőinek molekulái között

számottevő kölcsönhatás nincs, akkor

az egyes összetevők parciális gőznyomása

olyan arányban csökken a tiszta anyag gőznyomásához képest,

amilyen arányban van jelen az elegyben a kérdéses komponens.

- az elegyedés nem jár hő- és térfogat-változással

Folyadékok oldódása

Reális elegy esetében:

- kontrakció vagy dilatáció és hőváltozás
- a komponensek parciális gőznyomása nem változik lineárisan az összetétellel

Folyadékok oldódása

Folyadék elegyek párolgása, forrása

- az összetétel függvénye
- a folyadék elegyből keletkező gőz elegy összetétele rendszerint **nem azonos a folyadék elegy összetételével**

(például: az illékonyabbak előbb a gőztérbe kerülnek)

- desztilláció
- azeotrópos elegy: reális elegyekben előfordulhat, hogy a folyadék és a gőz összetétele megegyezik

az elegy forr. pontja a desztillálás közben folyamatosan változhat
amíg

elér egy olyan összetételt, amelynek forráspontja továbbiakban már nem változik, **azaz, további desztillálás közben változatlan összetételű marad.**

Például: 96%-os vizes alkohol

Szilárd anyagok oldódása

Szilárd anyag oldódása egynemű folyadékban

- Oldódás folyamata:
 - az oldott (oldandó) anyag érintkezésbe lép az oldószerrel
 - molekulák v. atomok v. ionok lépnek ki a kristályrácsból és eloszlanak a cseppfolyós fázisban
 - ok:
 - entrópia;
 - kölcsönhatás az oldott anyag és az oldószer molekulák között \Rightarrow rendszerint fizikai;
 - illetve ezzel ellentétes irányú folyamatok is lejátszódnak
- általában fizikai folyamat, ha az oldandó anyag az oldószerben kémiai változást szenved, akkor az már irreverzibilis.

Szilárd anyagok oldódása

- addig tart, amíg (adott körülmények között) az oldódó anyagból az időegységben kilépő és az oda visszakerülő molekulák száma egyenlővé nem válik
- az oldódó anyag egyensúlyba jut a saját oldatával, telített lesz (több oldandó a.-t nem képes feloldani)
- az oldatban az oldott anyag meghatározott koncentrációja

alakul ki \Rightarrow **oldhatóság**

megadása; adott hőmérsékleten:

$w\% = ?$

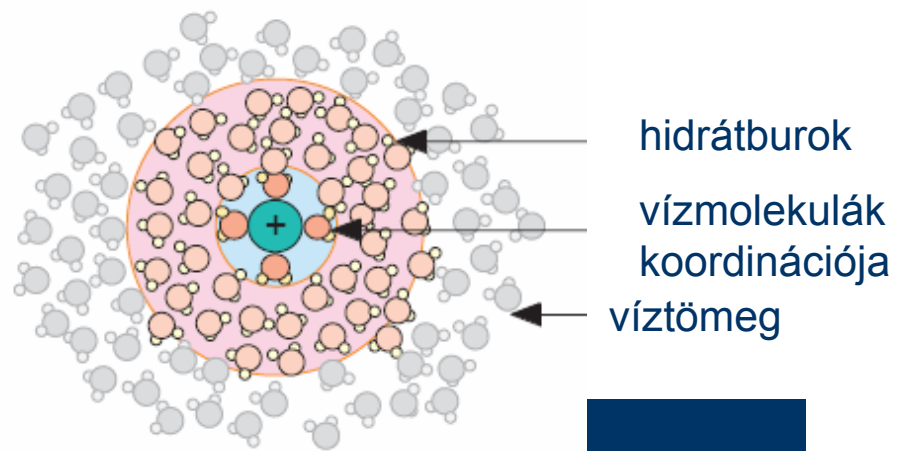
? g oldott anyag/100 g víz

? g oldott anyag/100 g oldószer

Szilárd anyagok oldódása

befolyásoló tényezők.:

- anyagi minőség
- hőmérséklet
 - egyenes arányosság sz. pl.: KNO_3 (vízben)
 - fordított arányosság sz. pl.: CaCrO_4 (vízben)
- idegen anyagok jelenléte
- nyomás (szinte nem)



- **szolvatáció:**

- az oldatba jutott szilárd anyag részecskéit oldószer molekulák veszik körül
- szolvát-burok

- **hidratáció**

- u.az; az oldószer víz
- hidrat-burok

→

- **kohéziós erők** (szilárd anyagban és az oldószerben)

- **adhéziós erők** (a szilárd anyag és az oldószer között)

- **„hasonló-hasonlót old elv”**

- **oldáshő (ΔH_{old}):**

- 1 mol anyag „sok-sok” oldószerben való feloldásakor felszabaduló, ill. elnyelődő hőmennyiség **moláris oldáshő**
- exoterm v. endoterm folyamatra utal (például ex.: NaOH; end.: NaCl)
- ált. egy kristályos anyag akkor oldódik egy oldószerben, ha a szolvatációs energia nagyobb, mint a rácsenergia

Szilárd anyagok oldódása

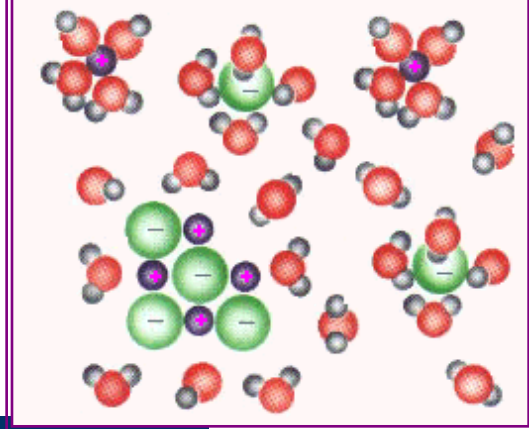
- **tútelített oldat**
 - telített oldat → hűtés
 - több oldott anyagot tartalmaz, mint amennyi a hűtéskor elért hőfokon oldhatóságának megfelelne
- **telítetlen oldat**
 - kevesebb oldott anyagot tartalmaznak, mint amennyi az adott hőmérsékleten megfelel az oldhatósági értéknek
- **oldódás sebessége:**

Minél nagyobb az oldandó anyag felülete és minél kevésbé közelíti meg a keletkező oldat koncentrációja a telített oldatét, annál nagyobb.

Fokozható:

- az oldandó anyag felületével
 - az oldószer keverésével
 - melegítéssel.

Szilárd anyagok oldódása



<http://cheminst.emk.nyme.hu/vizkemia/02.ppt>

- Fizikai oldódás – szolvatáció

ionos kötésű vegyületek; erős elektrolitok
molekularácsos anyagok; nem elektrolitok

- lyuk mechanizmus, pl. inert gázok oldódódása (O_2 , N_2)
- hidrogénhíd – alkoholok, szerves savak elegyedése

- Kémiai oldódás – reakció az oldószerrel, hidrolízis

dipólusos vegyületek; erős vagy gyenge elektrolitok

- hidrogénhíd, pl. $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4OH$
- HCl , CO_2 , SO_2 oldódása

Szilárd anyagok oldódása

Rosszul oldódó ionos vegyületek:

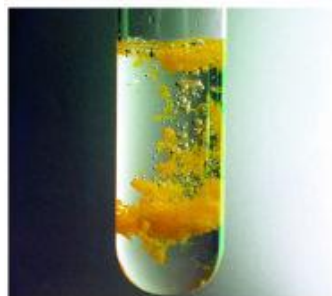
- A hidratációs energia kisebb, mint a rácsenergia – nem fedezi a kristály aprózódását



CdS



FeS

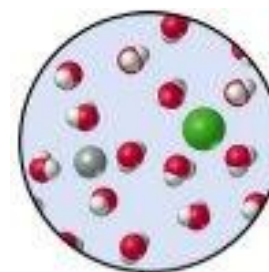
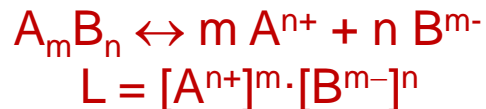


PbCrO₄

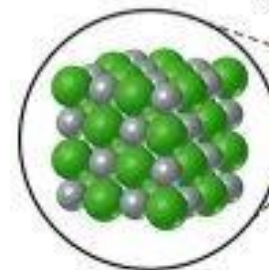


Ni(OH)₂

Az oldhatóságot - az oldódási egyensúlyból származtatható **oldhatósági szorzattal (L)** jellemezzük, nem a tényleges koncentrációval



AgCl oldott



AgCl csapadék

<http://cheminst.emk.nyme.hu/vizkemia/02.ppt>

Szilárd anyagok oldódása

- **Kristályosodás:**

- az oldat lehűtve tútelítetté válik; metastabilis állapot; kristályosodás (ld. előző ea.).

- **Eutektikus hőmérséklet:**

- további hűtéssel elérhető, hogy
- már nemcsak az oldott anyag, hanem az oldószer is kikristályosodik.
- ez alatti hőmérsékleten az oldat változatlan összetételben megfagy.

Híg oldatok törvényei

Híg oldat:

olyan oldat, amelyben 1 oldott molekulára legalább 100 oldószer molekula jut.

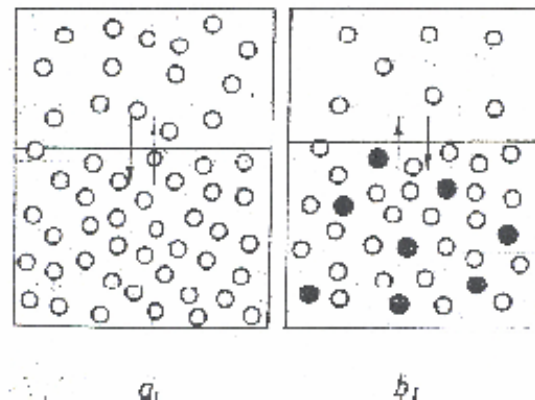
- az o.a. részecskéi és az o.sz. molekulák között jelentős a kölcsönhatás, ez az o.sz. tulajdonságait nagymértékben befolyásolja
- az o.sz. molekuláinak egy része azonban teljesen szabad marad
- nem az o.a. részecskéi gyakorolnak egymásra hatást, hanem az o.a. az o.sz-re

**Tömény oldatok nem követik a híg oldatok törvényeit
(kölcs.hat.!)**

Híg oldatok törvényei

- gőznyomás csökkenés
- forráspont emelkedés
- fagyáspont csökkenés
- ozmózis nyomás

Híg oldatok törvényei

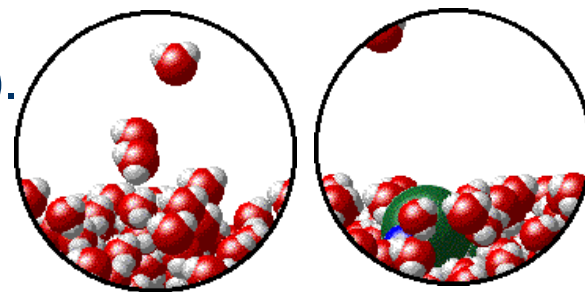


Híg oldatok tenziója (telített gőz nyomása):

A híg oldat tenziója kisebb, mint a tiszta oldószeré.

OKA:

- az oldatban: az o.a. részecskéi kölcsönhatásba lépnek az o.sz. molekuláival, így
- sokkal kevesebb szabad o.sz. molekula marad az oldatban, mint amennyi a tiszta o.sz.-ban volt, ezért
- kevesebb molekulának van akkora kinetikai E-ja, ami elég a gőztérbe való kilépéshez
- (nem illékony oldott anyag esetében).



Híg oldatok törvényei

Raoult-törvény híg oldatok esetében:

Az oldat és az o.sz. tenziója közti összefüggést írja le:

$$p = X_{\text{o.sz.}} \cdot p^{\circ}$$

$$p = p_0 \cdot \frac{c_1}{c_1 + c_2}$$

ahol: p : oldat tenziója; p_0 : o.sz. tenziója; c_1 : o.sz. molaritása; c_2 : o.a. molaritása; $c_1 + c_2 \gg c_1$

Az oldat tenziója függ:

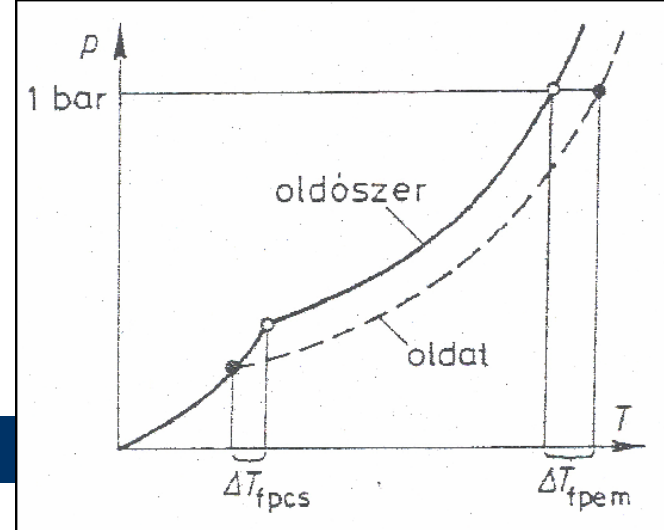
- az oldószer tenziójától
- az oldószer móltörtjétől

Az oldat tenziója független:

- az oldott anyag minőségétől

Minél nagyobb az oldott anyag molkoncentrációja, annál nagyobb a híg oldat tenzió-csökkenése!

Híg oldatok törvényei



Híg oldatok tenziógörbéje:

A tenzió-csökkenés következtében

- a híg oldatok fagyáspontja alacsonyabb és
- a híg oldatok forráspontja magasabb

mint a tiszta oldószeré.

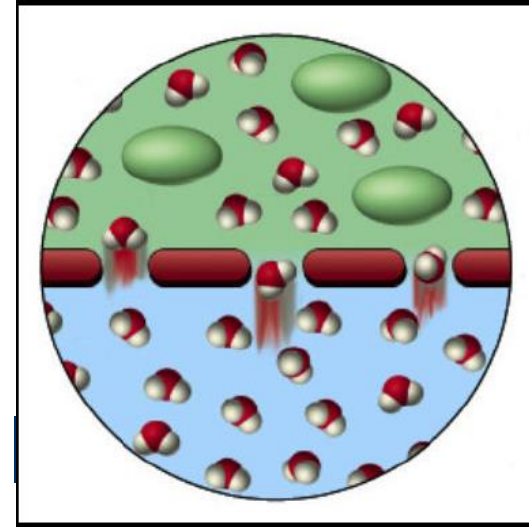
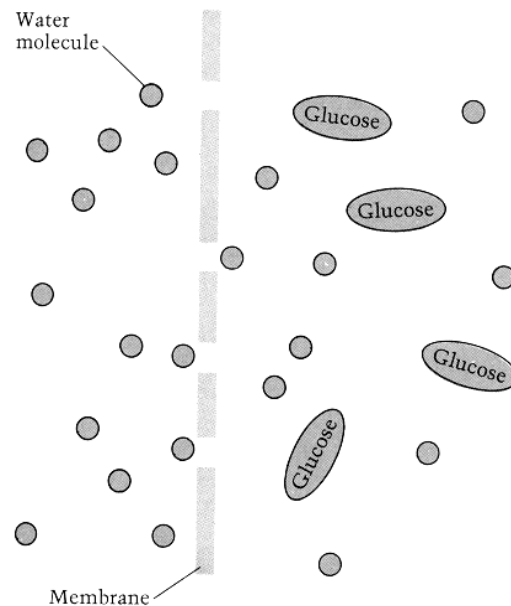
- **Fagyáspont csökkenés:**

- fagyásponton a szilárd fázis és a folyadék fázis gőznyomásának egyenlőnek kell lennie
- mivel az oldat gőznyomása kisebb, mint a tiszta oldószeré, az oldat tenziója csak alacsonyabb hőmérsékleten lehet egyenlő a szilárd fázis gőznyomásával
- az oldat az oldószerénél alacsonyabb hőmérsékleten fagy meg.

- **Forráspont emelkedés:**

- az oldat tenziója minden hőmérsékleten alacsonyabb, mint az oldószeré
- ha csökken az oldat fölött a tenzió, akkor az oldatot tovább kell melegítenünk, hogy elérjük az adott gőznyomást, vagyis magasabb hőmérsékleten forr az oldat.
- az oldat forráspontja emelkedik a tiszta oldószeréhez képest.

OZMÓZIS



Ozmózis:

ha különböző koncentrációjú oldatokat (vagy oldatot és oldószert) egy féligáteresztő hártával választunk el egymástól,
akkor
csak az oldószer áramlik, diffundál a hígabb oldat felől a töményebb oldat irányába.

Féligáteresztő hártya: szemipermeábilis hártya: a pórusain csak az oldószer kisméretű részecskéi jutnak át, az oldott anyag molekulái nem.

OZMÓZIS

Például: kísérlet:

- Egyik edénybe vizet teszünk, a másikba v.milyen oldatot
- mindkét edényt közös, zárt térben tartjuk

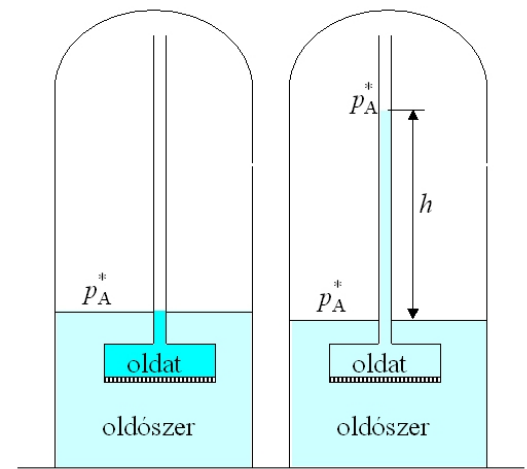
Tapasztalat:

- a víz párolgása következtében telített gőz képződik, amely
- túltelített az oldatra nézve (oka: a víz tenziója nagyobb, mint az oldaté)
- az oldatra nézve túltelített vízgőznek kondenzálódni kell
- ezzel ez hígítja az oldatot
- a víz átpárolog az oldatba
- ha a két edényt szemipermeábilis hártyával választjuk el egymástól
- a víz átpárologása az oldatba azon keresztül megy végbe.

Ozmózis

- Endozmózis: o.sz. beáramlás
- Exozmózis: o.sz. kiáramlás

OZMÓZIS

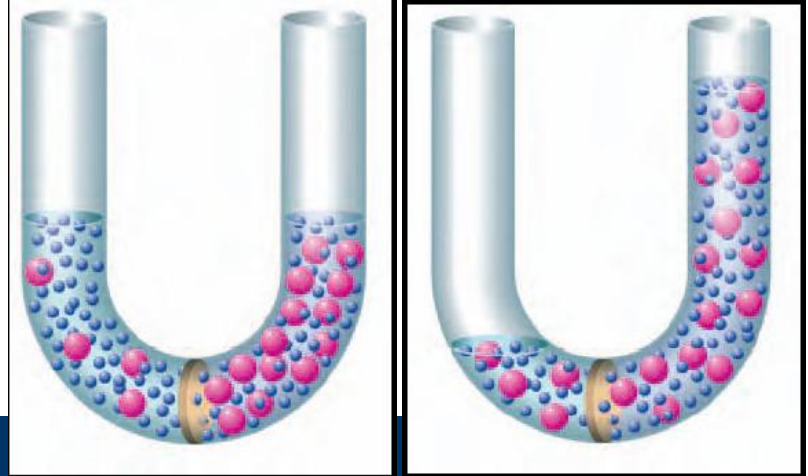


<http://hu.wikipedia.org/wiki/Ozm%C3%B3zis>

OKA:

- **Az oldószer szabad molekuláinak a száma nagyobb az oldószerben (azaz hígabb „oldatban”), mint a töményebb oldatban**
 - a hígabb oldat tenziója nagyobb lesz, mint a töményebb oldaté
 - a féligáteresztő hártáéhoz a víz felől több molekula jut el és hatol át, mint fordítva
 - az oldószer felhígítja az oldatot
- **ozmózisnyomás**
 - az o.sz. endozmóziá következtében a folyadék szintje emelkedik a manométercsőben
 - az oldatra egyre nagyobb hidrosztatikai nyomás nehezedik
 - ez az o.sz-t igyekszik visszajuttatni a hártáén a hígabb oldatba, (illetve az o.sz-be)
 - amikor az exozmóziá egyenlővé válik az endozmóziással, beáll az egyensúlyi állapot
 - Ozmóziányomás:
 - az a hidrosztatikai nyomása, amelynél az egyensúly bekövetkezik.**

OZMÓZIS



- **Ozmózisnyomás függ:**

- Oldatban lévő részecskék számától (konc.)
- Van't Hoff:

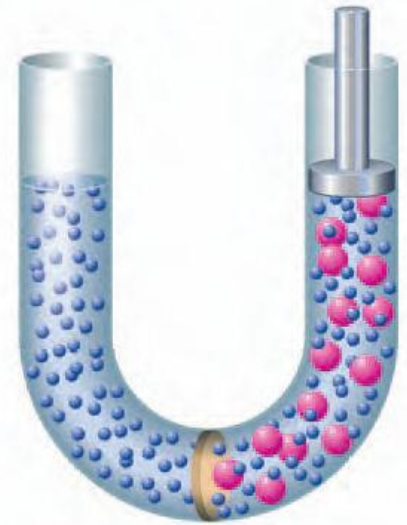
$$\pi \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$\pi = c_n \cdot R \cdot T$$

ahol: π : ozm.nyomás; V: 1M-os oldat térfogata (hígítás)

- híg vizes oldatban azonos hőmérsékleten az ozm.nyomás nagysága az oldat hígításával fordítottan arányos, szorzatuk állandó
- egy oldat ozmózisnyomása akkora, mint amekkora gáznyomást fejtene ki az oldott anyag, ha az oldat térfogatát gázállapotban töltene ki
 - Koncentráció különbség kiegyenlítésre szolgáló folyamat!

OZMÓZIS



Fordított (reverz) ozmózis:

- Ha az oldatra ható hidrosztatikai nyomást mesterségesen nagyobbra növeljük,

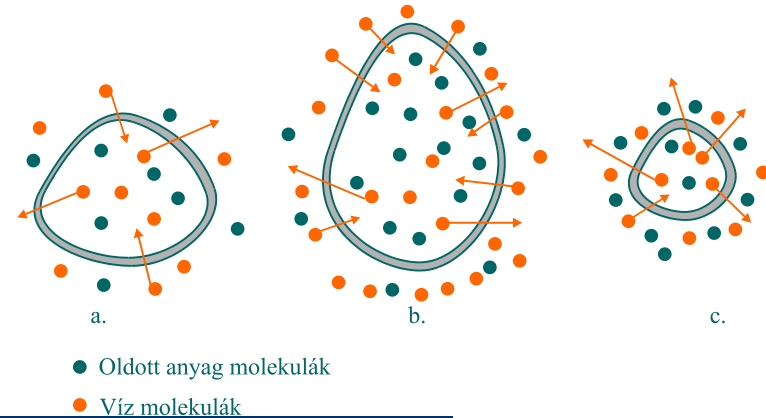
mint az ozmózisnyomás

felborul az egyensúly.

Az oldatból több víz vándorol az oldószer felé, mint a vízből az oldatba.

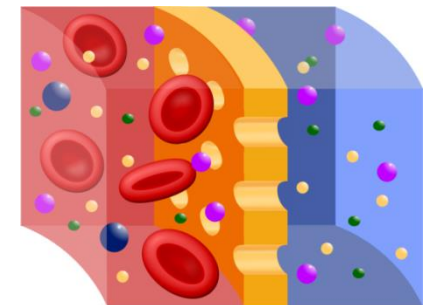
Például: tisztított víz előállítása; ezután még ioncsere
ioncserezelt víz előállítása, tengervíz sótelenítése, gyümölcslevek töményítése

OZMÓZIS



Biológiai jelentősége:

- Élő szervezetben: például sejthártya
 - passzív diffúzió útján csak a vizet veszi fel
 - az endozmózis következtében a sejtekben hidrosztatikai nyomás lép fel (turgor ny.)
 - ez a sejteket és a szöveteket feszülővé és rugalmassá teszi
 - az emberi szervezet sejtjeinek ozm.nyomása 0,9%-os NaCl-oldat ozm.nyomásának felel meg (fiziológiás sóoldat adása!)
- **A.; Izotóniás** oldat: az élő sejttel azonos ozm.nyomású oldat
- **B.; Hipotóniás:** alacsonyabb ozm.nyomású oldat
- **C.; Hipertóniás:** magasabb ozm.nyomású oldat



OZMÓZIS

- **Ozmotikus koncentráció:**
 - Ozmolaritás: az oldatban lévő összes részecske moláris koncentrációja, azaz
 - az a moláris koncentráció, amely mellett egy nem disszociáló anyag oldata azonos ozmotikus nyomást fejtene ki .

Oldott anyag megoszlása nem elegyedő oldószer között

- Nem elegyedő o.szer az összerázás után 2 fázisra válnak szét
ha
- v.milyen anyagot két, egymással nem elegyedő o.szerben oldunk,
az o.a.- megoszlík a két fázis között.
- Például: jódot vizes oldat + kloroform
- **Megoszlási hányados:**

A megoszlás során a feloldott anyag dinamikus egyensúlyba kerül a két o.szer között
Ugyanannyi a. megy az egyik fázisból a másikba, mint vissza, majd kialakul a megoszlási
egyensúly

$$c_1/c_2=L$$

ahol: c_1, c_2 : az o.a. oldékonysága a kétféle oldószerben; L: megoszlási hányados

Oldott anyag megoszlása nem elegendő oldószerek között

Az **L**

független:

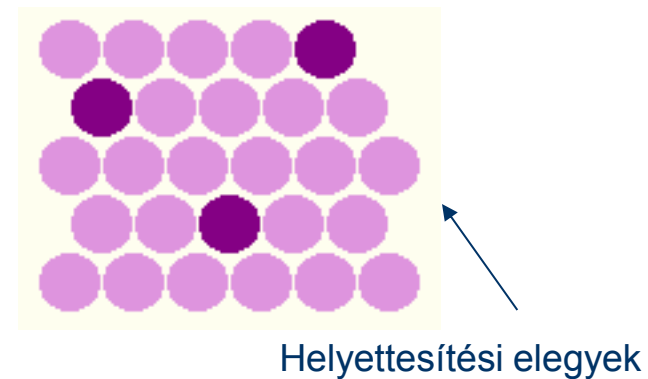
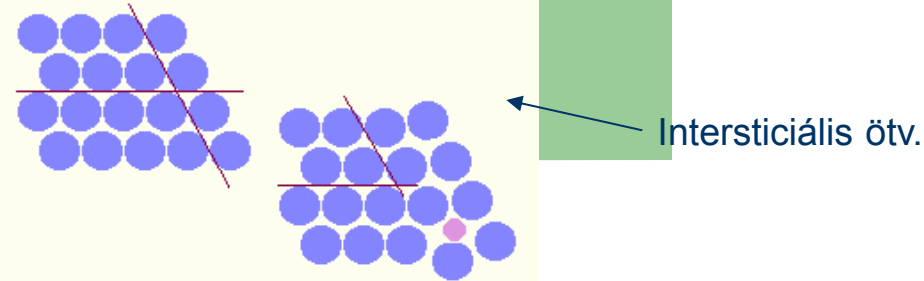
a feloldott anyag abszolút koncentrációjától

függ:

az o.a. és az o.szerek anyagi minőségétől és a hőmérséklettől.

Extrahálás

- A megoszlási jelenségen alapul
 - pl. a jód a vízből kloroformmal kivonható
 - extraháló tölcser



Szilárd anyagok oldódása

Szilárd anyag oldódása szilárd anyagban

● Elegykristályok

- a rácspontokban felváltva található a komponensek atomjai v. ionjai
- csak különleges feltételek mellett keletkeznek
 - ugyanabban a kristályrendszerben kristályosodnak
 - az elegyedő kristályok rácsállandója közel azonos
 - például: $\text{ZnSO}_4 + \text{MgSO}_4$ $\text{BaSO}_4 + \text{KMnO}_4$
 - fogászati ötvözet ; Au-Ag ötvözet

Irodalmak

- Dr. Berecz Endre: Kémia műszakiaknak. Tankönyvkiadó, Budapest, 1991
- Horváth Attila – Sebestyén Attila – Zábó Magdolna: Általános kémia, Veszprémi Egyetem, Veszprém, 1991
- Dr. Bot György: Általános és szerves kémia. Medicina, Budapest, 1987
- Dr. Németh Zoltán: Radiokémia. Veszprémi Egyetem, Veszprém, 1996
- Dr. Mészárosné dr. Bálint Ágnes (szerk.): Műszaki kémia. (pdf), SZIE Gépészmérnöki Kar, Gödöllő, 2008
- Csányi Erika: Oktatási segédanyag az építőkémia tárgyhoz. (pdf), BME



Köszönöm a figyelmet!