

osztály	tantárgy	tanár	tananyag
11.B	Általános kémia	Bozóki Judit	<p>Részecskék, kölcsönhatások, halmazok</p> <p>A kémia részecskék csoportosítása Az atomok, ionok és molekulák felépítése A periódusos rendszer és a belőle leolvasható tulajdonságok A kötések, kötéstípusok <i>A három halmazállapot jellemzése</i> A gázhalmazállapot leírása (ideális és reális gáz, az egyszerű gáztörvények áttekintése, az egyesített gáztörvény és az állapotegyenlet alkalmazása) A folyadékok viszkozitása A szilárd állapot jellemzése, a rács típusok jellemzői és a belőlük adódó alkalmazási lehetőségek Allotrópia és polimorfia. Amorf anyagok Halmazszerkezet és kapcsolata a fizikai tulajdonságokkal Párolgás-kondenzáció nyílt és zárt térben, a tenzió A forrás, a forráspont és befolyásoló tényezői Az olvadás és a kristályosodás Szublimáció A halmazállapot-változást kísérő látens hő.</p> <p>Oldatok és elegyek</p> <p>Anyagi rendszerek és jellemzőik Homogén, heterogén és kolloid rendszerek Az elegyek fogalma, jellemzői, csoportosítása Elegyek összetételének jellemzése, összetételének megadása Gázelegyek, a gázelegyek általános jellemzése, a Dalton-törvény A parciális nyomás fogalma és számítása Móltört, átlagos moláris tömeg számítása Szilárd anyagok oldódása folyadékban Oldatkészítés, összetétel típusok Gázok oldódása folyadékban Az oldhatóság értelmezése és megadása</p> <p>Kémiai reakciók</p> <p><i>Protonátmenettel járó folyamatok</i> Sav-bázis elméletek: Arrhenius, Brønsted Sav-bázis folyamatok: közömbösítés, semlegesítés, kémhatás Savak és bázisok reakciói</p>

			A sók hidrolízise, vizes oldatok kémhatása Számítási feladatok megoldása, erős savak, erős bázisok és a reakciójuk során keletkező oldatok kémhatásának kiszámítása
--	--	--	--

Az általános kémia tantárgyból a pótvizsga anyaga elmélet és a megadott típusfeladatokból más adatokkal a feladatok megoldása!

A pótvizsgán lesznek elméleti kérdések és számítási feladatok is.

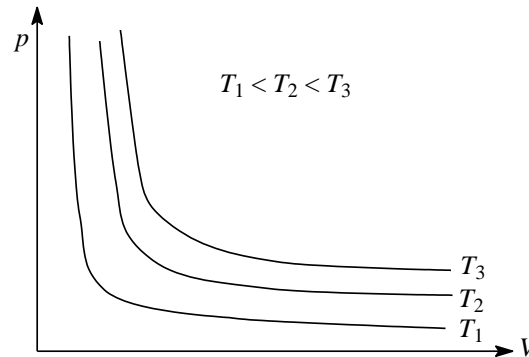
Az elmélet fent található a TEAMS-en a csoportba feltöltve.

HOMOGÉN EGYKOMPONENSŰ RENDSZEREK, GÁZOK, GÁZTÖRVÉNYEK

A gázok lehetnek *tökéletes* és *reális* gázok. Az tökéletes gázoknál a részecskéket összetartó erő, a kohéziós erő nulla vagy elhanyagolhatóan kicsi, és a gázok saját térfogata a gáztérfogathoz képest elhanyagolhatóan kicsi (a részecskék pontszerűek). A kritikus hőmérséklet felett és kis nyomáson minden gáz állapota tökéletesnek mondható.

Adott mennyiségű gáz állapota három adattal: a térfogattal (V), a nyomással (p) és a hőmérséklettel (T) jellemezhető. Ezen állapotjelzők közötti összefüggéseket a gáztörvények fejezik ki.

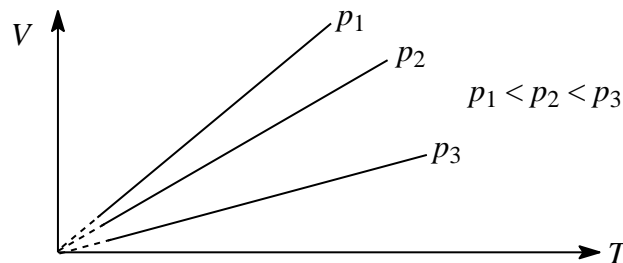
A tökéletes gázoknál érvényes a *Boyle–Mariotte-törvény* (izoterm állapotváltozás): állandó a hőmérséklet és az anyagmennyiség. Az izotermák $T_1 < T_2 < T_3$ állandó hőmérsékleten:



Boyle–Mariotte-törvény számolási alakja: $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

Gay-Lussac I. törvényénél (izobár állapotváltozás): állandó a nyomás és az anyagmennyiség.

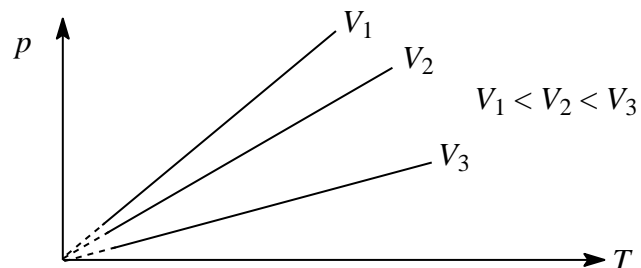
Az izobárok $p_1 < p_2 < p_3$ állandó nyomásokon:



Gay-Lussac I. törvény számolási alakja: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, ahol T az abszolút hőmérséklet.

Gay-Lussac II. törvényénél (izochor állapotváltozás): állandó a térfogat és az anyagmennyiség.

Izochorok $V_1 < V_2 < V_3$ állandó térfogatokon:



Gay-Lussac II. törvény számolási alakja: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, ahol T az abszolút hőmérséklet.

Az egyesített gáztörvénynél csak az anyagmennyiség állandó.

Az egyesített gáztörvény számolási alakja: $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$, ahol T az abszolút hőmérséklet.

Az állapotegyenlet számolási alakja: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

ahol a nyomást csak Pa-ban, a térfogatot m^3 -ben, az anyagmennyiséget mólbán, a hőmérsékletet K-ben kell behelyettesíteni és R , a

moláris gázállandó, amelynek az értéke $8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$.

A $n = \frac{m}{M}$ -t az állapotegyenletbe behelyettesítve, az állapotegyenlet másik számolási alakját kapjuk meg:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$$

Az állapotegyenlet segítségével a tökéletes gázok sűrűsége (ρ) is kifejezhető:

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

Tökéletes gázoknál az állapotegyenlet korrekcióra szorul. (A mért nyomáshoz hozzá kell adni a kohéziós erőből eredő korrekciós tagot, a térfogatból le kell vonni a gáz részecskék saját térfogatát.)

A reális gázokra igaz módosított állapotegyenlet, a Van der Waals-egyenlet:

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right) \cdot (V - nb) = n \cdot R \cdot T,$$

ahol a és b anyagi minőségtől függő állandó, értéke néhány gáz esetén a Függvénytáblázatban megtalálható.

A feladatok megoldása során minden gázt tekintsünk tökéletes gáznak.

Mintafeladatok

1. Számítsa ki, hogy hány m³ lesz a térfogata 280 dm³ térfogatú, 20 °C hőmérsékletű gáznak, ha állandó nyomáson 120 °C hőmérsékletre melegítjük!

Megoldás:

$$V_1 = 280 \text{ dm}^3 \quad t_1 = 20 \text{ °C} \quad V_2 = ? \text{ m}^3 \quad t_2 = 120 \text{ °C} \quad p = \text{állandó}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$V_1 = 0,280 \text{ m}^3 \quad T_1 = 293 \text{ K} \quad V_2 = ? \text{ m}^3 \quad T_2 = 393 \text{ K}$$

$$\text{Gay-Lussac I. törvénye: } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

$$\text{ahonnan} \quad V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{0,280 \text{ m}^3 \cdot 393 \text{ K}}{293 \text{ K}} = 0,376 \text{ m}^3$$

2. Oxigénnel töltött gázpalackban a nyomás 23 °C hőmérsékleten 140 bar. A palack felső nyomáshatára 2,00·10⁷ Pa. Hány °C hőmérsékleten éri el a gáz ezt a nyomást, hány °C-on nyit a biztonsági szelep?

Megoldás:

$$p_1 = 140 \text{ bar} \quad t_1 = 23 \text{ °C} \quad p_2 = 2,00 \cdot 10^7 \text{ Pa} \quad t_2 = ? \text{ °C} \quad V = \text{állandó}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$p_1 = 140 \text{ bar} \quad T_1 = 296 \text{ K} \quad p_2 = 200 \text{ bar} \quad T_2 = ? \text{ }^\circ\text{C}$$

Gay-Lussac II. törvénye: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$,

ahonnan $T_2 = \frac{p_2 \cdot T_1}{p_1} = \frac{200 \text{ bar} \cdot 296 \text{ K}}{140 \text{ bar}} = 423 \text{ K} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Valamely gáz térfogata 0,20 MPa nyomáson és 40 °C hőmérsékleten 170 dm³. Számítsa ki, hogy hány m³ lesz a térfogata 100 °C hőmérsékleten és 0,90 bar nyomáson!

Megoldás:

$$V_1 = 170 \text{ dm}^3 \quad t_1 = 40 \text{ }^\circ\text{C} \quad p_1 = 0,20 \text{ MPa} \quad V_2 = ? \text{ m}^3 \quad t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C} \quad p_2 = 0,90 \text{ bar}$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$V_1 = 0,170 \text{ m}^3 \quad T_1 = 313 \text{ K} \quad p_1 = 2,0 \text{ bar} \quad V_2 = ? \text{ m}^3 \quad T_2 = 373 \text{ K} \quad p_2 = 0,90 \text{ bar}$$

Az egyesített gáztörvény: $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$,

ahonnan $V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot p_2} = \frac{2,0 \text{ bar} \cdot 0,170 \text{ m}^3 \cdot 373 \text{ K}}{313 \text{ K} \cdot 0,90 \text{ bar}} = 0,45 \text{ m}^3$

4. Mekkora annak a vegületnek a moláris tömege, amelynek 1,42 g-ját elpárologtatva 380 cm³ térfogatú, 100 °C hőmérsékletű és 0,934 bar nyomású gőzt kapunk?

Megoldás:

$$V = 380 \text{ cm}^3 \quad t = 100 \text{ }^\circ\text{C} \quad p = 0,934 \text{ bar} \quad m = 1,42 \text{ g} \quad M = ?$$

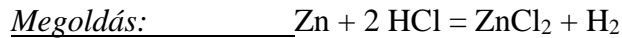
A megadott adatokat át kell váltani:

$$V = 3,80 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \quad T = 373 \text{ K} \quad p = 9,34 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

Az állapotegyenlet: $p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$,

ahonnan
$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \frac{1,42 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 373 \text{ K}}{9,34 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 3,80 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 124 \text{ g/mol.}$$

5. Számítsa ki az ötvözet cinktartalmát, ha 0,100 g ötvözetet bemérve sósavval 20,0 cm³ térfogatú, 19 °C hőmérsékletű és 0,993 bar nyomású hidrogéngáz fejlődik! Az ötvözet többi összetevője nem reagál a sósavval.



$m(\text{ötvözet}) = 0,100 \text{ g} \quad V = 20,0 \text{ cm}^3 \quad t = 19 \text{ °C} \quad p = 0,993 \text{ bar} \quad n = ? \text{ mol H}_2$

A megadott adatokat át kell váltani:

$V = 2,00 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \quad T = 292 \text{ K} \quad p = 9,93 \cdot 10^4 \text{ Pa}$

Az állapotegyenlet: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

ahonnan
$$n(\text{H}_2) = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{9,93 \cdot 10^4 \text{ Pa} \cdot 2,00 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3}{8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 292 \text{ K}} = 8,18 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$n(\text{Zn}) = 8,18 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$m(\text{Zn}) = n \cdot M = 8,18 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 65,4 \text{ g/mol} = 0,0535 \text{ g}$

$$w(\text{Zn}) = \frac{m_{\text{Zn}}}{m_{\text{ö}}} \cdot 100 = \frac{0,0535 \text{ g}}{0,100 \text{ g}} \cdot 100 = 53,5\%$$

6. Adja meg az összegképletét annak a vegyületnek, amelynek 0,3150 g-ja 29 °C-on és 0,1034 MPa nyomáson 188,5 cm³ térfogatot tölt be! A vegyület 5,00 tömegszázaléka hidrogén, a többi fluor.

Megoldás:

$m = 0,3150 \text{ g} \quad V = 188,5 \text{ cm}^3 \quad t = 29 \text{ °C} \quad p = 0,1034 \text{ MPa} \quad M = ?$

A megadott adatokat át kell váltani:

$V = 1,885 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \quad T = 302 \text{ K} \quad p = 1,034 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

Az állapotegyenletből:

$$M = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V} = \frac{0,3150 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 302 \text{ K}}{1,034 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 1,885 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3} = 40,6 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}) = 40,6 \text{ g} \cdot 0,05 = 2,03 \text{ g, ez } \approx 2 \text{ mol hidrogénatom}$$

$$m(\text{F}) = 40,6 \text{ g} - 2,03 \text{ g} = 38,57 \text{ g}$$

$$n(\text{F}) = \frac{m}{M} = \frac{38,57 \text{ g}}{19 \text{ g/mol}} = 2,03 \text{ mol} \approx 2 \text{ mol fluoratom}$$

Az összegképlet: H_2F_2

7. Adja meg a 10 °C hőmérsékletű és 3,00 bar nyomású oxigéngáz abszolút sűrűségét kg/m³-ben!

Megoldás:

$$t = 10 \text{ °C} \qquad p = 3,00 \text{ bar} \qquad \rho = ? \text{ kg/m}^3$$

A megadott adatokat át kell váltani:

$$T = 283 \text{ K} \qquad p = 3,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} = \frac{3,00 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 32 \text{ g/mol}}{8,314 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \cdot 283 \text{ K}} = 4080 \text{ g/m}^3 = 4,08 \text{ kg/m}^3$$

HALMAZÁLLAPOT-VÁLTOZÁSOK

A halmazállapot-változások:

Párolgás: folyadékból gőz keletkezik, endoterm változás.

Zárt térben, adott hőmérsékleten a telített gőznyomást *tenzió*nak nevezzük.

Forráspont az a hőmérséklet, amelyen a folyadék gőznyomása (tenziója) eléri a folyadék feletti nyomás értékét.

Forrás: a forráspont hőmérsékletén a folyadék belsejében gőzbuborékok képződnek, endoterm folyamat.

Olvadáspont: az a hőmérséklet, ahol a szilárd fázis és olvadéka egyensúlyt tart, adott külső nyomás mellett.

Olvadás: a szilárd anyagból olvadék képződik, endoterm folyamat.

Fagyás: az olvadással ellentétes folyamat az olvadékból szilárd anyag képződik, exoterm változás.

Fagyáspont: megegyezik az olvadáspont hőmérsékletével.

Szublimáció: szilárd anyag megolvadás nélkül gőzzé válik, endoterm változás.

Leccsapódás (kondenzáció): az a halmazállapot-változás, amikor gőzből folyadék, vagy szilárd anyag képződik, exoterm változás.

Latens hő: olyan átalakulás *hők*, amelyeket befektetve nem nő a rendszer hőmérséklete, mert a halmazállapot-változásra fordítódnak, például az *olvadáshő* ($\Delta_{olv}H$), a *párolgáshő* ($\Delta_{pár}H$), a *forráshő* ($\Delta_{forr}H$) stb.

A moláris átalakuláshő jele például az olváshőnél: $\Delta_{olv}H$, mértékegysége lehet $\frac{J}{mol}$.

A fajlagos átalakuláshő jele, például az olváshőnél: $\Delta_{olv}h$, mértékegysége lehet $\frac{J}{kg}$. Néhány anyag esetén bizonyos fajlagos

átalakuláshők értékeit a Függvénytáblázatban megtaláljuk.

A *hő* jele a Q , mértékegysége joule, J.

A halmazállapot-változásra fordított hő, Q kiszámításának képlete például az olvadásra fordított hőnél:

$$Q = m \cdot \Delta_{olv}h,$$

ahol

m = a tömeg, kg,

$\Delta_{olv}h$ = a fajlagos olváshő, $\frac{J}{kg}$.

A melegítésre fordított hő kiszámításának képlete, ha nincs halmazállapot-változás:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T,$$

ahol



$$c = \text{fajhő, } \frac{\text{J}}{^{\circ}\text{C} \cdot \text{kg}},$$

$m =$ a tömeg, kg,

$\Delta T =$ a hőmérsékletváltozás, $^{\circ}\text{C}$.

Mintafeladatok

1. Számítsa ki, hogy mennyi hő kell 500 g 25 °C hőmérsékletű terpentinolajnak 100 °C hőmérsékletre való melegítéséhez!

Megoldás:

$$m = 500 \text{ g} = 0,500 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Mivel a terpentinolaj 25 °C és 100 °C hőmérsékleten is folyadék (op: -10 °C, fp: 160 °C), a feladatban kért hőt a

$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$ képlettel lehet kiszámítani

A Függvénytáblázatból kikeressük a megfelelő adatot: $c = 1800 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$

Tehát a hő: $Q = 1800 \text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)} \cdot 0,500 \text{ kg} \cdot 75 \text{ }^{\circ}\text{C} = 67500 \text{ J} = 67,5 \text{ kJ}$

2. Számítsa ki, hogy mennyi hő szükséges 200 g tömegű, 0 °C hőmérsékletű jégnek 100 °C hőmérsékletű gőzzé alakításához!

Megoldás:

$$m = 200 \text{ g} = 0,200 \text{ kg}$$

$$\Delta T = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

A feladatban kért hőnek három összetevője van:

- először meg kell olvasztani a jeget, Q_1 ,
- a 0 °C hőmérsékletű vizet fel kell melegíteni 100 °C hőmérsékletre, Q_2 ,
- az utolsó lépésben a 100 °C hőmérsékletű vizet el kell forralni: Q_3 .

Tehát az összes hő kiszámítása: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ képlettel történik

A Függvénytáblázatból kikeressük a megfelelő adatokat:

$$\Delta_{\text{olv}}h = 330 \text{ kJ/kg}$$

$$c = 4,2 \text{ kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta_{\text{forr}}h = 2260 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_1 = m \cdot \Delta_{\text{olv}}h = 0,200 \text{ kg} \cdot 330 \text{ kJ/kg} = 66 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = c \cdot m \cdot \Delta T = (4,2 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C} = 83,6 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = m \cdot \Delta_{\text{forr}}h \text{ képlettel} = 0,200 \text{ kg} \cdot 2260 \text{ kJ/kg} = 452 \text{ kJ}$$

Tehát az összes hő: $Q = 66 \text{ kJ} + 83,6 \text{ kJ} + 452 \text{ kJ} = 601,6 \text{ kJ} = 602 \text{ kJ}$

3. Számítsa ki, hogy hány kg 0 °C hőmérsékletű jeget lehet megolvasztani és 100 °C hőmérsékletű gőzzé alakítani 10000 kJ hővel!

Megoldás:

A feladatban kért hők három összetevője van:

- először meg kell olvasztani a jeget: Q_1 ,
- a 0 °C hőmérsékletű vizet fel kell melegíteni 100 °C-ra: Q_2 ,
- és az utolsó lépésben a 100 °C hőmérsékletű vizet el kell forralni: Q_3 .

Tehát az összes hő kiszámítása: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ képlettel történik

$$Q = m \cdot \Delta_{\text{olv}}h + c \cdot m \cdot \Delta T + m \cdot \Delta_{\text{forr}}h$$

$$10000 \text{ kJ} = m \cdot 330 \text{ kJ/kg} + 4,2 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot m \cdot 100 \text{ }^\circ\text{C} + m \cdot 2260 \text{ kJ/kg}$$

$$m = 3,3 \text{ kg}$$

HOMOGÉN TÖBBKOMPONENSŰ RENDSZEREK, ELEGYEK

Az **elegyek** többkomponensű, homogén anyagi rendszerek.

Az oldatok összetételét (töménységét) többféleképpen fejezhetjük ki.

Tömegtört:

Jele: w_B

$$w_B = \frac{m_B}{m_o},$$

ahol m_B = a B anyag tömege,

m_o = az oldat (elegy) tömege.

A tömegtört százszorosa a tömegszázalék.

Tömegszázalék:

Jele: $w_B\%$

$$w_B\% = \frac{m_B}{m_o} \cdot 100$$

Jelentése: 100 g oldatban (elegyben) hány gramm adott komponens van.

Térfogattört:

Jele: φ_B

$$\varphi_B = \frac{V_B}{V_o},$$

ahol V_B = a B anyag térfogata,



V_o = az oldat (elegy) térfogata.

A térfogattört százszorosa a térfogatszázalék.

Térfogatszázalék:

Jele: $\varphi_B\%$

$$\varphi_B\% = \frac{V_B}{V_o} \cdot 100$$

Jelentése: 100 cm³ oldatban (elegyben) hány cm³ adott komponens van.

Anyagmennyiség-tört (móltört):

Jele: x_B

$$x_B = \frac{n_B}{n_{\bar{o}}}$$

ahol n_B = a B anyag anyagmennyisége,

$n_{\bar{o}}$ = az összes anyagmennyiség.

A móltört százszorosa a mólszázalék.

Mólszázalék:

Jele: $x_B\%$

$$x_B\% = \frac{n_B}{n_{\bar{o}}} \cdot 100$$

Jelentése: 100 mol oldatban (elegyben) hány mól az adott komponens.

Tömegkoncentráció:

Jele: ρ_B ,

Mértékegysége: g/dm³

$$\rho_B = \frac{m_B}{V_o},$$

ahol m_B = a B anyag tömege,

V_o = az oldat (elegy) térfogata.

Jelentése: 1 dm³ (1000 cm³) oldat (elegy) hány gramm adott komponenst tartalmaz.

Anyagmennyiség-koncentráció, koncentráció (molaritás):

Jele: c_B

Mértékegysége: mol/dm³

$$c_B = \frac{n_B}{V_o},$$

ahol n_B = a B anyag anyagmennyisége,

V_o = az oldat (elegy) térfogata.

Jelentése: 1 dm³ (1000 cm³) oldat (elegy) hány mól adott komponenst tartalmaz.

Raoult-töménység, molalitás:

Jele: m_B

Mértékegysége: mol/kg oldószer

$$m_B = \frac{n_B}{m_{\text{oldószer}}},$$

ahol n_B = a B anyag anyagmennyisége,

$m_{\text{oldósz}} = \text{az oldószertömege.}$

Jelentése: 1 kg oldószert hány mól adott komponenset old.

Az elegyek lehetnek *ideális* és *reális* elegyek.

Az ideális **gázelegyekre** is igaz az állapotegyenlet:

$$p_{\text{ö}} \cdot V = n_{\text{ö}} \cdot R \cdot T,$$

ahol

$p_{\text{ö}}$, az összes nyomás (Pa),

V a térfogatot (m^3),

$n_{\text{ö}}$ az összes anyagmennyiség (mol),

T a hőmérsékletet (K),

R , a moláris gázállandó, melynek az értéke $8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$.

Dalton törvénye szerint az összes nyomás egyenlő a parciális nyomások összegével, k komponens esetén:

$$p_{\text{ö}} = p_1 + p_2 + \dots + p_k,$$

ahol

$p_{\text{ö}}$, az összes nyomás (Pa),

p_1, p_2 stb. az egyes komponensek parciális nyomása (Pa).

A parciális nyomásra is igaz az állapotegyenlet, az i -dik komponensnél:

$$p_i \cdot V = n_i \cdot R \cdot T,$$

ahol

p_i , az i -dik komponens parciális nyomása (Pa),

V a gázelegy térfogata (m^3),

n_i az i -dik komponens anyagmennyisége (mol),

T a gázelegy hőmérsékletete (K),

R , a moláris gázállandó, melynek az értéke $8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$.

Az i -dik komponens parciális nyomását megkaphatjuk még

$$p_i = x_i \cdot p_{\text{ö}} \text{ képlettel is,}$$

ahol

p_i , az i -dik komponens parciális nyomása (Pa),

x_i az i -dik komponens móltörtje,

p_0 , az összes nyomás (Pa).

Gázoknál az Avogadro-törvényből következően az anyagmennyiség-arány (mólarány) egyenlő a térfogataránnyal, az anyagmennyiség-százalék (mólszázalék) megegyezik a térfogatszázalékkal.

Az *átlagos moláris tömeget* a gázelegyben a következő összefüggésekkel lehet kiszámítani:

$$\bar{M} = \frac{\sum m_i}{\sum n_i}$$

\bar{M} az átlagos moláris tömeg (g/mol),

$\sum m_i$ az összes tömeg (g),

$\sum n_i$ az összes anyagmennyiség (mol).

Két komponens esetén:

$$\bar{M} = \frac{n_1 \cdot M_1 + n_2 \cdot M_2}{n_1 + n_2}$$

$$\bar{M} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2$$

Mivel az elegyben az anyagmennyiség-törtek (móltörtek) összege = 1.

$$1 = x_1 + x_2$$

$$x_2 = 1 - x_1$$

behelyettesítve:

$$\bar{M} = x_1 \cdot M_1 + (1 - x_1) \cdot M_2,$$

ahol

\bar{M} az átlagos moláris tömeg (g/mol),

m_1 és m_2 a komponensek tömege (g),

n_1 és n_2 a komponensek anyagmennyisége (mol),

x_1 és x_2 a komponensek móltörtje.

M_1 és M_2 a komponensek moláris tömege (g/mol).

Mintafeladatok

1. Számítsa ki az alábbi oldat tömegszázalékos összetételét, és adja meg, hogy hány gramm vizet használtunk fel az oldat készítéséhez, ha 250 g oldat 50,0 g NaCl-ot tartalmaz!

Megoldás:

$$m_o. = 250 \text{ g}$$

$$m_{o.a.} = 50,0 \text{ g NaCl}$$

$$w_{o.a.} = ?$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_o} \cdot 100 = \frac{50,0 \text{ g}}{250 \text{ g}} \cdot 100 = 20,0\%$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ g} - 50,0 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

2. Hány gramm oldott anyag és hány gramm víz szükséges az alábbi oldatok elkészítéséhez?

a) 150 g $w = 10,0\%$ -os NaCl-oldat

b) 150,0 cm³ $w = 10,00\%$ -os KCl-oldat

Megoldás:

$$\text{a) } m_o. = 150 \text{ g}$$

$$w(\text{NaCl}) = 10,0\%$$

$$m_{o.a.} = ? \text{ g NaCl}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

$$w(\text{NaCl}) = \frac{m_{\text{NaCl}}}{m_o} \cdot 100 =$$

$$10,0\% = \frac{m_{\text{NaCl}}}{150\text{g}} \cdot 100$$

$$m(\text{NaCl}) = 15,0 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 150 \text{ g} - 15,0 \text{ g} = 135 \text{ g}$$

$$\text{b) } V_o = 150,0 \text{ cm}^3$$

$$w(\text{KCl}) = 10,00\%$$

$$m_{o.a.} = ? \text{ g KCl}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

A Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványból $\rho(w = 10,0\%$ -os KCl-oldat) = 1,063 g/cm³

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m_o = \rho \cdot V = 1,063 \text{ g/cm}^3 \cdot 150,0 \text{ cm}^3 = 159,45 \text{ g}$$

$$m_{o.a.} = 15,95 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 159,45 \text{ g} - 15,95 \text{ g} = 143,5 \text{ g}$$

3.

a) Hány gramm $w = 10,0\%$ -os oldat készíthető 12,0 g CaCl₂-ből, és hány gramm víz szükséges hozzá?

b) Hány cm³ $w = 12,0\%$ -os KI-oldat készíthető 50,0 g KI-ből?

Megoldás:

$$\text{a) } m_o = ? \text{ g}$$

$$w(\text{CaCl}_2) = 10,0\%$$

$$m(\text{CaCl}_2) = 12,0 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = ? \text{ g}$$

$$w(\text{CaCl}_2) = \frac{m_{\text{CaCl}_2}}{m_o} \cdot 100 =$$

$$10\% = \frac{12,0 \text{ g}}{m_o} \cdot 100$$

$$m_o = 120 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ g} - 12,0 \text{ g} = 108 \text{ g}$$

$$\text{b) } V_o = ? \text{ cm}^3$$

$$w(\text{KI}) = 12,0\%$$

$$m(\text{KI}) = 50,0 \text{ g}$$

$$w(\text{KI}) = \frac{m_{\text{KI}}}{m_o} \cdot 100 =$$

$$12,0\% = \frac{50,0 \text{ g}}{m_o} \cdot 100$$

$$m_o = 417 \text{ g}$$

A Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványból a $\rho(w = 12\text{-os KI-oldat}) = 1,093 \text{ g/cm}^3$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V_o = \frac{m}{\rho} = \frac{417\text{g}}{1,093 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 382 \text{ cm}^3$$

4. Készítendő 5,00 dm³ 2,00 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldat. Hány gramm NaOH-t kell bemérni?

Megoldás:

$$V_o = 5,00 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = 2,00 \text{ mol/dm}^3$$

$$m(\text{NaOH}) = ? \text{ g}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n}{V}$$

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 2,00 \text{ mol/dm}^3 \cdot 5,00 \text{ dm} = 10,0 \text{ mol}$$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M = 10,0 \text{ mol} \cdot 40,0 \text{ g/mol} = 400 \text{ g}$$

5. Számítsa ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját, ha 500 cm³ oldat 80,0 g NaOH-ot tartalmaz!

Megoldás:

$$V_o = 500 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = ? \text{ mol/dm}^3$$

$$m(\text{NaOH}) = 80,0 \text{ g}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{80,0 \text{ g}}{40,0 \text{ g} \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2,00 \text{ mol}$$

$$c(\text{NaOH}) = \frac{n}{V} = \frac{2,00 \text{ mol}}{0,500 \text{ dm}^3} = 4,00 \text{ mol/dm}^3$$

6. Készíteni kell 250 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú sósavat. Hány cm³ 31,52% tömegszázalékos oldat szükséges?

Megoldás:

$$V_o = 250 \text{ cm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{cc.HCl}) = ? \text{ cm}^3 \text{ a bemérés a } w(\text{HCl}) = 31,52\% \text{-osból}$$

A példa megoldásához kell a $w = 31,52\%$ -os oldat sűrűsége, ha nincs megadva a feladatban, a Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványban megtaláljuk: $\rho = 1,16 \text{ g/cm}^3$.

A feladat megoldásának menete:

I. Ki kell számítani a szükséges oldott anyag mennyiségét.

$$c(\text{HCl}) = \frac{n}{V}$$

$$n(\text{HCl}) = c \cdot V = 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,250 \text{ dm}^3 = 0,0250 \text{ mol}$$

$$m(\text{HCl}) = n \cdot M = 0,0250 \text{ mol} \cdot 36,5 \text{ g/mol} = 0,913 \text{ g}$$

Tehát az oldathoz 0,913 g 100%-os HCl szükséges.

II. Ki kell számítani, hogy a szükséges oldott anyag hány gramm $w = 31,52\%$ -os oldatban van.

$$31,52 = \frac{0,913 \text{ g}}{m_o} \cdot 100$$

$$m_o = 2,90 \text{ g}$$

Tehát 2,90 g $w = 31,52\%$ -os sósav tartalmazza a 0,913 g HCl-ot.

III. Ki kell számítani a $w = 31,52\%$ -os sav térfogatát.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V(\text{cc. HCl}) = \frac{m}{\rho} = \frac{2,90 \text{ g}}{1,16 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 2,50 \text{ cm}^3 \quad w = 31,52\% \text{-os sósavat kell bemérni az oldat készítéséhez.}$$

7. A $2,0 \text{ mol/dm}^3$ anyagmennyiség-koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat sűrűsége $1,1 \text{ g/cm}^3$. Számítsa ki az oldat tömegszázalékát, a tömegkoncentrációját, a molalitását, móltörtjeit, mólszázalékait!

Megoldás:

A $2,0 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldat azt jelenti, hogy 1000 cm^3 oldatban $2,0 \text{ mol NaOH}$ van.

$$m_o = \rho \cdot V = 1,1 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1100 \text{ g}$$

$$m(\text{NaOH}) = n \cdot M = 2,0 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g/mol} = 80 \text{ g}$$

$$w(\text{NaOH}) = \frac{m_{o.a.}}{m_o} \cdot 100 = \frac{80 \text{ g}}{1100 \text{ g}} \cdot 100 = 7,3\%$$

$$\rho(\text{NaOH}) = \frac{m_{o.a.}}{V_o} = \frac{80 \text{ g}}{1 \text{ dm}^3} = 80 \text{ g/dm}^3$$

$$m(\text{víz}) = 1100 \text{ g} - 80 \text{ g} = 1020 \text{ g}$$

$$m_B = \frac{n_{\text{NaOH}}}{m_{\text{víz}}} = \frac{2,0 \text{ mol}}{1,020 \text{ kg}} = 1,96 \text{ mol/kg víz}$$

$$n(\text{víz}) = \frac{m}{M} = \frac{1020 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 56,7 \text{ mol}$$

$$n_{\text{össz}} = 2,0 \text{ mol} + 56,7 \text{ mol} = 58,7 \text{ mol}$$

$$x(\text{NaOH}) = \frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{össz}}} = \frac{2,0 \text{ mol}}{58,7 \text{ mol}} = 0,034 = 3,4\%$$

$$x(\text{víz}) = 1,0 - 0,034 = 0,966 = 96,6\%$$

8. A $w = 10,0\%$ -os kénsavoldat sűrűsége $1,10 \text{ g/cm}^3$. Számítsa ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját, tömegkoncentrációját, móltörtjét, mólszázalékát, Raoult-töménységét!

Megoldás: A $w = 10\%$ -os oldat azt jelenti, hogy 100 g oldatban $10,0 \text{ g}$ kénsav és $90,0 \text{ g}$ víz van

$$n(\text{kénsav}) = \frac{m}{M} = \frac{10,0 \text{ g}}{98,0 \text{ g/mol}} = 0,102 \text{ mol}$$

$$\text{A } 100 \text{ g oldat térfogata: } V = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1,10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} = 90,9 \text{ cm}^3$$

$$\text{Az anyagmennyiség-koncentráció: } c(\text{kénsav}) = \frac{n}{V} = \frac{0,102 \text{ mol}}{0,0909 \text{ dm}^3} = 1,12 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{A tömegkoncentráció: } \rho(\text{kénsav}) = \frac{m_B}{V_o} = \frac{10,0 \text{ g}}{0,0909 \text{ dm}^3} = 110 \text{ g/dm}^3$$

$$n(\text{víz}) = \frac{m}{M} = \frac{90,0 \text{ g}}{18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 5,00 \text{ mol}$$

$$n_{\text{össz}} = 0,102 \text{ mol} + 5,00 \text{ mol} = 5,102 \text{ mol}$$

$$\text{A móltört: } x(\text{kénsav}) = \frac{n(\text{kénsav})}{n(\text{összes})} = \frac{0,102 \text{ mol}}{5,102 \text{ mol}} = 0,0200$$

$$x(\text{kénsav}) = 2,00\%$$

$$\text{A Raoult-koncentráció: } m(\text{kénsav}) = \frac{n(\text{kénsav})}{m(\text{víz})} = \frac{0,102 \text{ mol}}{0,0900 \text{ kg}} = 1,13 \text{ mol/kg víz}$$

**11. Egy 2,0 dm³ térfogatú edény 0 °C hőmérsékleten 0,40 g H₂-t és 3,15 g N₂-t tartalmaz. Számítsa ki a parciális nyomások és az össznyomás értékét!
Adja meg az elegy átlagos moláris tömegét és a térfogatszázalékos összetételét!**

Megoldás:

$$\begin{array}{llll} V = 2,0 \text{ dm}^3 & t = 0 \text{ °C} & m(\text{H}_2) = 0,40 \text{ g} & m(\text{N}_2) = 3,15 \text{ g} \\ p(\text{H}_2) = ? & p(\text{N}_2) = ? & p_{\text{ö}} = ? & \overline{M} = \end{array}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{m}{M} = \frac{0,40 \text{ g}}{2,0 \text{ g/mol}} = 0,20 \text{ mol}$$

$$n(\text{N}_2) = \frac{3,15 \text{ g}}{28 \text{ g/mol}} = 0,11 \text{ mol}$$

$$n_{\text{ö}} = 0,31 \text{ mol}$$

$$p_{\text{ö}} \cdot V = n_{\text{ö}} \cdot R \cdot T$$

$$p_{\text{ö}} = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{0,31 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)} \cdot 273 \text{ K}}{0,0020 \text{ m}^3} = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$x(\text{H}_2) = \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{össz}}} = \frac{0,20 \text{ mol}}{0,31 \text{ mol}} = 0,65 = 65\% = \varphi(\text{H}_2)$$

$$x(\text{N}_2) = 1,0 - 0,65 = 0,35 = 35\% = \varphi(\text{N}_2)$$

$$p(\text{H}_2) = x(\text{H}_2) \cdot p_{\text{ö}} = 0,65 \cdot 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 2,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$p(\text{N}_2) = 3,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 2,3 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$\overline{M} = \frac{\sum m_i}{\sum n_i} = \frac{3,55 \text{ g}}{0,31 \text{ mol}} = 11,5 \text{ g/mol}$$

12. Adja meg az átlagos moláris tömegét a 20,0 – 80,0 térfogatszázalékos H₂–N₂ gázelegynek!

Megoldás:

Mivel gázoknál a térfogatszázalék megegyezik a mólszázalékkal, és a mólszázalék századrésze a móltört:

$$x(\text{H}_2) = 0,200$$

$$x(\text{N}_2) = 0,800$$

$$\bar{M} = x_1 \cdot M_1 + x_2 \cdot M_2 = 0,200 \cdot 2,00 \text{ g/mol} + 0,800 \cdot 28,0 \text{ g/mol} = 22,8 \text{ g/mol}$$

13. Számítsa ki az elegyben a térfogatszázalékos összetételt, ha a H₂–N₂ gázelegyben az $\bar{M} = 20,0 \text{ g/mol}$?

Megoldás:

$$\bar{M} = x_1 \cdot M_1 + (1 - x_1) \cdot M_2$$

$$20,0 \text{ g/mol} = x_1 \cdot 2,00 \text{ g/mol} + (1 - x_1) \cdot 28,0 \text{ g/mol}$$

$$\text{összefüggésből } x_1 = 0,308 = 30,8\% = \varphi(\text{H}_2)$$

$$\varphi(\text{N}_2) = 100\% - 30,8\% = 69,2\%$$

3. ELEKTROLIT-EGYENSÚLYOK

Elektrolitoknak nevezzük az oldatokat és olvadékokat, amelyek vezetnek az áramot, tehát szabad mozgásra képes ionok vannak bennük.

Elektrolitos disszociáció olyan reverzibilis bomlásfolyamat, amelyben oldószer vagy hő hatására szabadon mozgó ionok keletkeznek.

Az elektrolitos disszociáció jellemzői:

A disszociációfok azt fejezi ki, hogy az anyag hányad része bomlik el, vagy hány százaléka bomlik. Jele: α

Lásd a 7. fejezetben.

A *disszociációs állandó* a disszociációs reakció egyensúlyi állandója. Jele: K_d

Például a következő reakciónál: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

$$K_d = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$



A nagy feleslegben lévő (oldószerként is jelenlévő) reakciópartner, például a víz koncentrációja a reakció során elhanyagolható módon változik, állandónak tekinthető és K_d -be lett olvasztva.

Savak esetén K_d -t K_s -sel, bázisok esetén K_b -vel is szokták jelölni.

A *van't Hoff-tényező* azt fejezi ki, hogy hány-szorosra nő az anyagmennyiség a disszociáció során. Jele: i .

A biner elektrolitok disszociációjának jellemzői:

Biner elektrolit például a BA általános képletű vegyület, amelynek a disszociációját a következő egyenlet írja le:



Kiindulási koncentráció:	c_k	c	c	c	}	mol/dm ³
Disszociált koncentráció:	c_d	$c\alpha$	$c\alpha$	$c\alpha$		
Egyensúlyi koncentráció:	c_e	$c - c\alpha$	$c\alpha$	$c\alpha$		

A disszociációs állandó, K_d és a kiindulási koncentráció

(c) kapcsolatát a következő összefüggés írja le:

$$K_d = \frac{c \cdot \alpha^2}{1 - \alpha}$$

ahol:

c a kiindulási koncentráció, mértékegysége lehet $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$,

α a disszociációfok.

A közelítő számítást alkalmazhatjuk, ha $K_d < 10^{-4}$ -nél, vagy $\alpha < 0,05$ -nál, mivel ilyenkor $(1 - \alpha) \approx 1$ és K_d a következő összefüggéssel számítható:

$$K_d = c \cdot \alpha^2$$

A fenti összefüggésből látható, hogy a kiindulási koncentráció (c) növekedésekor a disszociációfok (α) csökken.

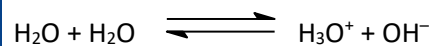
Erős elektrolitoknál:

$K_d > 1$ és $\alpha \approx 1$ vagy $\alpha \approx 100\%$

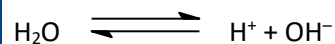
Gyenge elektrolitoknál:

$K_d < 1$ és $\alpha \ll 1$ vagy $\alpha \ll 100\%$

A víz disszociációja, autoprotolízise:



egyszerűsítve:



A vízionszorzat értéke 22 °C hőmérsékleten:

$$K_v = [\text{H}_3\text{O}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2.$$

egyszerűsítve:

$$K_v = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14} \text{ (mol/dm}^3\text{)}^2.$$

A pH és a pOH az oldat kémhatását jellemzi, és a pH és a pOH a következő összefüggésekkel megadható:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$$

Az oldatban:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Egyértékű, erős sav, illetve bázis esetén, mivel $\alpha = 1$, vagyis $\alpha = 100\%$:

Például erős sav általánosan: $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$

$$c_{\text{sav}} = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

illetve:

Például erős bázis általánosan: $\text{BOH} \rightarrow \text{B}^+ + \text{OH}^-$

$$c_{\text{bázis}} = [\text{OH}^-]$$

A vizes oldatok pH-ját olyan indikátorokkal jelezhetjük, melyek színe az oldat kémhatásától függ. A színváltozás nem egy konkrét pH-nál következik be. A gyakorlatban átcsapási pH-tartományról kell beszélni, mert az új szín jelenlétét már 10% meglétekor érzékeli a szemünk, az átcsapási tartományban átmeneti (keverék) színt látunk.

Például a fenolftalein indikátor átcsapási tartománya: pH = 8,2–10. 8,2 pH alatt a fenolftalein színtelen, 10-es pH felett vörös színű és pH = 8,2–10 között pedig rózsaszín színű.

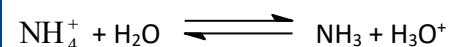
Néhány sav-bázis indikátor átcsapási tartománya a Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványban megtalálható.

A **sók hidrolízisé**n a sók vízzel való sav-bázis reakcióját értjük.

Minden gyenge sav és gyenge bázis sója *hidrolizál*.

*Savas*an hidrolizál a gyenge bázis erős savval alkotott sója, például az NH_4Cl . Az oldatban NH_4^+ - és Cl^- -ionok találhatók.

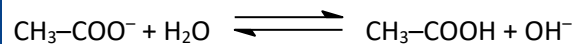
A víz disszociációs egyensúlyát a gyenge bázis kationja, az NH_4^+ bontja meg:



Savas lesz a kémhatás.

*Lúgos*an hidrolizál a gyenge sav erős bázissal alkotott sója, például a $\text{CH}_3\text{-COONa}$. Az oldatban $\text{CH}_3\text{-COO}^-$ és Na^+ -ionok találhatók.

A víz disszociációs egyensúlyát a gyenge sav anionja, az $\text{CH}_3\text{-COO}^-$ bontja meg:



Lúgos lesz a kémhatás.

Erős sav erős bázissal alkotott sója nem hidrolizál.

1. Töltse ki a táblázat hiányzó adatait!

Az oldat	[H ₃ O ⁺] mol/ dm ³	[OH ⁻] mol/dm ³	pH	pOH	Kémhatása	Milyen színű a fenolftalein indikátor?
0,01 mol/dm ³ HCl						
2·10 ⁻⁴ mol/dm ³ HNO ₃						
4·10 ⁻³ mol/dm ³ NaOH						
HCl			3,3			
4·10 ⁻² mol/dm ³ H ₂ SO ₄						

Megoldás:

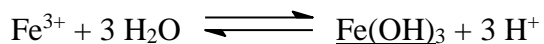
Az oldat	[H ₃ O ⁺] mol/ dm ³	[OH ⁻] mol/dm ³	pH	pOH	Kémhatása	Milyen színű a fenolftalein indikátor?
0,01 mol/dm ³ HCl	0,01	10 ⁻¹²	2	12	savas	színtelen
2·10 ⁻⁴ mol/dm ³ HNO ₃	2·10 ⁻⁴	5·10 ⁻¹¹	3,7	10,3	savas	színtelen
4·10 ⁻³ mol/dm ³ NaOH	2,5·10 ⁻¹²	4·10 ⁻³	11,6	2,4	lúgos	piros
5·10 ⁻⁴ mol/dm ³ HCl	5·10 ⁻⁴	2·10 ⁻¹¹	3,3	10,7	savas	színtelen
4·10 ⁻² mol/dm ³ H ₂ SO ₄	8·10 ⁻²	1,25·10 ⁻¹³	1,1	12,9	savas	színtelen

1. Döntse el, hogy hidrolizálnak-e a következő sók. Ha hidrolizálnak, milyen a kémhatás? Reakcióegyenlettel indokoljon!

- a) FeCl₃ b) K₂SO₄ c) NaHCO₃

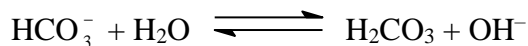
Megoldás:

a) A FeCl₃ gyenge bázis és erős sav sója hidrolizál, savas lesz a kémhatás:



b) A K₂SO₄ erős sav és erős lúg sója. Nem hidrolizál.

c) A NaHCO₃ erős bázis és gyenge sav sója. Hidrolizál, lúgos lesz a kémhatás:



Egy laboratóriumban $0,500 \text{ dm}^3$ $1,50$ -es pH-jú feleslegessé vált sósavat, mielőtt a lefolyóba öntenénk, a rendelkezésre álló $12,60$ -as pH-jú NaOH-oldattal kívánjuk semlegesíteni.

A) Számítsa ki a sósav anyagsűrűség-koncentrációját!

B) Számítsa ki a NaOH-oldat anyagsűrűség-koncentrációját!

C) Írja fel a lejátszódó kémiai reakció egyenletét!

D) Számítsa ki, hogy hány dm^3 NaOH-oldatot kell a sósavhoz keverni ahhoz, hogy az oldat semleges legyen!

E) Értelmezze a semlegesítés és a közömbösítés közötti különbséget!

A) $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-1,5} = 0,0316 \text{ mol/dm}^3$

$c(\text{HCl}) = c(\text{H}_3\text{O}^+) = \mathbf{0,0316 \text{ mol/dm}^3}$

B) $\text{pOH} = 14 - 12,6 = 1,4$

$c(\text{OH}^-) = 10^{-1,4} = 0,0398 \text{ mol/dm}^3$

$c(\text{NaOH}) = c(\text{OH}^-) = \mathbf{0,0398 \text{ mol/dm}^3}$



D) $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,0316 \cdot 0,5 = 0,0158 \text{ mol}$

$n(\text{NaOH}) = n(\text{OH}^-) = n(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,0158 \text{ mol}$

$V(\text{NaOH}) = \frac{n}{c} = \frac{0,0158 \text{ mol}}{0,0398 \text{ mol/dm}^3} = \mathbf{0,397 \text{ dm}^3}$

E) A semlegesítéskor a kapott oldat kémhatása semleges lesz ($\text{pH} = 7$).

Közömbösítéskor a sav és a bázis a kémiai egyenletnek megfelelő arányban lép reakcióba.

A laboratóriumban megmaradt sav- és lúgoldatokat a környezet kímélése érdekében kiöntés előtt elegyítjük. Összeöntünk 540 cm^3 $1,30$ pH-jú kénsavoldatot és 870 cm^3 $12,6$ pH-jú nátrium-hidroxid-oldatot. A művelet során a térfogatok összeadódnak.

A) Milyen lesz az összeöntött oldat kémhatása?

B) Számítsa ki az összeöntött oldat pH-ját!

A) A kénsavban: $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1,30} = 5,01 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

$n[\text{H}_3\text{O}^+] = c \cdot V = 5,01 \cdot 10^{-2} \cdot 0,540 = 2,71 \cdot 10^{-2} \text{ mol H}_3\text{O}^+$

A NaOH-ban: $\text{pOH} = 14 - 12,6 = 1,40$

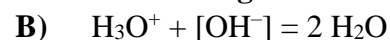
$[\text{OH}^-] = 10^{-1,4} = 3,98 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

$n[\text{OH}^-] = c \cdot V = 3,98 \cdot 10^{-2} \cdot 0,870 = 3,46 \cdot 10^{-2} \text{ mol OH}^-$

sav + bázis = só + víz

$n[\text{H}_3\text{O}^+] < n[\text{OH}^-]$

Az oldat **lúgos kémhatású**.



$$n[\text{OH}^-] = 3,46 \cdot 10^{-2} - 2,71 \cdot 10^{-2} = 7,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c[\text{OH}^-] = \frac{7,50 \cdot 10^{-3}}{1,41} = 5,36 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pOH} = -\lg 5,36 \cdot 10^{-3} = 2,27$$

$$\text{pH} = 14 - 2,27 = \mathbf{11,73}$$

7,80 cm³ 22,4 tömegszázalékos, 1,13 g/cm³ sűrűségű salétromsavban a pH növelése érdekében kálium-hidroxidot oldottunk, majd 2,00 dm³ térfogatra hígítottuk. Az oldat pH-ja 2,75 lett.

A) Mennyi az oldott kálium-hidroxid tömege?

B) Adja meg az oldat anyagmennyiség-koncentrációját a benne oldott anyagokra nézve!

A) $\text{pH} = 2,75$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,75} = 1,778 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = [\text{HNO}_3]$$

$$2,00 \text{ dm}^3 \text{ oldatban } n(\text{HNO}_3) = 3,556 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{A kiindulási salétromsavoldat tömege } m = \rho V = 1,13 \cdot 7,80 = 8,814 \text{ g}$$

$$\text{ebben a sav tömege } m = 8,814 \cdot 0,224 = 1,974 \text{ g}$$

$$\text{anyagmennyisége } n = \frac{1,974 \text{ g}}{63,0 \text{ g/mol}} = 3,134 \cdot 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$\text{Elreagált } 3,134 \cdot 10^{-2} - 3,556 \cdot 10^{-3} = 2,778 \cdot 10^{-2} \text{ mol salétromsav}$$

$\text{KOH} + \text{HNO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ egyenlet felírása vagy alkalmazása

Az oldott KOH anyagmennyisége $2,778 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

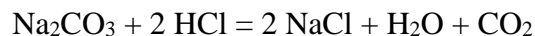
$$\text{tömege } 2,778 \cdot 10^{-2} \cdot 56,0 \text{ g/mol} = \mathbf{1,56 \text{ g}}$$

A salétromsav koncentrációja $1,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

KNO_3 anyagmennyisége $2,778 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$$\text{koncentrációja } \frac{2,778 \cdot 10^{-2}}{2,00} = 1,39 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

600 g szódaoldathoz 675 g sósavat öntünk. A keletkezett gáz eltávolítása után az oldat 7,80 tömegszázalékos, pH-ja 7,00. Hány tömegszázalékos volt a két összeöntött oldat?



A szóda anyagmennyisége $x \text{ mol}$, a HCl-é $2x \text{ mol}$.

Keletkezik $2x \text{ mol}$ só és $x \text{ mol}$ CO_2 .

A NaCl tömege $117x$, az oldat tömege $1275 - 44x$

$$A \quad \frac{117x}{1275-44x} = 0,078 \text{ egyenletből } x = 0,826$$

A kiindulási oldatban a szóda tömege $0,826 \cdot 106 = 87,5 \text{ g}$

$$\text{Az oldat } \frac{87,5}{600} \cdot 100 = \mathbf{14,6\%-os.}$$

A HCl tömege $2 \cdot 0,826 \cdot 36,5 = 60,28 \text{ g}$

$$w = \frac{60,28 \text{ g}}{675} \cdot 100 = \mathbf{8,93\%-os.}$$