

Általános és szervetlen kémia

Laborelőkészítő előadás V. (2008. október 09.)

- Gázhalmazállapot: tökéletes gázok, gáztörvények
 - A tökéletes gázok kinetikus elmélete
 - Ideális gázokkal kapcsolatos számítási feladatok
 - Reális gázok
- A redoxireakciók bevezetése
 - A legfontosabb oxidáló és redukálószer
 - A spontán lejárású redoxireakciók

A tökéletes gázok kinetikus elmélete



- **A modell alapfeltevései:**
 - A nagyszámú, független gázmolekula tökéletesen rugalmasan ütközik egymással és az edény falával. Az ütközések között egyenes vonalú, haladó mozgást végeznek, kiterjedésükhöz (10^{-9} m) képest nagy távolságokon át (*közepes szabad úthossz*).
 - A gázmolekulák átlagos sebessége, \bar{v} (pontosabban $\sqrt{\bar{v}^2}$) és kinetikus energiája csak a hőmérséklettől függ:

$$E_k = \frac{M\bar{v}^2}{2} \quad (1 \text{ mol gázra})$$

- **Az elméletből levezethető eredmény:** **Tapasztalati törvény:**

A gázmolekulák négyzetes középsebessége:

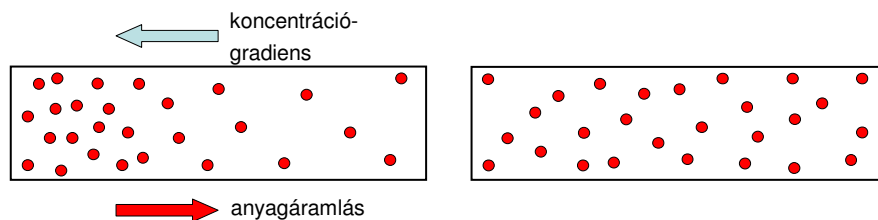
Graham-törvény:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

⇒ Izotópok gázdifúziós szétválasztása...

Gázok diffúziója

- **Diffúzió:** egy edényben, ahol kezdetben térben inhomogén koncentráció-eloszlás van, a molekulák állandó mozgásának hatására spontán anyagáramlás alakul ki a koncentrációk térbeli kiegyenlítésére.



- Az anyagfluxus, az időegység alatt egységnyi felületen átáramlott anyagmennyiség a koncentrációgradienssel arányos és ellentétes irányú:

Fick I. törvénye:

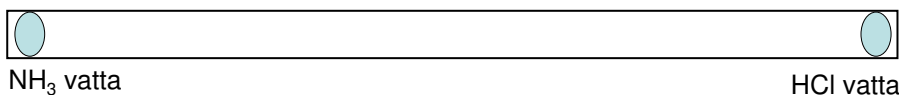
- A diffúziós együttható tökéletes gázra: $D = \frac{\lambda \bar{v}}{3}$

Graham diffúziós törvénye (1832)

- Azonos hőmérsékleten és nyomáson a tökéletes gázok diffúziósebessége fordítottan arányos moláris tömegük négyzetgyökével:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

- Demonstrációs kísérlet: ammónia és hidrogén-klorid diffúziósebessége



Gázok effúziója

- **Effúzió:** gáz átáramlása egy nagyobb nyomású térrészből egy kisebb nyomású térrészbe (vákuumba) szűk résen vagy porózus rétegen keresztül.

- Az A_0 területű lyukon időegység alatt kilépő molekulák száma:

$$\frac{pA_0}{(2\pi mkT)^{1/2}}$$

- Graham törvénye az effúzióra is érvényes és alapja izotópok gázfázisú elválasztásának, pl.

- **Urándúsítás:** természetes ércben 99,3% ^{238}U és 0,7% ^{235}U izotópok
uránszurokérc: $\text{UO}_2(\text{s}) \rightarrow$ redoxireakciók sorozata $\rightarrow \text{UF}_6(\text{g})$

A gázmolekulák sebességeloszlása

$\bar{E}_{k,i}$ kinetikus energia gyakorisága T hőmérsékleten:

(Maxwell-Boltzmann eloszlás)

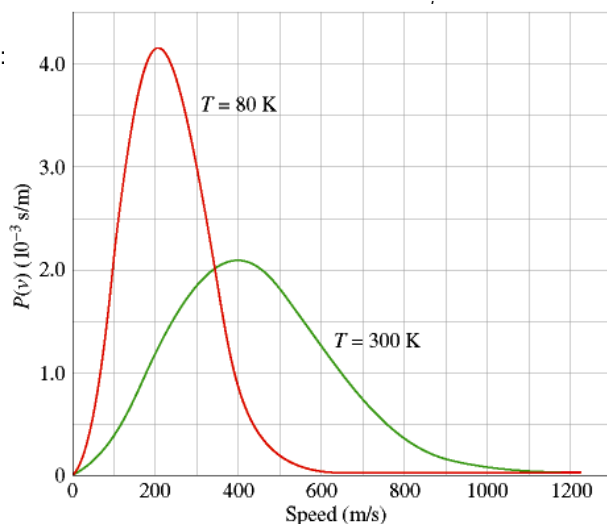
$$\frac{N_i}{N} = \frac{e^{-\bar{E}_{k,i} / RT}}{\sum_j e^{-\bar{E}_{k,j} / RT}}$$

- Legvalószínűbb sebesség:

$$\sqrt{v^2} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

- Átlagsebesség:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$



Gázelegyek

- G számú tökéletes gázból álló elegy össz-anyagmennyisége:

$$n_1 + n_2 + \dots + n_G = \sum n_i = n$$

- az egyes gázok móltörtjei: $x_i = \frac{n_i}{n}$ $x_1 + x_2 + \dots + x_G = \sum_i x_i = 1$

- az egyes gázok **parciális nyomása**: a gázelegy **össznyomása**:

- az össznyomás a parciális nyomások összege (**Dalton-törvény**)

$$\sum_i p_i = \sum_i \left(n_i \frac{RT}{V} \right) = \frac{RT}{V} \sum_i n_i = \frac{RT}{V} n = p$$

- gázelegy átlagos moláris tömege:

$$\bar{M} = M_1 x_1 + M_2 x_2 + \dots + M_G x_G = \sum_i M_i x_i$$

- gázelegyek esetén a térfogattört (V/V%) és a móltört (n/n%) azonos számértékűek

Reális gázok

- Az ideális gáz tulajdonságai még függetlenek az anyagi minőségtől.
- Nagyobb nyomáson, illetve alacsonyabb hőmérsékleten, ahogyan a gáz egyre közelebb kerül a cseppfolyósodáshoz, a gáz viselkedése már nem követi a tökéletes gáz állapotegyenletét:

- **van der Waals-egyenlet** (1873):

- nb korrekció:

- a együttható:

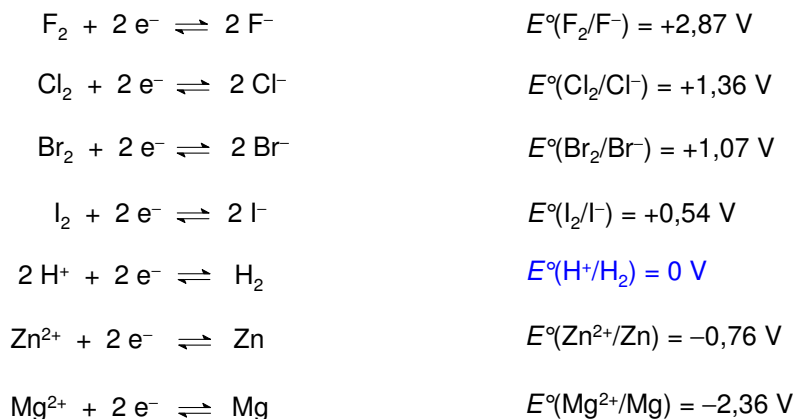


Oxidációs szám, redoxireakciók

- **Elektronegativitás:** a kémiai kötésben levő atom elektronvonzó képessége
- **Oxidációs szám:** a kovalens kötést alkotó elektronpár(oka)t gondolatban a nagyobb elektronegativitású atomhoz rendeljük.
⇒ az elemi állapotúnál több elektront tartalmazó atom negatív, a másik pozitív (formális) töltésre tesz szert, ez az oxidációs szám.
az oxidációs szám megállapításának szabályai, gyakorló feladatok:
[jegyzet 110-115. oldal !](#)
- **Redukció:** elektronfelvétel (oxidációs szám csökken)
- **Oxidáció:** elektronleadás (oxidációs szám nő)
- **Redoxireakció:** elektronátmenet két redoxipár oxidált és redukált formája között

Redukáló- és oxidálószerrel relatív erőssége

- Redoxirendszerek relatív erősségének megítéléséhez az összes redoxifolyamatot a **redukció irányába** írjuk fel.



A legfontosabb oxidálószer I.

oxidált forma	elektronfelvétel	redukált termék
F_2	$+ 2 e^- \rightleftharpoons$	$2 F^-$
$Cl_2, Br_2 (I_2)$		$2 Cl^-, 2 Br^- (2 I^-)$
OCl^-	$+ H_2O + 2 e^- \rightleftharpoons$	$Cl^- + 2 OH^-$
OBr^-, OI^-	\rightleftharpoons	Br^-, I^-
ClO_3^-	$+ 6 H^+ + 2 e^- \rightleftharpoons$	$Cl^- + 3 H_2O$
BrO_3^-, IO_3^-	\rightleftharpoons	Br^-, I^-
MnO_4^-	$+ 8 H^+ + 5 e^- \rightleftharpoons$	$Mn^{2+} + 4 H_2O$
MnO_4^-	$+ 2 H_2O + 3 e^- \rightleftharpoons$	$\underline{MnO_2} + 4 OH^-$
MnO_4^-	$+ e^- \rightleftharpoons$	MnO_4^{2-}

A legfontosabb oxidálószer II.

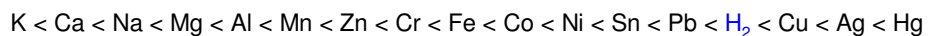
oxidált forma	elektronfelvétel	redukált termék
$Cr_2O_7^{2-}$	$+ 14 H^+ + 6 e^- \rightleftharpoons$	$Cr^{3+} + 7 H_2O$
CrO_4^{2-}	$+ 4 H_2O + 3 e^- \rightleftharpoons$	$[Cr(OH)_4]^- + 4 OH^-$
H_2O_2	$+ 2 e^- \rightleftharpoons$	$2 OH^-$
O_2	$+ 4 H^+ + 4 e^- \rightleftharpoons$	$2 H_2O$
$\underline{MnO_2}$	$+ 4 H^+ + 2 e^- \rightleftharpoons$	$Mn^{2+} + 2 H_2O$
$\underline{PbO_2}$		Pb^{2+}
cc. salétromsav: NO_3^-	$+ 2 H^+ + e^- \rightleftharpoons$	$NO_2 + H_2O$
cc. kénsav: SO_4^{2-}	$+ 4 H^+ + 2 e^- \rightleftharpoons$	$SO_2 + 2 H_2O$
Ce^{4+}	$+ e^- \rightleftharpoons$	Ce^{3+}
Fe^{3+}	$+ e^- \rightleftharpoons$	Fe^{2+}

A legfontosabb redukálószer

redukált forma		elektronleadás	oxidált termék
Zn	\rightleftharpoons	$2 e^-$	+ Zn ²⁺
és az összes $E^\circ < 0$ fém			
H _{2(g)}	\rightleftharpoons	$2 e^-$	+ 2 H ⁺
H ₂ S _(g)	\rightleftharpoons	$2 e^-$	+ <u>S</u> + 2 H ⁺
S ²⁻			<u>S</u>
SO _{2(g)} + 2 H ₂ O	\rightleftharpoons	$2 e^-$	+ SO ₄ ²⁻ + 4 H ⁺
SO ₃ ²⁻ + 2 OH ⁻	\rightleftharpoons	$2 e^-$	+ SO ₄ ²⁻ + H ₂ O
C vagy CO	\rightleftharpoons	CO ₂	
[SnCl ₄] ²⁻ + 2 Cl ⁻	\rightleftharpoons	$2 e^-$	+ [SnCl ₆] ²⁻
[Sn(OH) ₄] ²⁻ + 2 OH ⁻	\rightleftharpoons	$2 e^-$	+ [Sn(OH) ₆] ²⁻
2 I ⁻	\rightleftharpoons	$2 e^-$	+ I ₂
H ₂ O ₂	\rightleftharpoons	$2 e^-$	+ O ₂ + 2 H ⁺

Spontán lejátszódó redoxireakciók I. Fémek reakciója egymással

- A fémek elektrokémiai („jellemzőségi”) sora növekvő E° szerint (részlet):



Spontán lejátszódó redoxireakciók II. Fémek oldódása savakban

$K < Ca < Na < Mg < Al < Mn < Zn < Cr < Fe < Co < Ni < Sn < Pb < H_2 < Cu < Ag < Hg$

- Fémoldódás oxidáló savakban:

cc. (63 m/m%) HNO_3 :

30 m/m% HNO_3 :

cc. kénsav:

Ideális gázokkal kapcsolatos számítási feladatok

- P1. Egy 22 °C-os laboratóriumban 2 bar a nyomás a 20 literes argonpalackban. Mekkora tömegű gázt használtunk el a munka során, ha a kültéri tárolóba (30 °C) visszavitt palackon 0,3 bar nyomás olvasható le?
 $A(Ar) = 40 \text{ g/mol}$

55,6 g argont használtunk el.

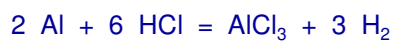
P2. Egy tó fenekéről (10 m mélyről; 8 °C) levegőbuborék száll fel a felszínre, ahol 984 hPa légköri nyomás és 24 °C uralkodik. Hányszorosára változik a buborék térfogata? A víz átlagsűrűsége 1 g/cm³; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

2,13

P3. A száraz levegő összetétele (V/V%): 78% N₂, 21% O₂, 0,4% CO₂, ...
Mekkora a levegő átlagos moláris tömege és mekkora standardállapotban a főkomponensek parciális nyomása? A tengerben egy adott mélységben 5 bar a nyomás. Milyen összetételű gázkeverék legyen a bűvár palackjában, hogy benne az oxigén parciális nyomása megegyezzen a felszínivel?

4,2 V/V% O₂ tartalmú keverék

P4. Felületén részlegesen oxidálódott alumíniumfólia 0,100 g-os darabját fölös sósavban oldjuk:



és a keletkező hidrogéngázt víz felett gyűjtük össze. Hány % fémet tartalmazott a minta, ha a 27,0 °C-os laborban, 752,0 Hgmm külső nyomás mellett 84,7 cm³ hidrogén fejlődött?

$A(\text{Al}) = 27,0 \text{ g/mol}$; a vízgőz tenziója ezen a hőfokon 3,6 kPa.

59,1 m/m% fémet tartalmaz az Al-fólia.