

Elektrokémia számolások kis segítséggel

Megjegyzés: Csak akkor kezdj el foglalkozni a számolási feladatokkal, ha az előző oldalon lévő táblázatot már önállóan is ki tudod tölteni, tisztában vagy az egyes oldatok esetén az elektródfolyamatokkal és az oldat pH-jának, töménységének változásával!

1. 100 cm^3 20,0 tömeg%-os $1,10 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű sósavat addig elektrolizálunk, amíg 10,0 tömeg%-os lesz. (Ennek az oldatnak a sűrűsége $1,05 \text{ g/cm}^3$.) Mekkora térfogatú standard nyomású, 25°C -os hidrogén, illetve klórgáz fejlődik eközben? Hány cm^3 -rel csökkent ezalatt az oldat térfogata? (V. 88./103)

Segítség:

- Mi történik a HCl-oldat elektrolízisekor? Írd fel az elektródfolyamatokat!
- Számítsd ki a kezdeti oldat tömegét, a benne lévő HCl tömegét!
- Tegyük fel, hogy $x \text{ g}$ HCl távozik hidrogén-, és klórgáz formájában az oldatból. (Vigyázz, ezzel a tömeggel az oldat tömege is csökken, nem csak az oldott anyagél)
- A bevezetett ismeretlen segítségével fogalmazd meg hány gramm a keletkezett oldat, és a visszamaradt oldott anyag tömege. A kettő hányadosa adott! $=0,1$, hiszen 10 tömeg%-os lett az oldat.
- A kapott tömeget váltsd mólokra, és a bomló HCl mólszámából következtess a távozó H_2 és Cl_2 mólszámára.
- A mólszámokat váltsd köbdeciméterre.
- A kapott oldat tömegét írd vissza a sűrűség segítségével dm^3 -re, és válaszolj, hány cm^3 -rel csökkent az oldat térfogata?

Végeredmények: Az oldatból $4,1 \text{ dm}^3$ standardállapotú hidrogéngáz, és ugyanennyi klórgáz távozott, az oldat térfogata $6,9 \text{ cm}^3$ -ral csökkent.

2. 100 g 10,0 tömeg%-os Na_2SO_4 -oldatot elektrolizálunk grafit elektródok között. Hány tömeg%-os a maradék oldat nátrium-szulfátra nézve, ha közben 147 dm^3 standard állapotú durranógáz keletkezett? (V. 104.)

Segítség:

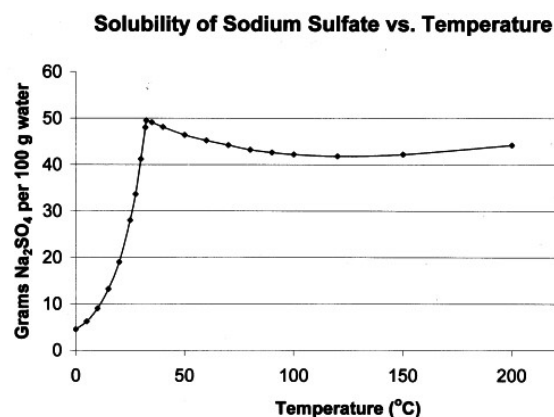
- Mi történik a Na_2SO_4 -oldat elektrolízisekor? Írd fel az elektródfolyamatokat és összegezd a két egyenletet!
- Ugye rájöttél, hogy vízbontás történik? Egy mol vízből hány mol durranógáz fejlődik?
- Hány mol a standardállapotú 147 dm^3 durranógáz? Ez hány mol vízből keletkezett?
- Ahány mol víz keletkezett, azt grammokra váltva megtudod az eredeti oldat tömege mennyivel csökkent.
- Változott az oldott anyag mennyisége?
- Számítsd ki a tömegszázalékot! Jól megnőtt, nem igaz?

Végeredmény: Az oldat 35,7 tömeg%-os lett.

Megjegyzés:

A nátrium-szulfát vízoldékonysága igen érdekes.

Oldhatósága 0°C és $32,4^\circ\text{C}$ között több mint tízszeresére növekszik, ahol eléri maximumát ($49,7 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 / 100 \text{ g víz}$). Ebben a pontban a függvény csökkenni kezd, és az oldékonyság mértéke majdnem teljesen független lesz a hőmérséklettől. Ebből az is látszik, hogy 35,7 tömeg%-os oldat nem létezik, azaz elkezd kikristályosodni a Na_2SO_4 .



3. 5,00 tömeg%-os NaOH-oldatot elektrolizálva az oldat töménysége a kétszeresére nőtt, miközben 0,180 m³ térfogatú standard nyomású 25°C-os durranógáz képződött. Mekkora tömegű oldatot kezdtünk el elektrolizálni és mennyi ideig tartott az elektrolízis, ha az átlagos áramerősség 2,00 A? (V. 105.)

Segítség:

- Mi történik az oldatban? Írd fel az elektródfolyamatokat! (Vigyázz, most az anódfolyamatot ne vízmolekulával, hanem hidroxidionnal írd fel, lévén lúgos oldatban vagyunk. A bruttó folyamat itt is ugyanaz, mint az előző feladatban.)
- Ugye rájöttél, hogy vízbontás történik, az oldat NaOH-ra nézve töményedik, a pH nő.
- Tegyük fel, hogy x gramm NaOH-oldatból indultunk ki! Mennyi a benne lévő oldott anyag mennyisége, ha tudjuk, 5 tömeg%-os oldatról van szó?
- Az előző példa útmutatása alapján számold ki hány mól víz bontása történt, tehát mennyivel csökkent az oldat tömege!
- Változott-e az oldott anyag mennyisége?
- A tömeg% a duplájára nőtt, erre írd egyenletet! Kijön az x=176,3 g NaOH-oldat.
- Az elektrolízis mennyiségi törvényei szerint az elektródon levált anyag tömege egyenesen arányos az áramerősséggel és az elektrolízis időtartamával, azaz a cellán áthaladt elektromos töltésmennyiséggel, vagyis arányos az elektródreakcióban résztvevő elektronok anyagmennyiségével.
- Ha tehát áthalad 2 mol elektron ($2 \cdot 96500 \text{ C}$), akkor 1 mol víz bomlik 1,5 mol durranógázra. Számítsd ki, hogy az elbomlott víz mólszámához hány Coulomb töltés tartozik. $Q = 945700 \text{ C}$
- Mivel fizikából tudjuk (vagy ha nem, akkor most mondom...), hogy $Q = I \cdot t$ ezért az áthaladt töltés mennyiségét leosztva az áramerősséggel (2 Amper) megkapjuk hány másodpercig (!) tartott az elektrolízis. Ezt átváltva órába kijön a végeredmény: 131 óra

Végeredmény: 176,3 g NaOH-oldatot kezdtünk el elektrolizálni és 131 óráig tartott az elektrolízis

4. 2,00 órán keresztül 3,00 A áramerősséggel történő elektrolízis során az oldat cink-klorid tartalma 10,0 tömeg%-ról 5,00 tömeg%-ra csökkent.
- Mekkora tömegű ZnCl₂-oldatot kezdtünk elektrolizálni?
 - Mekkora tömegű cink és mekkora térfogatú standard nyomású, 25°C-os klórgáz képződött az egyes elektródokon?

Segítség:

- Írd fel az elektródfolyamatokat! Látod, hogy az oldat ZnCl₂-ra nézve hígul, hiszen a ZnCl₂ bontása zajlik.
- Tegyük fel, hogy x gramm ZnCl₂-oldatunk volt, benne 0,1x g oldott anyag.
- Számítsd ki az áthaladt töltés mennyiségét: 21600 C
- Mivel a leváló ZnCl₂ anyagmennyisége arányos az áthaladt töltés mennyiségével, számítsd ki, hogy az áthaladt 21600 C hatására hány mol ZnCl₂ bomlik. 0,11192 mol. Ebből add meg a tömegét: 15,264 g Ezzel a tömeggel csökken mind az oldat, mind az oldott anyag tömege.
- Mivel az elektrolízis után az oldat 5 tömeg%-os lesz, írd egyenletet: $\frac{\text{o.a. tömege}}{\text{oldat tömege}} = 0,05$ Ebből kijön: 290 g volt az eredeti oldat tömege.
- Mivel 0,11192 mol ZnCl₂ bomlott, pont ennyi mol Zn válik le a katódon és ennyi mol klórgáz fejlődik az anódon. Számítsd ki a tömeget és a térfogatot!

Végeredmények: 290 gramm volt a kezdeti oldat és 7,32 g Zn és 2,74 dm³ klórgáz fejlődött.

5. Egy oldat kénsavat és hidrogén-kloridot tartalmaz azonos tömeg%-ban. Az oldat 100 grammját 2,00 A áramerősséggel addig elektrolizáljuk, amíg az egyik sav el nem tűnik az oldatból. Ez idő alatt a katódon 3,36 dm³ standard nyomású 25°C-os gáz fejlődött. *Segítség: A leválás sorrendjét figyelembe véve eldönthető, hogy mi történik előbb.*
- Mekkora térfogatú gáz fejlődött az anódon?
 - Mennyi ideig tartott az elektrolízis,
 - Hány tömeg% kénsavat, illetve sósavat tartalmazott eredetileg az oldat?
 - Hány tömeg%-os a maradék oldat a benne oldott savra nézve? (V. 107.)

Segítség:

- Írd fel az elektródfolyamatokat mind a két sav esetében. A katódfolyamat nyilván ugyanaz, (tudod melyik gáz fejlődik...) az anódon az a kérdés, melyik anion oxidálódik a háromból előbb? Kloridion, a vízben lévő oxidion, vagy a szulfátió. Ugye tudod a sorrendet? Tehát melyik sav fogy el??
- Az anódon fejlődő gáz mól száma (térfogata) attól függ, hogy melyik sav az első. A sósav esetén ugyanannyi, a kénsav esetén fele térfogat lenne a válasz. Ugye érted, miért, nézd meg az elektródfolyamatokat!! Melyik a jó?
- A 3,36 dm³-ből számítsd ki az katódon fejlődő gáz mól számát = 0,137143 mol, abból az áthaladt töltés mennyiségét: 26468,6 C, abból pedig a szükséges időt: 3,68 óra
- A katódon fejlődő gáz mól számából azt is tudod, hány mol sav volt eredetileg, szorozva a moláris tömeggel, kijön, hány gramm volt az oldatban eredetileg: közel 10 gramm
- Tehát mindkét savra nézve eredetileg 10 tömeg%-os volt az oldat, a 10 gramm távozása után a maradék oldat a maradék savra 11,1 tömeg%-os lett. Melyik sav maradt?

Végeredmények:

- Az anódon is ugyanannyi gáz 3,36 dm³ klór fejlődött. Tehát a sósav fogy el előbb.
 - 3,68 óra
 - kb. 10 tömeg%-os
 - 11,1 tömeg%-os marad kénsavra nézve
6. 100 cm³ 0,100 mol/dm³-es ezüst-nitrát-oldatba ismeretlen fémlémez mártva a szilárd fázis tömege 0,906 g-mal nőtt. (Újabb fémlémez bemártásakor már nincs tömegváltozás.) Melyik fémből készült a lemez? (V. 108.)

Segítség:

- Tegyük fel, hogy az ismeretlen fém is egy pozitív töltésű kationt képez, úgy mint az ezüst. Ekkor írd fel az oldat ezüstionja és az ismeretlen fém (Me) közötti redoxireakciót. 1:1 mólarányban reagálnak.
- Számítsd ki az adott térfogatban hány mól (hány gramm) ezüstion van, az nyilván mind kiválik, hiszen további tömegnövekedés már nincs. (0,01 mol=1,08 g Ag)
- 1:1 mólarányban reagálnak, tehát 0,01 mol ismeretlen fém megy oldatba úgy, hogy végül 0,906 grammal megnő a lemez tömege. Ebből kijön a feltételezett moláris tömege az egy pozitív töltésűnek feltételezett ismeretlen fémnek. (Olyan szám jön ki, 17,4 g/mol, ami nem létezik a periódusos rendszerben, tehát a fém nem egy pozitív töltésű kation képez. 😞)
- Kezdjük újra... Tegyük fel, hogy az ismeretlen fém két pozitív töltésű kationt képez...stb. Ezzel megint elzongorázzuk az előzőeket, és most sincs szerencsénk 34,8 g/mol moláris tömegű kétvegyértékű fém nincs.
- És újra... Hát most lesz jó, az ismeretlen háromvegyértékű fém moláris tömege 52 g/mol, és ez a króm!! 😊

Végeredmények:

Az ismeretlen fém a króm.

7. $90,0 \text{ cm}^3$ $12,00$ -es pH-jú nátrium-hidroxid-oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között. Az elektrolízist $25,0 \text{ A}$ -es áramerősséggel végeztük. Az elektrolízis végén az oldat pH-ja $1,00$ -gyel tér el a kiindulási oldat pH-jától. (Az oldat sűrűségét mindvégig $1,00 \text{ g/cm}^3$ -nek tekintjük.) Mennyi ideig zajlott az elektrolízis?

Segítség:

- A NaOH erős lúg, a pH-ból rögtön tudod a koncentrációját. Mivel a térfogatot is ismered, ezért azt is tudod, hány mol NaOH volt kezdetben a $90,0 \text{ cm}^3$ oldatban.
- Írd fel az elektródfolyamatokat. Ugye emlékszel, hogy vízbontás történik, és az anódfolyamatot lúgos oldatban lévén nem vízmolekulával, hanem hidroxidionnal írjuk fel. De a lényeg ugyanaz, 2 mol elektron hatására 1 mol víz elemeire bomlik.
- Az elektrolízis végeztével nő, vagy csökken eggyel a pH? Nyilván azért, mert az oldat töményedett, hiszen ugyanaz az oldott anyag mennyiség benne van, de a víz elbomlott. Tegyük fel, hogy elbomlott $x \text{ dm}^3 = x \text{ g}$ víz.
- Az új pH-ból tudod az új, töményebb koncentrációt! (Emlékezz vissza, erős savak és lúgok esetén ha a pH eggyel változott az oldat koncentrációja tízszerese vagy a tizedrésze lett. A logaritmus tulajdonsága miatt!) Erre felírva egyenletet, megtudod, hogy hány cm^3/g víz bomlott el, azaz már tudod hány mol víz bomlott el. ($4,5 \text{ mol}$)
- Faraday II. törvénye szerint tudod, hogy ez hány C töltést igényel, abból pedig kiszámolható hány óráig tartott az elektrolízis. (9 65 óra)

Végeredmények:

9,65 óra

8. ♥ 200 g réz(II)-szulfát-oldatból $3,00 \text{ A}$ áramerősséggel $5,60 \text{ óra}$ alatt lehet az összes rezet leválasztani.
- Hány tömeg%-os volt a réz(II)-szulfát-oldat?
 - Milyen vegyületet és hány tömeg%-ban tartalmaz a képződött oldat?

Segítség:

- Amúgy nem is ♥, könnyebb... Számítsd ki az áthaladt töltést, és írd fel az elektródfolyamatokat.
- A katódfolyamat alapján számítsd ki, hány gramm, ill. hány mol Cu vált ki, ugyanannyi mol a CuSO_4 , ami az oldatban volt. Ebből megkapod a CuSO_4 tömegét (50 g), és tudsz tömeg%-ot számolni. ($25 \text{ tömeg}\%$ -os volt a CuSO_4 -oldat)
- Mi történik az elektrolízis során? Hogyan változik az oldat töménysége CuSO_4 -re nézve, és mi képződik az oldatban?
- Számítsd ki hány gramm új anyag jön létre, de vigyázz, mert az oldat tömege a kiváló réz, és az anódon fejlődő oxigén (!) tömegével csökken! Így tudod megmondani az új oldat összetételét: ($17,53 \text{ tömeg}\%$... de nem mondom meg, mi lesz benne ...)

Végeredmények:

- $25 \text{ tömeg}\%$ -os volt a CuSO_4 -oldat)
- $17,53 \text{ tömeg}\%$ -os az új ...-oldat