|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **osztály** | **tantárgy** | **tanár** | **tananyag** |
| 1/13.V | Általános kémia | Bozóki Judit | **Részecskék, kölcsönhatások, halmazok**A kémia részecskék csoportosítása Az atomok, ionok és molekulák felépítése A periódusos rendszer és a belőle leolvasható tulajdonságok A kötések, kötéstípusok *A három halmazállapot jellemzése* 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 rácstípusok jellemzői és a belőlük adódó alkalmazási lehetőségekAllotrópia és polimorfia. Amorf anyagok Halmazszerkezet és kapcsolata a fizikai tulajdonságokkalPárolgás-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.**Kémiai reakciók***Reakciókinetikai alapok*A reakciók létrejöttének feltételeA reakciósebesség és befolyásolásaAktív állapot és aktiválási energiaKatalizátorok működése A kémiai reakciók csoportosítása: a résztvevő anyagok száma, részecskeátmenet, reverzibilitás és hőszínezet szerint *Elektronátmenttel járó reakciók, redoxireakciók*. Egyenletrendezés oxidációs szám alapján Oxidáló- és redukálószerekOxidáló- és redukálóképesség jellemzése: a standard elektródpotenciál fogalma és alkalmazásaÖnként végbemenő redoxifolyamatok*Protonátmenettel járó folyamatok*Sav-bázis elméletek: Arrhenius, BrönstedSav-bázis folyamatok: közömbösítés, semlegesítés, kémhatásSavak és bázisok reakciói *A sók hidrolízise, vizes oldatuk kémhatása*Számítási feladatok megoldása, erős savak, erős bázisok és a reakciójuk során keletkező oldatok kémhatásának kiszámítása**Termokémia**A reakcióhő fogalma, exoterm és endoterm reakciók kvantitatív értelmezéseA képződéshő értelmezéseA termokémiai reakcióegyenlet felírásaTermokémiai számítások (Hess-tétel, kötési energia)A körfolyamatok energetikája**Homogén többkomponensű rendszerek**A folyadékelegyek általános jellemzése, párolgásuk, a parciális tenzióTenziógörbék típusai, forráspont- és harmatpontgörbék A Konovalov-törvényekFolyadékelegyek szétválasztása: desztilláció**Oldatok és elegyek**Anyagi rendszerek és jellemzőikHomogén, heterogén és kolloid rendszerekAz elegyek fogalma, jellemzői, csoportosításaElegyek összetételének jellemzése, összetételének megadásaGázelegyek, a gázelegyek általános jellemzése, a Dalton-törvényA parciális nyomás fogalma és számítása Móltört, átlagos moláris tömeg számításaSzilárd anyagok oldódása folyadékban Oldatkészítés, összetételtípusok Gázok oldódása folyadékbanAz oldhatóság értelmezése és megadása**Kémiai egyensúlyok**A dinamikus egyensúly, egyensúlyi koncentrációkA tömeghatás törvényének matematikai alakja és megfogalmazásaAz egyensúlyi reakciók befolyásolási lehetőségeiHomogén egyensúlyok, gázegyensúlyokAz egyensúlyi állandó típusaiSzámítási feladatok megoldásaDisszociációs egyensúlyokA gázok termikus disszociációjaAz elektrolitos disszociáció fogalma, jellemző mennyiségei, disszociációs állandó, gyenge és erős elektrolitok jellemzőiA disszociációfok és a van't Hoff-tényezőElektrolit-egyensúlyok Sav-bázis egyensúlyok, sav- és bázisállandók értelmezéseErős és gyenge savak, erős és gyenge bázisok pH-jaSók hidrolízisének leíró értelmezéseSzámítási feladatok megoldása**Elektrokémia**Az elektródpotenciál fogalma, kialakulásának értelmezése. A standard elektródpotenciálGalvánelemek és jelentőségük. Az elektromotoros erő fogalma, számítása standard elektródpotenciál alapján Az elektrolízis és gyakorlati jelentőségeElektródfolyamatok. Az elektrolízis mennyiségi törvényei és azok alkalmazása elektrokémiai feladatokban A Nernst-képlet fém- és gázelektródra  |

**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.**

## 1. Homogén egykomponensű rendszerek, gázok, gáztörvények

|  |  |
| --- | --- |
| j0298063 | 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 ⋅ *V*1 = *p*2 ⋅ *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: = , 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: = , ahol *T* az abszolút hőmérséklet.Az *egyesített gáztörvénynél* csak az anyagmennyiség állandó.Az *egyesített gáztörvény* számolási alakja: = , ahol *T* az abszolút hőmérséklet.Az *állapotegyenlet* számolási alakja: *p*⋅ *V* = *n* ⋅ *R* ⋅ *T*ahol a nyomást csak Pa-ban, a térfogatot m3-ben, az anyagmennyiséget mólban, a hőmérsékletet K-ben kell behelyettesíteni és *R*, a moláris gázállandó, amelynek az értéke 8,314 .A -t az állapotegyenletbe behelyettesítve, az állapotegyenlet másik számolási alakját kapjuk meg:Az állapotegyenlet segítségével a tökéletes *gázok sűrűsége* (*ρ*) is kifejezhető:*ρ* = *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*:(*p* + ) ⋅ (*V* – *nb*) = *n ⋅ R ⋅ 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 ºC hőmérsékletű gáznak, ha állandó nyomáson 120 oC hőmérsékletre melegítjük!

#### Megoldás:

*V*1 = 280 dm3

*t*1 = 20 °C

*V*2 = ? m3

*t*2 = 120 °C

*p* = állandó

A megadott adatokat át kell váltani:

*V*1 = 0,280 m3

*T*1 = 293 K

*V*2 = ? m3

*T*2 = 393 K

Gay-Lussac I. törvénye:

= ,

ahonnan

*V*2 =  =  = 0,376 m3

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

#### Megoldás:

*p*1 = 140 bar

*t*1 = 23 °C

*p*2 = 2,00 ⋅107 Pa

*t*2 = ? °C

*V* = állandó

A megadott adatokat át kell váltani:

*p*1 = 140 bar

*T*1 = 296 K

*p*2 = 200 bar

*T*2 = ? °C

Gay-Lussac II. törvénye:

= ,

ahonnan

*T*2 = = = 423 K = 150 °C.

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

#### Megoldás:

*V*1 = 170 dm3

*t*1 = 40 °C

*p*1 = 0,20 MPa

*V*2 = ? m3

*t*2 = 100 °C

*p*2 = 0,90 bar

A megadott adatokat át kell váltani:

*V*1 = 0,170 m3

*T*1 = 313 K

*p*1 = 2,0 bar

*V*2 = ? m3

*T*2 = 373 K

*p*2 = 0,90 bar

Az egyesített gáztörvény:

= ,

ahonnan

*V*2 =  =  = 0,45 m3

4. Mekkora annak a vegyületnek 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 cm3

*t* = 100 °C

*p* = 0,934 bar

*m* = 1,42 g

*M* = ?

A megadott adatokat át kell váltani:

*V* = 3,80⋅10-4 m3

*T* = 373 K

*p* = 9,34⋅104 Pa

Az állapotegyenlet:

*p*⋅*V* = ⋅ *R* ⋅ *T*,

ahonnan

*M* = = = 124 g/mol.

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

#### Megoldás:

Zn + 2 HCl = ZnCl2 + H2

*m*(ötvözet) = 0,100 g

*V* = 20,0 cm3

*t* = 19 °C

*p* = 0,993 bar

*n* = ? mol H2

A megadott adatokat át kell váltani:

*V* = 2,00⋅10-5 m3

*T* = 292 K

*p* = 9,93⋅104 Pa

Az állapotegyenlet:

*p* ⋅ *V* = *n* ⋅ *R* ⋅ *T*

ahonnan

*n*(H2) = = = 8,18⋅10-4 mol

*n*(Zn) = 8,18⋅10-4 mol

*m*(Zn) = *n* ⋅ *M* = 8,18⋅10-4 mol ⋅ 65,4 g/mol = 0,0535 g

*w*(Zn) = ⋅100 =  ⋅100 = 53,5%

6. Adja meg az összegképletét annak a vegyületnek, amelynek 0,3150 g-ja 29 oC-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 g

*V* = 188,5 cm3

*t* = 29 °C

*p* = 0,1034 MPa

*M* = ?

A megadott adatokat át kell váltani:

*V* = 1,885⋅10-4 m3

*T* = 302 K

*p* = 1,034⋅105 Pa

Az állapotegyenletből:

*M* = = = 40,6 g/mol

*m*(H) = 40,6 g ⋅ 0,05 = 2,03 g, ez ≈ 2 mol hidrogénatom

*m*(F) = 40,6 g – 2,03 g = 38,57 g

*n*(F) =  =  = 2,03 mol ≈ 2 mol fluoratom

Az összegképlet: H2F2

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

#### Megoldás:

*t* = 10 °C

*p* = 3,00 bar

*ρ* = ? kg/m3

A megadott adatokat át kell váltani:

*T* = 283 K

*p* = 3,00⋅105 Pa

*ρ* =  =  = 4080 g/m3 = 4,08 kg/m3

## 2. Halmazállapot-változások

|  |  |
| --- | --- |
| j0298063 | A halmazállapot-változások:*Párolgás*: folyadékból gőz keletkezik, endoterm változás.Zárt térben, adott hőmérsékleten a telített gőznyomást *tenziónak* 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.*Lecsapódás (kondenzáció)*: az a halmazállapot-változás, amikor gőzből folyadék, vagy szilárd anyag képződik, exoterm változás.*Latens hők*: olyan *átalakulás hők*, amelyeket befektetve nem nő a rendszer hőmérséklete, mert a halmazállapot-változásra fordítódnak, például az *olvadáshő* (Δolv*H*), a *párolgáshő* (Δpár*H*), a *forráshő* (Δforr*H*) stb.A moláris átalakuláshő jele például az olvadáshőnél: Δolv*H*, mértékegysége lehet .A fajlagos átalakuláshő jele, például az olvadáshőnél: Δolv*h*, mértékegysége lehet . 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* ⋅ Δolv*h,*ahol*m* = a tömeg, kg, Δolv*h* = a fajlagos olvadáshő, .A melegítésre fordított hő kiszámításának képlete, ha nincs halmazállapot-változás:*Q* = *c* ⋅ *m* ⋅ Δ*T*,ahol*c* = fajhő, ,*m* = a tömeg, kg,Δ*T =* a hőmérsékletváltozás,°C. |

### Mintafeladatok

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

#### Megoldás:

*m* = 500 g = 0,500 kg

Δ*T* = 75 °C

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

*Q* = *c* ⋅ *m* ⋅ Δ*T*

képlettel lehet kiszámítani

A Függvénytáblázatból kikeressük a megfelelő adatot:

*c* = 1800 J/kg⋅°C

Tehát a hő: *Q* = 1800 J/(kg ⋅°C) ⋅ 0,500 kg ⋅ 75 °C = 67500 J = 67,5 kJ

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

#### Megoldás:

*m* = 200 g = 0,200 kg

Δ*T* = 100 °C

A feladatban kérdezett 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:

Δolv*h* = 330 kJ/kg

*c* = 4,2 kJ/kg⋅°C

Δforr*h* = 2260 kJ/kg

*Q*1 = *m* ⋅ Δolv*h* = 0,200 kg ⋅ 330 kJ/kg = 66 kJ

*Q*2 = *c* ⋅ *m* ⋅ Δ*T* = (4,2 kJ/kg ⋅°C) ⋅ 0,2 kg ⋅ 100 °C = 83,6 kJ

*Q*3 = *m* ⋅ Δforr*h* képlettel = 0,200 kg ⋅ 2260 kJ/kg = 452 kJ

Tehát az összes hő: *Q* = 66 kJ + 83,6 kJ + 452 kJ = 601,6 kJ = 602 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 kérdezett hőnek 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*⋅Δolv*h* + *c*⋅*m*⋅ Δ*T* + *m*⋅Δforr*h*

10000kJ = *m* ⋅ 330 kJ/kg + 4,2 kJ/(kg ⋅ °C) ⋅ *m* ⋅ 100 °C + *m* ⋅ 2260 kJ/kg

*m* = 3,3 kg

## 4. Homogén többkomponensű rendszerek, elegyek

|  |  |
| --- | --- |
| j0298063 | Az **elegyek** többkomponensű, homogén anyagi rendszerek.**Az oldatok összetételét (töménységét) többféleképpen fejezhetjük ki.**Tömegtört:Jele: *wB**wB* = ,ahol*mB* = a B anyag tömege, *mo* = az oldat (elegy) tömege.A tömegtört százszorosa a tömegszázalék.Tömegszázalék:Jele: *wB%**wB*%=  ⋅ 100Jelentése: 100 g oldatban (elegyben) hány gramm adott komponens van.Térfogattört:Jele: *ϕ*B*ϕ*B = ,ahol*VB* = a B anyag térfogata,*Vo* = az oldat (elegy) térfogata.A térfogattört százszorosa a térfogatszázalék.Térfogatszázalék:Jele: *ϕB%**ϕB*%=  ⋅ 100Jelentése: 100 cm3 oldatban (elegyben) hány cm3 adott komponens van.Anyagmennyiségtört (móltört):Jele: *xB**xB* = ,ahol*nB* = a B anyag anyagmennyisége,*nö* = az összes anyagmennyiség.A móltört százszorosa a mólszázalék.Mólszázalék:Jele: *xB*%*xB*%= ⋅ 100Jelentése: 100 mol oldatban (elegyben) hány mól az adott komponens.Tömegkoncentráció:Jele: *ρB,*Mértékegysége: g/dm3*ρB = ,*ahol*mB* = a B anyag tömege*,**Vo* = 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*cB =,*ahol*nB* = 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*mB =* ,ahol *nB* = a B anyag anyagmennyisége,*m*oldószer = az oldószertömege.Jelentése: 1 kg oldószer hány mól adott komponenst old.**Az elegyek lehetnek *ideális* és *reális* elegyek.**Az ideális **gázelegyekre** is igaz az állapotegyenlet:*pö*⋅ *V* = *nö* ⋅ *R* ⋅ *T,*ahol*p*ö, az összes nyomás (Pa), *V* a térfogatot (m3), *n*ö az összes anyagmennyiség (mol), *T* a hőmérsékletet (K),*R*, a moláris gázállandó, melynek az értéke 8,314 .*Dalton törvénye* szerint az összes nyomás egyenlő a parciális nyomások összegével, *k* komponens esetén: *pö* = *p1* + *p2*+ … +  *pk,*ahol*p*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:*pi*⋅ *V* = *ni* ⋅ *R* ⋅ *T,*ahol*p*i, az i-dik komponens parciális nyomása (Pa), *V* a gázelegy térfogata (m3), *n*i az i-dik komponens anyagmennyisége (mol), *T* a gázelegy hőmérsékletete (K),*R*, a moláris gázállandó, melynek az értéke 8,314 .Az *i*-dik komponens parciális nyomását megkaphatjuk még*pi* = *xi* ⋅ *pö*képlettel is,ahol*p*i, az i-dik komponens parciális nyomása (Pa), *x*i az i-dik komponens móltörtje, *p*ö, 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: **=** az átlagos moláris tömeg (g/mol),*Σmi* az összes tömeg (g),*Σni* az összes anyagmennyiség (mol). **Két komponens esetén:** **=** *x*1 ⋅ *M*1 + *x*2 ⋅ *M*2Mivel az elegyben az anyagmennyiség-törtek (móltörtek) összege = 1.1 = *x*1 + *x*2*x*2 = 1 – *x*1behelyettesítve: **=** *x*1 ⋅ *M*1 + (1 – *x*1) ⋅ *M*2,aholaz átlagos moláris tömeg (g/mol),*m*1 és *m*1 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*1 a komponensek moláris tömege (g/mol).A **folyadékelegyek** is lehetnek *ideális* és *reális* elegyek.*Ideális folyadékelegyekre* igaz a *Raoult általános tenziótörvénye*:*pA* = *xA* ⋅,ahol *p*A az A komponens parciális tenziója (Pa),*x*Aaz A komponens anyagmennyiségtörtje,az A tiszta komponens tenziója adott hőmérsékleten (Pa). Itt is érvényes a gőzfázisban a *Dalton törvénye*: az elegy tenziója (*pe,t*) a parciális tenziók összegével egyezik meg.*pe,t*=*pA* + *pB*+ … +  *pk*ahol*pe,t* az elegy tenziója (Pa),*p*A, *p*B stb. a komponensek tenziója (Pa).Két komponens esetén az elegy tenzióját a következő összefüggéssel lehet kiszámítani:*pe,t* = *x*A⋅ + *xB* ⋅*p*ahol*pe,t* az elegy tenziója (Pa),*xA és xB* A és B komponens anyagmennyiségtörtje (móltörtje),*p*és*p*az A és B tiszta komponensek tenziója adott hőmérsékleten (Pa).Gőzfázisban a következő összefüggéssel megkapjuk az A komponens parciális tenzióját, *pA*-t:*pA* = ⋅*p*e,tahol*pA* az A komponens tenziója (Pa), a gőzelegyben az A komponens móltörtje.*pe,t* az elegy tenziója (Pa).*Konovalov I.* törvénye: a gőztér az illékonyabb komponensben dúsabb.*Konovalov II*. törvénye: az azeotrópos összetételű elegyek változatlan összetételben párolognak. *Tenziógörbe*: az elegy összetételének függvényében ábrázolja az elegy tenzióját adott, állandó hőmérsékleten.A *folyadék-* (F) vagy *likvidusz-* (L) *görbe*: a folyadékelegy összetételének függvényében ábrázolja az elegy tenzióját. A *gőz-* (G) vagy *vapor-* (L) *görbe*: a gőzelegy összetételének függvényében ábrázolja az elegy tenzióját.Ideális elegynél: az L görbe egyenes, a V görbe már nem egyenes és az L egyenes alatt fut.Reális elegyek tenziógörbéje háromféle lehet: az L görbe nem egyenes, esetleg maximuma vagy minimuma van és a V görbe L görbe alatt fut. (A tenziógörbe maximuma vagy minimuma jelzi az azeotrópos összetételt.)*Forráspontgörbe*: az elegy összetételének függvényében ábrázolja az elegy forráspontját adott, állandó nyomáson.Ideális elegynél: az L görbe egyenes, a V görbe már nem egyenes és az L egyenese felett fut.Reális elegyek forráspontgörbéje is háromféle lehet: az L görbe nem egyenes, esetleg minimuma vagy maximuma van és a V görbe alatt fut. (A forráspontgörbe minimuma vagy maximuma jelzi az azeotrópos összetételt.)A tenziógörbe és a forráspontgörbe ellentétes lefutású, pl: ahol tenziógörbének minimuma van, ott a forráspontgörbének maximuma van.A *desztilláció* forráspontkülönbségen alapuló elválasztó művelet. A *kíméletes desztillációnak* két fajtája van: a *vákuumdesztilláció* és a *vízgőz-desztilláció*.A vízgőz-desztilláció gőzszükségletét a következő összefüggés alapján lehet kiszámítani:= ,ahol*m*víz  és *m*A a vízgőz és a szerves anyag tömege (g),*p* és *p* a víz és a szerves anyag tenziója a desztilláció hőmérsékletén (Pa),*M*víz és *M*A a víz és a szerves anyag 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:

*mo*. =  250 g

*mo. a*. = 50,0 g NaCl

*wo.a.* = ?

*m*(H2O) = ? g

*w*(NaCl) =  ⋅ 100 = ⋅ 100 = 20,0%

*m*(H2O) = 250 g – 50,0 g = 200 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:

a)

*mo*. = 150 g

*w*(NaCl) = 10,0%

*mo. a*. = ? g NaCl

*m*(H2O) = ? g

*w*(NaCl) =  ⋅ 100 =

10,0% = ⋅ 100

*m*(NaCl) = 15,0 g

*m*(H2O) = 150 g – 15,0 g = 135 g

b)

*Vo* = 150,0 cm3

*w*(KCl) = 10,00%

*mo. a.* = ? g KCl

*m*(H2O) = ? g

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

*ρ* = 

*mo* *=ρ ⋅ V* = 1, 063 g/cm3 ⋅ 150,0 cm3 = 159,45 g

*mo.a.* *=* 15,95 g

*m*(H2O) *=* 159,45 g – 15,95 g = 143,5 g

3.

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

b) Hány cm3 *w =* 12,0%-os KI-oldat készíthető 50,0 g KI-ból?

#### Megoldás:

a)

*mo.* = ? g

*w*(CaCl2) = 10,0%

*m*(CaCl2) = 12,0 g

*m*(H2O) = ? g

*w*(CaCl2) =  ⋅ 100 =

10% = ⋅ 100

*mo* = 120 g

*m*(H2O) = 120 g – 12,0 g = 108 g

b)

*Vo.* = ? cm3

*w*(KI) = 12,0%

*m*(KI) = 50,0 g

*w*(KI) =  ⋅ 100 =

12,0% = ⋅ 100

*mo* = 417 g

A Négyjegyű függvénytáblázatok, összefüggések és adatok c. kiadványból a *ρ*(*w =* 12%-os KI-oldat) = 1,093 g/cm3

*ρ* =

*Vo*=  = = 382 cm3

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

#### Megoldás:

*Vo.* = 5,00 dm3

*c*(NaOH) = 2,00 mol/dm3

*m*(NaOH) = ? g

*c*(NaOH) = 

*n*(NaOH) = *c ⋅ V* = 2,00 mol/dm3 ⋅ 5,00 dm = 10,0 mol

*m*(NaOH) = *n ⋅ M* = 10,0 mol ⋅ 40,0 g/mol = 400 g

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

#### Megoldás:

*Vo.* = 500 cm3

*c*(NaOH) = ? mol/dm3

*m*(NaOH) = 80,0 g

*n*(NaOH) =  =  = 2,00 mol

*c*(NaOH) =  = = 4,00 mol/dm3

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

#### Megoldás:

*Vo.* = 250 cm3

*c*(HCl) = 0,100 mol/dm3

*V*(cc.HCl) = ? cm3 a bemérés a *w*(HCl) = 31,52%-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: *ρ*= 1,16 g/cm3.

A feladat megoldásának menete:

I. Ki kell számítani a szükséges oldott anyag mennyiségét.

*c*(HCl) = 

*n*(HCl) = *c ⋅ V* = 0,100 mol/dm3 ⋅ 0,250 dm3 = 0,0250 mol

*m*(HCl) = *n ⋅ M* = 0,0250 mol ⋅ 36,5 g/mol = 0,913 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 =  ⋅ 100

*mo* = 2,90 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.

*ρ* = 

*V*(cc. HCl) =  =  = 2,50 cm3 *w*= 31,52%-os sósavat kell bemérni az oldat készítéséhez.

7. A 2,0 mol/dm3 anyagmennyiség-koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat sűrűsége 1,1 g/cm3. Számítsa ki az oldat tömegszázalékát, a tömegkoncentrációját, a molalitását, móltörtjeit, mólszázalékait!

#### Megoldás:

A 2,0 mol/dm3 koncentrációjú oldat azt jelenti, hogy 1000 cm3 oldatban 2,0 mol NaOH van.

*m*o = *ρ* ⋅ *V* = 1,1 g/cm3 ⋅ 1000 cm3 = 1100 g

*m*(NaOH) = *n* ⋅ *M*  = 2,0 mol ⋅ 40 g/mol = 80 g

*w*(NaOH) =  ⋅ 100 =  ⋅ 100 = 7,3%

*ρ* (NaOH) =  =  = 80 g/dm3

*m*(víz) = 1100 g-80 g = 1020 g

*m*B = =  = 1,96 mol/kg víz

*n*(víz) =  =  = 56,7 mol

*n*ö= 2,0 mol + 56,7 mol = 58,7 mol

*x*(NaOH) =  =  = 0,034 = 3,4%

*x*(víz) = 1,0 – 0,034 = 0,966 = 96,6%

8. A *w* = 10,0%-os kénsavoldat sűrűsége 1,10 g/cm3. 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 g kénsav és 90,0 g víz van

*n*(kénsav) =  =  = 0,102 mol

A 100 g oldat térfogata: *V* =  =  = 90,9 cm3

Az anyagmennyiség-koncentráció: *c*(kénsav) =  =  = 1,12 mol/dm3

A tömegkoncentráció: *ρ*(kénsav*)* =  =  = 110 g/dm3

*n*(víz) =  =  = 5,00 mol

*n*összes= 0,102 mol + 5,00 mol = 5,102 mol

A móltört: *x*(kénsav) =  =  = 0,0200

*x*(kénsav) = 2,00%

A Raoult-koncentráció: *m*(kénsav) = =  = 1,13 mol/kg víz

9. Ábrázolja *x* – *T*koordinátarendszerben a következő benzol-xilol-elegyek összetételeinek függvényében az elegyek forráspontjait. Az így szerkesztett forráspontgörbe elemzésével válaszoljon a feltett kérdésekre!

|  |
| --- |
| **I. görbe adatai állandó, *p* = 5 bar** |
| *T*, K | benzol |
| *x* folyadék | *x*’ gőz |
| 481,8 | 0,01 |  |
| 479,3 | 0,03 | 0,17 |
| 470 | 0,1 | 0,35 |
| 459,2 | 0,2 | 0,49 |
| 449,8 | 0,3 | 0,62 |
| 442 | 0,4 | 0,72 |
| 436 | 0,5 | 0,79 |
| 430 | 0,6 | 0,85 |
| 425,5 | 0,7 | 0,9 |
| 422 | 0,8 | 0,92 |
| 418 | 0,9 | 0,95 |
| 416 | 0,97 |  |
| 415 | 0,99 |  |

**Kérdések a görbéhez:**

a) Jelölje a likvidusz- és vaporgörbét!

b) Adja meg a tiszta benzol és a xilol forráspontját. Melyik az illékonyabb?

c) Hány fokon kezd el forrni a benzolra nézve *x* = 0,35 összetételű elegy, milyen összetételű a vele egyensúlyban lévő gőzelegy?

d) El lehet-e választani bármely összetételű benzol-xilol-elegyet desztillációval, ha igen mi a desztillátum és a desztillációs maradék?

e) Hány fokon kezd el kondenzálódni a benzolra nézve *x*’ = 0,6 összetételű gőzelegy, milyen összetételű a kondenzátum?

f) Mi történik, ha 580 K hőmérsékletről hűtjük a benzolra nézve *x*’ = 0,7 összetételű gőzt?

g) A benzolra nézve *x* = 0,4 összetételű folyadékelegyet kétszer desztillálva milyen összetételű a desztillátum?

h) Milyen összetételű az a folyadékelegy és gőzelegy, amely egyensúlyt tart az I. görbénél 430 K hőmérsékleten, a II. görbénél 520 K hőmérsékleten?

i) Hányszor kell desztillálni a benzolra nézve *x* = 0,5 összetételű elegyet, hogy gyakorlatilag tiszta benzolt kapjunk?

j) Milyen halmazállapotú a benzolra nézve *x* = 0,4 összetételű elegy az I. görbénél, A: 430 K és B: 490 K hőmérsékleten a II. görbénél A: 510 K és B: 550 K hőmérsékleten?

Megoldás:



a) Az alsó görbe az L, a likvidusz-, a felső görbe a V, a vaporgörbe.

b) Forráspontok: benzol = 414 K, xilol = 483 K, a benzol az illékonyabb.

c) Forráspont = 445 K, benzolra a gőzelegy *x*’ = 0,68.

d) Igen, a desztillátum a benzol, a desztillációs maradék a xilol.

e) Kondenzálódik 452 K-nél, benzolra nézve az elegy *x* = 0,28.

f) 443 K-nél el kezd kondenzálódni, benzolra nézve *x* = 0,38 összetételű folyadékelegy kondenzálódik ki belőle.

g) Benzolra nézve *x* = 0,90.

h) A folyadékelegy *x* = 0,60 és a gőzelegy *x*’ = 0,85 benzolra nézve.

i) Háromszor.

j) A: folyadék, B: gőz.

10. Ábrázolja *x* – *T*koordináta-rendszerben a következő etil-acetát–etil-alkohol elegy forráspontjait az elegy összetételének függvényében! Az így szerkesztett forráspontgörbe elemzésével válaszoljon a feltett kérdésekre!

|  |
| --- |
| ***p* = 1 bar állandó nyomás** |
| *T*, K | etil-alkohol |
| *x* folyadék | *x*’ gőz |
| 351 | 0,01 |  |
| 350 | 0,03 | 0,16 |
| 348,5 | 0,10 | 0,30 |
| 346,8 | 0,20 | 0,43  |
| 345,7 | 0,30 | 0,51  |
| 345 | 0,40 | 0,58 |
| 344,9 | 0,50 |  |
| 344,8 | 0,60 |  |
| 345 | 0,70 | 0,60 |
| 346 | 0,80 | 0,65  |
| 348 | 0,90 | 0,78 |
| 349,5 | 0,97 | 0,89 |
| 350 | 0,99 |  |

**Kérdések:**

a) Jelölje a likvidusz- és vaporgörbét!

b) Olvassa le a görbéből a tiszta etil-acetát és etil-alkohol forráspontját! Melyik az illékonyabb?

c) Milyen összetételű az azeotróp, mennyi a forráspontja?

d) Induljon ki alkoholra nézve *x* = 0,05 összetételű elegyből, többszöri desztillációnál mi a desztillátum és mi a desztillációs maradék?

e) Hányszor kell desztillálni a *x* = 0,05 összetételű etil-acetát tartalmú elegyet, hogy gyakorlatilag tiszta azeotrópot kapjunk?

f) Milyen hőmérsékleten forr az alkoholra nézve *x* = 0,15 összetételű elegy? Adja meg a belőle keletkező gőz összetételét!

g) Hány fokon kezd kondenzálódni az acetátra nézve *x*’ = 0,25 összetételű elegy, milyen a kondenzátum összetétele?

#### Megoldás:



a) Az alsó görbe az L, a likvidusz-, a felső görbe a V, a vaporgörbe.

b) Forráspontok: etanol = 350 K, etil-acetát = 351 K, az etanol az illékonyabb.

c) Etanolra nézve *x* = 0,60, a forráspontja 344,7 K.

d) Desztillátum azeotróp, a desztillációs maradék etil-acetát.

e) Négyszer kell desztillálni.

f) 347,5 K-nél kezd el forrni, és a gőz etanolra nézve *x’* = 0,38 összetételű.

g) 347,5 K-nél, a kondenzátum etil-acetátra nézve *x* = 0,12.

11. Egy 2,0 dm3 térfogatú edény 0 oC 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:

*V* = 2,0 dm3

*t* = 0 °C

*m*(H2) = 0,40 g

*m*(N2) = 3,15 g

*p*(H2) = ?

*p*(N2) = ?

*p*ö = ?

**=**

*n*(H2) =  =  = 0,20 mol

*n*(N2) =  = 0,11 mol

*n*ö = 0,31 mol

*pö*⋅ *V* = *nö* ⋅ *R* ⋅ *T*

*p*ö =  =  = 3,5 ⋅105Pa

*x*(H2) =  =  = 0,65 = 65% = *ϕ* (H2)

*x*(N2) = 1,0 – 0,65 = 0,35 = 35% = *ϕ* (N2)

*p*(H2) = *x*(H2) ⋅  *p*ö = 0,65 ⋅ 3,5 ⋅ 105 Pa = 2,3 ⋅ 105 Pa

*p*(N2) = 3,5 ⋅ 105 Pa – 2,3 ⋅ 105 Pa = 1,2 ⋅ 105 Pa

**** **=** ** =  =** 11,5 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*(H2) = 0,200

*x*(N2) = 0,800

**** **=** *x*1 ⋅ *M*1 + *x*2 ⋅ *M*2 = 0,200 ⋅ 2,00 g/mol + 0,800 ⋅ 28,0 g/mol = 22,8 g/mol

13. Számítsa ki az elegyben a térfogatszázalékos összetételt, ha a H2–N2 gázelegyben az ****?

#### Megoldás:

** =** *x*1 ⋅ *M*1 + (1 - *x*1) ⋅ *M*2

20,0 g/mol = *x*1 ⋅ 2,00 g/mol + (1 - *x*1) ⋅ 28,0 g/mol

összefüggésből *x*1 = 0,308 = 30,8% = *ϕ*(H2)

*ϕ*(N2) = 100% – 30,8% = 69,2%

14. a) Adja meg, hogy forr-e 50 °C hőmérsékleten az A és B komponenseket tartalmazó 50-50 mólszázalékos elegy, ha a külső nyomás 105 Pa és *p* = 1,05 bar, *p* = 0,66 bar!

b) Melyik az illékonyabb komponens? Indokoljon!

c) Számítsa ki, hogy milyen összetételű fenti elegy forr 50 °C hőmérsékleten!

#### Megoldás:

a) Akkor forr az elegy, ha az elegy tenziója eléri a külső légnyomás értékét, tehát az elegy tenzióját kell kiszámítani:

*xA* = 0,50

*xB*= 0,50

*pk* = 1,0⋅105 Pa = 1,0 bar

*p* = 1,05 bar

*p* = 0,66 bar

*pe,t* = *xA* ⋅  + *xB* ⋅ *p* = 0,50 ⋅ 1,05 bar + 0,50 ⋅ 0,66 bar = 0,525 bar + 0,33 bar =0,855 bar

Mivel ez kisebb, mint a külső nyomás az elegy nem forr.

b) Az A komponens az illékonyabb, mert adott hőmérsékleten nagyobb a tenziója.

c) Mivel *xA* + *xB* = 1 és *xB* = 1 – *xA*

*pe,t* = 1 bar = *xA* ⋅  + (1 – *xA*)⋅  *p* = *xA*  ⋅ 1,05 bar + (1 – *xA* ) ⋅ 0,66 bar

összefüggésből: *xA* = 0,87

Tehát az A komponensre nézve 0,87 móltörtes elegy forr 50 °C hőmérsékleten.

15. Egy elegy 2,0 mol pentánból és 3,0 mol hexánból áll. Milyen a folyadékelegy feletti gőz összetétele térfogatszázalékban, ha a *p*(pentán)o = 1,15 bar, a *p*(hexán)o = 0,36 bar?

#### Megoldás:

Akkor forr az elegy, ha az elegy tenziója eléri a külső légnyomás értékét, tehát az elegy tenzióját kell kiszámítani:

*xp* =  = 0,40

*xh*= 1 – 0,40 = 0,60

*p*(pentán)o = 1,15 bar

*p*(hexán)o = 0,36 bar

*pe,t* = *xA* ⋅  + *xB* ⋅*p*= 0,40 ⋅ 1,15 bar + 0,60 ⋅ 0,36 bar = 0,46 bar + 0,216 bar =0,676 bar

mivel *p*(pentán) = *xA* ⋅  = 0,46 bar

és *pA* = ⋅ *pe,t*

és  =  = 0,68 = 68% = *ϕ*(pentán)

*ϕ*(hexán) = 32% a gőzelegyben.

16. Számítsa ki, hogy hány kg vízgőz szükséges 2,50 kg nitrobenzol vízgőz-desztillációjához, ha a desztilláció 0,990 bar nyomáson megy végbe és *p*(nitrobenzol)o = 0,026 bar!

*m*A = 2,50 kg

*p*k = 0,990 bar

*p*(nitrobenzol)o = 0,026 bar

*m*(víz) = ?

*p*(víz)° = *p*k – *p*A = 0,99 bar – 0,026 bar = 0,964 bar

*M*(nitrobenzol) = 123 g/mol

= 

*m*(víz) =  =  = 13,6 kg gőz kell.

# Termokémiai számítások

|  |  |
| --- | --- |
| j0304777 | Ennek a témakörnek az a célja, hogy gyakoroljuk a termokémiai egyenletekkel és a Hess-tétellel kapcsolatos számításokat. |

### A feladatok megoldásához szükséges elméleti ismeretek összefoglalása

|  |  |
| --- | --- |
| j0298063 | A termokémiai reakcióegyenlet:Feltünteti a reagáló anyagok halmazállapotát, kristályszerkezetét és a reakcióhoz tartozó *reakcióhőt*.Például: CH4(g) + 2 O2(g) = CO2(g) + 2 H2O(l) *Δr H* =–891 kJ/molA halmazállapot jele:s (solidus): szilárd, pl. Fe(s)l (liquidus): folyadék, pl. H2O(l)g: gőz vagy gáz, pl. H2O(g)*A hidratált anyagok jelölése*, pl. NH3(aq)Allotrop módosulatokat általában a módosulat kezdőbetűjével jelöljük, pl. a kén monoklin módosulatának jele S(m).Reakcióhő:1 mol egyenlet lejátszódásakor bekövetkező hőváltozás.Jele: *ΔrH* , mértékegysége: kJ/mol.A reakció termokémiai szempontból lehet *exoterm* vagy *endoterm*.*Exoterm (hőleadó)*, ha a rendszer energiatartalma csökken, a reakcióhő negatív előjelű.*Endoterm* (hőelnyelő), ha rendszer energiatartalma nő, a reakcióhő előjele pozitív.Képződéshők:*Vegyület képződéshője* az 1 mol vegyületnek 25 °C hőmérsékleten és standard nyomáson stabil elemekből való képződését kísérő hőváltozás.Jele: *ΔkH* , mértékegysége: kJ/mol.Például Jele: *ΔkH*(CO2) = –394 kJ/mol.A definíció szerint *25°C hőmérsékleten és standard nyomáson stabil elemek képződéshője nulla.*Például: *ΔkH*(O2(g)) = 0 kJ/mol.*Hess-tétel:* a folyamatok reakcióhőjét a rendszer kezdeti és végállapota egyértelműen meghatározza, és nem függ attól, hogy a rendszer milyen úton jutott a kezdeti állapottól a végállapotba,A *reakcióhő* kiszámítható a kötési energiákból, a képződéshőkből és körfolyamatokból. A reakcióhő körfolyamatokból történő számításának az alapja, hogy a körfolyamatok összes energiaváltozása 0 kJ, azaz a részfolyamatok reakcióhőinek összege nulla.Az *égéshő* folyékony halmazállapotú víz keletkezését eredményező reakció reakcióhőjével egyezik meg.A *fűtőérték* gőz halmazállapotú víz keletkezését eredményező reakció reakcióhőjével egyezik meg. |

### Mintafeladatok

1. A reakcióhő kiszámítható a kötési energiákból, képződéshőkből és körfolyamatokból.

a) Számítsa ki a kötési energiákból a következő reakció reakcióhőjét! Exoterm vagy endoterm a reakció?

CH4 + 2 O2 = CO2 + 2 H2O

A kötési energiák:

C–H O=O C=O H–O

439 493 725 498 kJ/mol

#### Megoldás:

A kémiai reakció egyfajta meghatározása szerint: „a régi kötések felszakadnak és új kötések alakulnak ki”. Ez a valóságban összetettebb folyamat, de termokémiai szempontból elvi hibát nem vétünk, ha először képzeletben szabad atomokat állítunk elő, s majd ezekből építjük fel a keletkező új anyagokat.

Tehát a reakcióhő számításához fel kell szakítani 4 mol C–H és 2 mol O=O kötést, ezeknek az energiáknak az előjele pozitív lesz, mert energiát kell befektetni a kötések felszakításához. Majd a termékek keletkezésénél felszabadul 2 mol C=O és 4 mol H–O kötés energiája, ezek az energiák, mivel felszabadulnak, negatív előjelűek.

*ΔrH* = 4 ⋅ (439 kJ/mol) + 2 ⋅ (493 kJ/mol) – 2 ⋅ (725 kJ/mol) – 4 ⋅ (498 kJ/mol) = -700 kJ/mol

Exoterm, hőtermelő a folyamat.

b) Számítsa ki a képződéshőkből a következő reakció reakcióhőjét!

Rendezendő reakcióegyenlet: CH4(g) + O2(g) = CO2(g) + H2O(l)

#### Megoldás:

Rendezzük a reakcióegyenletet, és kikeressük a Függvénytáblázatból a megfelelő képződéshőket:

 CH4(g) + 2 O2(g) = CO2(g) + 2 H2O(l)
*ΔkH*: –74,4 0 -–394 –286 kJ/mol

*ΔrH* = a termékek képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok képződéshőinek összegét.

*ΔrH* = [–394 kJ/mol + 2 ⋅ (–286 kJ/mol) ] – [–74,4 kJ/mol ] = –892 kJ/mol.

c) Számítsuk ki a benzol

3 C2H2(g) C6H6(f)

*ΔrH* = ?

folyamat szerinti képződésének reakcióhőjét az alábbi adatokból!

2 C6H6(l) + 15 O2(g) = 12 CO2(g)+ 6 H2O(l) *ΔrH1* = –6542 kJ/mol
2 C2H2(g) + 5 O2(g) = 4 CO2(g)+ 2 H2O(l) *ΔrH2* = –2602 kJ/mol

#### Megoldás:

Körfolyamatot készítünk:



Körfolyamathoz jutunk, ha például az 1,5 *ΔrH*2 irányát (előjelét) megváltoztatjuk:

*ΔrH* + 0,5*ΔrH1* – 1,5*ΔrH2* = 0

*ΔrH* = 1,5 ⋅ (–2602 kJ/mol) – 0,5(–6542 kJ/mol) = – 632,0 kJ/mol

2. Számítsa ki a kiindulási anyag képződéshőjét a következő reakció reakcióhőjéből!

C5H12(g) + 8 O2(g) = 5 CO2(g) + 6 H2O(l) ΔrH = –3506 kJ/mol

#### Megoldás:

Kikeressük a Függvénytáblázatból a megfelelő képződéshőket:

 C5H12(g) + 8 O2(g) = 5 CO2(g) + 6 H2O(l)
*ΔkH* = *x*  0 –394 –286 kJ/mol

*ΔrH* = a termékek képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok képződéshőinek összegét.

–3506 kJ/mol = [5 ⋅ (–394 kJ/mol) + 6 ⋅ (–286 kJ/mol) ] – *x*

*x* = *ΔkH*(C5H12) =–180 kJ/mol

3. Számítsa ki, hogy mennyi hő kell 100 kg *w =*60,0% tisztaságú mészkő teljes elbontásához?

#### Megoldás:

Kikeressük a Függvénytáblázatból a megfelelő képződéshőket.

 CaCO3 = CaO + CO2
*ΔkH*: –1207,6 –634,9 –394 kJ/mol

*ΔrH* = a termékek képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok képződéshőinek összegét.

*ΔrH* = [–634,9 kJ/mol + (–394 kJ/mol)] – [–1207,6 kJ/mol] = +178,7 kJ/mol endoterm a reakció

100 kg ⋅ 0,600 = 60 kg CaCO3-ot kell bontani

 1 mol CaCO3 bontásához 178,7 kJ hő kell
 *n* =  =  = 600 mol mészkő bontásához *Q* = 1,07⋅105kJ hő kell.

4. 12,25 dm3 25 oC-os és standard nyomású etánt (C2H6) oxigénnel elégetünk, mekkora a felszabaduló hő, ha vízgőz keletkezik? *ΔkH*(H2O(g)) = –242 kJ / mol

#### Megoldás:

Kikeressük a Függvénytáblázatból a megfelelő képződéshőket.

 2 C2H6 + 7 O2(g) = 4 CO2(g) + 6H2O(g)
*ΔkH*: –83,8 0 –394 –242 kJ/mol

*ΔrH* = a termékek képződéshőinek összegéből kivonjuk a kiindulási anyagok képződéshőinek összegét.

*ΔrH* = [4 ⋅ (–394 kJ/mol) + 6 ⋅ (–242 kJ/mol] – [2 ⋅ (–83,8 kJ/mol)] = -2860,4 kJ/mol

 2 mol etán égésekor –2860,4 kJ hő szabadul fel
 *n* =  =  = 0,5 mol etán égésekor *Q* = –715,1 kJ hő szabadul fel.

12,25 dm3 etán elégetésekor 715 kJ hő szabadul fel.

5. Számítsa ki a térfogatszázalékos összetételét annak a CO–H2 gázelegynek, amelynek 1,00 m3-ének elégetésekor 25 oC-on és légköri nyomáson 11625 kJ hő szabadul fel!

#### Megoldás:

 2 CO + O2 = 2 CO2
*ΔkH*: –111 0 –394 kJ/mol

*ΔrH*1 = 2(–394 kJ/mol) – 2(–111 kJ/mol) = –566 kJ/mol

1 mol CO égésekor 283 kJ hő szabadul fel.

 2 H2 + O2 = 2 H2O
*ΔkH*: 0 0 –286 kJ/mol

*ΔrH2* = 2(–286 kJ/mol) = –572 kJ/mol

1 mol H2 égésekor 286 kJ hő szabadul fel.

*nö* =  =  = 40,8 mol

Legyen *n* mol a CO és (40,8 – *n*) mol a H2 anyagmennyisége, így

*n* ⋅ (–283 kJ/mol) + (40,8 – *n*) ⋅ (–286 kJ/mol) = –11625 kJ,

ahonnan *n* = 14,6 mol.

*x*(CO) = *ϕ*(CO) =  ⋅ 100 = 35,8% és *ϕ*(H2) = 64,2%

6. Készítsen energiadiagramot, ha egy reakció aktiválási energiája, *E\** =100 kJ/mol, és a reakcióhő értéke -150 kJ/mol!

#### Megoldás:



**REAKCIÓKINETIKA**

|  |  |
| --- | --- |
| j0298063 | A *reakciósebesség* alatt értjük: az időegység alatt bekövetkező koncentrációváltozást.ahol:  az átlagsebesség, a mértékegysége lehet ,Δ*c* az anyagmennyiség-koncentráció változás ,Δ*t* az eltelt idő (s)., ha a keletkező anyagokra írjuk fel az átlagsebességet,, ha a kiindulási anyagokra írjuk fel az átlagsebességet.A *sebességi egyenlet* a reakciósebesség és a kiindulási anyagok koncentrációjának kapcsolatát fejezi ki:Legyen a következő reakcióegyenlet*A* A + *b* B = *c* C + *d* D.A *sebességi egyenlet* kifejezi, hogy a reakciósebesség a kiindulási anyagok pillanatnyi koncentrációinak megfelelő hatványon vett szorzatával arányos:*v* = *k* ⋅ [A]*a* ⋅ [B]*b*ahol: *v* a reakciósebesség, [ mértékegysége lehet],[A] és [B] az A és B anyag pillanatnyi koncentrációja, ,*a* és *b* a reakcióegyenletben szereplő sztöchimetriai számok,*k* a sebességi állandó, adott reakcióra, adott hőmérsékleten állandó (konstans) érték.A *kinetikus rendűség* a sebességi egyenletben szereplő kitevők összegével egyenlő, ha ezt a kísérleti eredmények is igazolják.Kinetikusan *elsőrendű reakció*, például: A = B + C,mert a felírt sebességi egyenlet: *v* = *k* ⋅ [A]Kinetikusan *másodrendű reakció*, például: 2A = B + C,mert a felírt sebességi egyenlet: *v* = *k* ⋅ [A]2és A + B = C,mert a felírt sebességi egyenlet: *v* = *k* ⋅ [A]⋅[B].*Homogén elsőrendű reakcióknál* a sebességi állandó és a kiindulási és átalakult koncentráció kapcsolatát a következő összefüggés fejezi ki:ahol: *k* a sebességi állandó, mértékegysége lehet ,*t* az eltelt idő, (s),*c*o a kiindulási koncentráció, lehet ,*c* az átalakult koncentráció, lehet ,*c*t a kiindulási anyag koncentrációja *t* idő elteltével, lehet .A *felezési idő* az az idő, amely alatt az átalakuló anyag koncentrációja a felére csökken. A jele: *t*1/2 mértékegysége lehet: év, nap, óra, perc, másodperc.Homogén elsőrendű reakcióknál a felezési idő nem függ a koncentrációtól:ahol: *t*1/2 a felezési idő, lehet (s),*k* a sebességi állandó,. |

### Mintafeladatok

**A megadott koncentrációk aláhúzással jelöltek!**

**1. A 2 A + B → C megfelelő körülmények között végbemenő oldatreakcióban a kezdeti koncentrációk a következők [A]  = 0,40 mol/dm3 és [B] = 0,30 mol/dm3. A sebességi állandó értéke 0,75 dm6⋅ mol-2 ⋅ s-1.**

 **a) Adja meg a reakció kezdeti sebességét!**

 **b) Számítsa ki, hogy hányad részére csökken a reakció sebessége a kezdeti sebességhez képest abban az időpontban, amikor a kiindulási „A” anyag fele elreagál!**

#### Megoldás:

a) *v1* = *k*⋅[A]2 ⋅ [B] = 0,75 dm6⋅mol-2⋅s-1⋅(0,40 mol/dm3)2⋅0,30 mol/dm3= 0,036 mol⋅dm-3⋅s-1

|  |  |
| --- | --- |
| b) | 2A + B ⎯→ C |
| *c*kiindulási: | 0,40 | 0,30 |  | mol/dm3 |
| *c*átalakult: | 0,20 | 0,10 |  | mol/dm3 |
| *c*végén: | 0,20 | 0,20 | 0,10  | mol/dm3 |

*v2* = 0,75 dm6⋅ mol-2 ⋅ s-1  ⋅ (0,20 mol/dm3)2⋅ 0,20 mol/dm3 = 0,0060 (mol/dm3)3

A sebesség csökken a részére.

**2. A 2H2 + O2 → 2H2O megfelelő körülmények között végbemenő gázreakcióban a kezdeti koncentrációk a következők [H2]  = 0,80 mol/dm3 és [O2] = 0,50 mol/dm3. Adja meg, hogy hányad részére csökken a reakció sebessége a kezdeti sebességhez képest abban az időpontban, amikor a kiindulási H2 fele elreagál!**

Megoldás:

*v1* = *k* ⋅ [H2]2 ⋅ [O2] = *k* ⋅ (0,80 mol/dm3)2⋅ 0,50 mol/dm3 = *k* ⋅ 0,32 (mol/dm3)3

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2 H2 + O2 →2 H2O |
| *c*kiindulási: | 0,80 | 0,50 |  | mol/dm3 |
| *c*átalakult: | 0,40 | 0,20 |  | mol/dm3 |
| *c*végén: | 0,40 | 0,30 | 0,40  | mol/dm3 |

*v2* = *k* ⋅(0,40 mol/dm3)2⋅ 0,30 mol/dm3 = *k* ⋅ 0,048 (mol/dm3)3

A sebesség csökken a  részére.

**3. Hogyan változik a kén-trioxid előállításánál az odaalakulás reakciósebessége, ha**

 **a) az O2 koncentrációját a kétszeresre növeljük,**

 **b) a SO2 koncentrációját a kétszeresre növeljük,**

 **c) az SO2 és a O2 koncentrációját a kétszeresre növeljük?**

#### Megoldás:

2 SO2 + O2 2SO3

a) Sebességi egyenletet felírva: *v1* = *k* ⋅ [SO2]2 ⋅ [O2]

Ha az O2 koncentrációját a kétszeresre növeljük, az új sebességi egyenlet: *v2* = *k* ⋅ [SO2]2 ⋅ [2O2] = 2 ⋅ *k* ⋅ [SO2]2 ⋅ [O2]

A sebesség növekszik a -szeresre.

b) Sebességi egyenletet felírva: *v1* = *k* ⋅ [SO2]2 ⋅ [O2]

Ha a SO2 koncentrációját a kétszeresre növeljük, az új sebességi egyenlet: *v2* = *k* ⋅ [2SO2]2 ⋅ [O2] = *k* ⋅ 22 ⋅ [SO2]2 ⋅ [O2] = 22 ⋅ *k* ⋅ [SO2]2 ⋅ [O2]

A sebesség növekszik a = 4-szeresre.

c) Sebességi egyenletet felírva: *v1* = *k* ⋅ [SO2]2 ⋅ [O2]

Ha a SO2 és az O2 koncentrációját a kétszeresre növeljük, az új sebességi egyenlet: *v2* = *k* ⋅ [2SO2]2 ⋅ [2O2] = *k* ⋅ 22 ⋅ [SO2]2 ⋅ 2 ⋅ [O2] = 23 ⋅ *k* ⋅ [SO2]2 ⋅ [O2]

A sebesség növekszik a = 8-szorosra.

**4. Hogyan változik az ammónia előállításánál az odaalakulás reakciósebessége, ha**

 **a) a kiindulási anyagok koncentrációját a kétszeresre növeljük,**

 **b) a nyomást háromszorosra növeljük (változatlan hőmérsékleten),**

 **c) a térfogatot a negyedére csökkentjük (változatlan hőmérsékleten)?**

#### Megoldás:

N2 + 3H2 ⇌ 2NH3

a) Sebességi egyenletet felírva: *v1* = *k* ⋅ [N2] ⋅ [H2]3

 Ha a koncentrációkat a kétszeresre növeljük, az új sebességi egyenlet: *v2* = *k* ⋅ [2N2] ⋅ [2H2]3 = *k* ⋅ 2[N2] ⋅ 23[H2]3 = 24 ⋅ *k* ⋅ [N2] ⋅ [H2]3

A sebesség növekszik a = 16-szorosra.

b) Sebességi egyenletet felírva: *v1* = *k* ⋅ [N2] ⋅ [H2]3

Ha a nyomást háromszorosra növeljük, a koncentrációk is a háromszorosra nőnek, az új sebességi egyenlet: *v2* = *k* ⋅ [3N2] ⋅ [3H2]3 = *k* ⋅ 3[N2] ⋅ 33[H2]3 = 34 ⋅ *k* ⋅ [N2] ⋅ [H2]3

A sebesség növekszik a = 81-szeresre.

c) Sebességi egyenletet felírva: *v1* = *k* ⋅ [N2] ⋅ [H2]3

Ha a térfogatot a negyedére csökkentjük, a koncentrációk a négyszeresre nőnek, az új sebességi egyenlet: *v2* = *k* ⋅ [4N2] ⋅ [4H2]3 = *k* ⋅ 4[N2] ⋅ 43[H2]3 = 44 ⋅ *k* ⋅ [N2] ⋅ [H2]3

A sebesség növekszik a = 256-szorosra.

## 2. Kémiai egyensúlyok

|  |  |
| --- | --- |
| j0298063 | A *megfordítható* (*reverzibilis*), homogén, *egyensúlyra vezető reakciókra* érvényes a *tömeghatás törvénye*.*a*A + *b*B  *c*C + *d*D A fenti reakcióegyenletnél a tömeghatás törvénye:ahol: *Kc* az egyensúlyi állandó. Mértékegysége függ a reakcióegyenlettől.[A], [B], [C], [D] a kiindulási anyagok és a termékek egyensúlyi koncentrációja, .*a,* *b, c, d*  a reakció egyenletben szereplő sztöchimetriai számok.A tömeghatás törvénye:Állandó hőmérsékleten és nyomáson a termékek egyensúlyi koncentrációinak megfelelő hatványon vett szorzata osztva a kiindulási anyagok egyensúlyi koncentrációinak megfelelő hatványon vett szorzatával, állandó érték (*Kc*).A felírt *egyensúlyi állandó, Kc* számszerűen jellemzi a felírt egyensúlyi folyamatot. Például, ha *Kc*értéke nagy, nagy az átalakulás mértéke (nagy a termékek koncentrációja a kiindulási anyagokéhoz képest).Az egyensúlyi állandót ki lehet fejezni az egyensúlyi móltörtekkel (*Kx*) vagy egyensúlyi parciális nyomásokkal (*Kp*) is. Nincs a reakcióban anyagmennyiség-változás, ha Δ*n* = 0, például:H2 + I2   2HI reakciónál a három egyensúlyi állandó értéke megegyezik, tehát*Kc* = *Kx* = *Kp,* és nincs mértékegységük. Ilyenkor szokták az egyensúlyi állandót *K*-val jelölni.A kémiai egyensúlyra minden olyan tényező hat, amely az oda-visszaalakulás sebességét nem azonos mértékben változtatja, ilyen a koncentráció, (*c)*, a hőmérséklet, (*T)* és gázreakcióknál, ha van anyagmennyiség-változás, a nyomás, (*p)*.A *Le Chatelier–Braun-elvnek*, a *legkisebb kényszer elvének* megfelelően az egyensúlyi folyamatot a termékek keletkezése felé, a felső nyíl irányában lehet eltolni:* az egyik kiindulási anyag koncentrációjának növelésével,
* a termék koncentrációjának csökkentésével,
* endoterm reakciónál a hőmérséklet növelésével,
* exoterm reakciónál a hőmérséklet csökkentésével,
* gázreakciónál, ha anyagmennyiség-csökkenéssel jár a folyamat, a nyomás növelésével,
* gázreakciónál, ha anyagmennyiség-növekedéssel jár a folyamat, a nyomás csökkentésével.

A *konverzió* kifejezi, hogy milyen mértékű az átalakulás. *η* =  vagy *η* = ilyenkor 0 ≤ *η ≤* 1Értékét legtöbbször százalékban adják meg és a következő összefüggéssel kiszámítható:*η* =  vagy *η* = ilyenkor 0% ≤  *η ≤* 100%ahol: *η* (éta) a konverzió,*n*átalakult , *c*átalakult  az átalakult anyagmennyiség, illetve az átalakult koncentráció,*n*kiindulási , *c*kiindulási  a kiindulási anyagmennyiség, illetve a kiindulási koncentráció.*Disszociáció* (bomlás) során az anyag több atomra, ionra vagy molekulára bomlik. A disszociáció fajtái: * termikus disszociáció,
* elektrolitos disszociáció.

A disszociáció, a bomlás jellemzői:A *disszociáció-fok* azt fejezi ki, hogy az anyag hányad része bomlik, vagy hány százaléka bomlik. Jele: *α**α* =  vagy *α* = ilyenkor 0 ≤  *α ≤* 1*α* =  vagy *α* = ilyenkor 0% ≤  *α ≤* 100%,ahol: *n*disszociált, *c*disszociált a disszociált anyagmennyiség, illetve a disszociált koncentráció,*n*kiindulási, *c*kiindulási a kiindulási anyagmennyiség, illetve a kiindulási koncentráció.A *disszociációs állandó* a disszociációs reakció egyensúlyi állandója. Jele: *Kd*Például a következő reakciónál: 2 H2O  2 H2 + O2*Kd*= *A van’t Hoff- tényező* azt fejezi ki, hogy hányszorosra nő az anyagmennyiség a disszociáció során. Jele: *i*. Mértékegysége nincs.*i* = 1 + *α*(*ν* – 1)ahol: *α* a disszociációfok,*ν* (nű) azt jelenti, hogy 1 mol anyag hány mól részecskére bomlik a disszociáció során.**A gázok termikus disszociációja**(bomlása) során hő hatására a gázmolekula több atomra vagy molekulára bomlik, például: I2 ⇌ 2IIlyenkor az egyensúlyi összes anyagmennyiség, *n*ö:*n*ö = *i* ⋅ *n*ahol: *i* a van’t Hoff-tényező, *n* a kiindulási anyagmennyiség, (mol).A disszociáció esetén módosítottan érvényes az állapotegyenlet:*p*⋅ *V* = *i* ⋅ *n* ⋅ *R* ⋅ *T*ahol:*p* a nyomás (Pa), *V* a térfogat (m3),*i* a van’t Hoff-tényező, *n* a kiindulási anyag mennyisége (mol),*T* az abszolút hőmérséklet (K),*R* a moláris gázállandó, értéke 8,314 .*Az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege*, , kiszámítható a következő összefüggéssel: = ahol: az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege, ,*M* a kiindulási gáz moláris tömege, ,*i* a van’t Hoff-tényező.*Az egyensúlyi gázelegy sűrűsége, ρ* megadható a következő összefüggéssel:*ρ* =  ahol: *ρ* az egyensúlyi gázelegy sűrűsége, ,*ρo* a kiindulási gáz sűrűsége, ,*i* a van’t Hoff-tényező. |

### Mintafeladatok

A megadott koncentrációk aláhúzással jelöltek!

**1. A COCl2⇌CO + Cl2 gázreakció egy 10 dm3 térfogatú tartályban, állandó hőmérsékleten játszódik le. A tartályba 0,50 mol COCl2-t vezetünk be és az egyensúly beálltáig 0,20 mol COCl2 alakul át. Számítsa ki az egyensúlyi anyagmennyiségeket és az egyensúlyi állandó értékét!**

#### Megoldás:

*V* = 10 dm3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | COCl2 ⇌ CO + Cl2 |
| kiindulási anyagmennyiség, | *n*K: | 0,50 |  |  |  |
| átalakult anyagmennyiség, | *n*Á: | 0,20 |  |  |  mol |
| egyensúlyi anyagmennyiség, | *n*E: | 0,30 | 0,20  | 0,20  |  |
| egyensúlyi koncentráció, | *c*E = | 0,030 | 0,020 | 0,020 |  |

*K*c = = 0,013

**2. A 2 H2O  2 H2 + O2 gázreakció egy 20 dm3 térfogatú edényben játszódik le állandó hőmérsékleten. A reakcióedénybe 5,0 mol H2O-t vezetünk be. Az egyensúly beálltáig a vízgőz 40%-a alakul át. Számítsa ki az egyensúlyi anyagmennyiségeket és az egyensúlyi állandó értékét!**

#### Megoldás:

*V* = 20 dm3

A kiindulási 5,0 mol vízgőz 40%-a alakul át, tehát az átalakult anyagmennyiség 2,0 mol.

|  |  |
| --- | --- |
|  | 2 H2O⇌ 2 H2 + O2 |
| *n*K: | 5,0 |  |  |  |
| *n*Á: | 2,0 |  |  |  mol |
| *n*E: | 3,0 | 2,0  | 1,0  |  |
| *c*E = | 0,15 | 0,10 | 0,050 |  |

*K*c = = 0,022

**3. H2 + I22 HI gázreakciónál zárt edényben az egyensúlyi gázelegy 5,0 mol HI-t, 0,10 mol I2-t és 5,30 mol H2-t tartalmaz. Számítsa ki az egyensúlyi állandó értékét és a kiindulási anyagok kezdeti anyagmennyiségeit!**

#### Megoldás:

Ha Δ*n* = 0, vagyis a reakció anyagmennyiség-változás nélkül megy végbe, az egyensúlyi állandót az egyensúlyi anyagmennyiségekből is számolhatjuk, mert V kiesik:

|  |  |
| --- | --- |
|  | H2 + I22 HI |
| *n*K: | 7,8 | 2,6 |  |  |
| *n*Á: | 2,5 | 2,5 |  |  mol |
| *n*E: | 5,3 | 0,10  | 5,0  |  |
| *c*E = |  |  |  |  |

*K*c = =  = = 47

**4. A CO + H2OCO2 + H2 reakció egyensúlyi állandója K = 1. A kiindulási gázelegy 2,0 mol CO-t és 3,0 mol vízgőzt tartalmaz. Számítsa ki, hogy a CO-nak hány %-a alakult át, és adja meg az egyensúlyi gázelegy térfogatszázalékos összetételét!**

#### Megoldás:

|  |  |
| --- | --- |
|  | CO + H2OCO2 + H2  |
| *n*K: | 2,0 | 3,0 |  |  |  |
| *n*Á: | *x* | *x* |  |  |  mol |
| *n*E: | 2,0–*x* | 3,0–*x* | *x* | *x* |  |

Ha Δ*n* = 0, vagyis a reakció anyagmennyiség-változás nélkül megy végbe, az egyensúlyi állandót az egyensúlyi anyagmennyiségekből is számolhatjuk, mert V kiesik.

*K* = 

Az egyenletet megoldva *x*2 kiesik, és a megoldás: *x* = 1,2 mol, tehát 1,2 mol CO és vízgőz alakul át.

A CO átalakulásának mértéke: *η =* .

Az egyensúlyi gázelegyben 0,80 mol CO, 1,8 mol vízgőz, 1,2 mol CO2 és H2 található.

A gázelegy térfogatszázalékos összetétele:

*n*ö = 5,0 mol, és mivel a gázoknál a *x*i%i egyenlő a *ϕ*%-kal:

*x*(CO) =  = 0,16 = 16% = *ϕ*%(CO)

*x*(vízgőz) = = 0,36 = 36% = *ϕ*%(vízgőz)

*x*(CO2) = *x*(H2) = = 0,24 = 24% = *ϕ*%(CO2) = *ϕ*%(H2)

**5. CO2 + H2 CO + H2O endoterm gázreakció. Milyen irányba tolódik el az egyensúly (alsó vagy felső), ha**

 **a) [CO2]-t növelem,**

 **b) [H2O]-t növelem,**

 **c) *T*-t növelem,**

 **d) *p*-t növelem,**

 **e) katalizátort alkalmazok?**

#### Megoldás:

 a) [CO2]-t növelve: →

 b) [H2O]-t növelve: ←

 c) *T*-t növelve: →

 d) *p*-t növelve: mivel Δ*n* = 0, a nyomás nem befolyásolja az egyensúlyt,

 e) katalizátort alkalmazásánál: a katalizátor az egyensúlyt nem befolyásolja.

## 3. Elektrolit-egyensúlyok

|  |  |
| --- | --- |
| j0298063 | **Elektrolitoknak** nevezzük azokat az oldatokat és olvadékokat, amelyek vezetik 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: αLásd a 7. fejezetben.A *disszociációs állandó* a disszociációs reakció egyensúlyi állandója. Jele: *Kd*Például a következő reakciónál: NH3 + H2O   + OH–*Kd*= 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 hányszorosra 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: A disszociációs állandó, *Kd*és a kiindulási koncentráció (*c*) kapcsolatát a következő összefüggés írja le:*Kd*= ahol: *c* a kiindulási koncentráció, mértékegysége lehet ,*α* a disszociációfok.A *közelítő számítást alkalmazhatjuk*, ha *Kd* <10–4-nél, vagy *α* < 0,05-nál, mivel ilyenkor (1 – *α*) ≈ 1 és *Kd* a következő összefüggéssel számítható:*Kd*= *c* ⋅ *α*2A fenti összefüggésből látható, hogy a kiindulási koncentráció (*c*) növekedésekor a disszociációfok (*α*) csökken.**Erős elektrolitoknál:***K*d > 1 és *α* ≈ 1 vagy α ≈ 100%**Gyenge elektrolitoknál**:*K*d < 1 és *α* << 1 vagy α << 100%A víz disszociációja, autoprotolízise:H2O + H2O H3O+ + OH–egyszerűsítve:H2O  H+ + OH–A *vízionszorzat* értéke 22 °C hőmérsékleten:*K*v = [H3O+] ⋅ [OH–] = 10-14 (mol/dm3)2.egyszerűsítve: *K*v = [H+]·[OH–] = 10–14 (mol/dm3)2.*A pH és a pOH az oldat kémhatását jellemzi, és a pH és a pOH a következő összefüggésekkel megadható*:pH = –lg[H3O+]pOH = –lg[OH–]Az oldatban:pH + pOH = 14**Egyértékű, erős sav, illetve bázis esetén, mivel** α = 1, vagyis α = 100%**:**Például erős sav általánosan: HA + H2O → H3O+ + A–csav = [H3O+]illetve:Például erős bázis általánosan: BOH → B+ + OH–*c*bázis = [OH–]**Egyértékű, gyenge sav, illetve bázis esetén, mivel** α<<1, vagyis α<<100%**:**Mivel [H3O+] = [A–] és [HA] = *c* – [H3O+] *K*s = Illetve:[H3O+] = cαés*Ks*= Gyenge bázis esetén általánosan:Mivel [OH–] = [B+] és[BOH] = *c* – [OH–] *K*b = illetve[OH–] = c ⋅ αés*Kb*= 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 hidrolízisén** a sók vízzel való sav-bázis reakcióját értjük*.* Minden gyenge sav és gyenge bázis sója *hidrolizál*.*Savasan hidrolizál* a gyenge bázis erős savval alkotott sója, például az NH4Cl. Az oldatban - és Cl--ionok találhatók.A víz disszociációs egyensúlyát a gyenge bázis kationja, az  bontja meg: + H2ONH3 + H3O+Savas lesz a kémhatás. *Lúgosan hidrolizál* a gyenge sav erős bázissal alkotott sója, például a CH3–COONa. Az oldatban CH3–COO- és Na+-ionok találhatók.A víz disszociációs egyensúlyát a gyenge sav anionja, az CH3-COO– bontja meg:CH3–COO– + H2OCH3–COOH + OH–Lúgos lesz a kémhatás.*Erős sav erős bázissal alkotott sója nem hidrolizál*. |

###

### Mintafeladatok

A megadott koncentrációk aláhúzással jelöltek!

**1. Töltse ki a táblázat hiányzó adatait!**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Az oldat** | **[H3O+]** **mol/ dm3** | **[OH–] mol/dm3** | **pH** | **pOH** | **Kémhatása** | **Milyen színű a fenolftalein indikátor?** |
| **0,01 mol/dm3 HCl** |  |  |  |  |  |  |
| **2⋅10–4 mol/dm3 HNO3** |  |  |  |  |  |  |
| **4⋅10–3 mol/dm3 NaOH** |  |  |  |  |  |  |
| **HCl** |  |  | **3,3** |  |  |  |
| **4⋅10–2 mol/dm3 H2SO4** |  |  |  |  |  |  |

#### Megoldás:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Az oldat** | **[H3O +]** **mol/ dm3** | **[OH–] mol/dm3** | **pH** | **pOH** | **Kémhatása** | **Milyen színű a fenolftalein indikátor?** |
| **0,01 mol/dm3 HCl** | 0,01 | 10–12 | 2 | 12 | savas | színtelen |
| **2⋅10–4 mol/dm3 HNO3** | 2⋅10–4 | 5⋅10–11 | 3,7 | 10,3 | savas | színtelen |
| **4⋅10–3 mol/dm3 NaOH** | 2,5⋅10–12 | 4⋅10–3 | 11,6 | 2,4 | lúgos | piros |
| **5⋅10–4 mol/dm3 HCl** | 5⋅10–4 | 2⋅10–11 | **3,3** | 10,7 | savas | színtelen |
| **4⋅10–2 mol/dm3 H2SO4** | 8⋅10–2 | 1,25⋅10–13 | 1,1 | 12,9 | savas | színtelen |

**2. 4,70 dm3 térfogatú, 26 oC hőmérsékletű és 120 kPa nyomású hidrogén-klorid-gázt oldottunk 500 g vízben. A keletkező oldat sűrűsége 1,01 g/cm3.**

 a) Számítsa ki a hidrogén-klorid anyagmennyiségét!

 b) Határozza meg az oldat anyagmennyiség-koncentrációját!

 c) Adja meg az oldat pH-ját!

#### Megoldás:

a)

*V* = 4,70 dm3 = 0,00470 m3

*T* = 26 °C = 299 K

*p* = 120 kPa = 1,20⋅105 Pa

*n*(HCl) = 

b)

*m*(HCl) = 0,227 mol ⋅ 36,5 g/mol = 8,29 g

*m*(oldat) = 8,29 g + 500 g = 508,29 g = 508,3 g

*V*(oldat) = = 503 cm3

*c*(HCl) = = 0,451 mol/dm3

c)

HCl + H2O →H3O+ + Cl–

[H3O +] = 0,451 mol/dm3

pH = 0,35

**3. Számítsa ki a disszociációfokot, a disszociációs állandót és a pH-t a 0,0200 mol/dm3 koncentrációjú HF-oldatban, ha az egyensúlyban 0,0175 mol HF van 1,00 dm3 oldatban!**

#### Megoldás:

*c*(HF) = 0,0200 mol/dm3

*cE* (HF) = 0,0175 mol/dm3

 HF + H2OH++    F–

*c*k: 0,0200

*c*d: 0,0025 mol/dm3

*c*e: 0,0175 0,0025    0,0025

*Ks*= 

*α*= ,125 =12,5%

pH = –lg [H+] = –lg 0,0025= 2,60

**4. Adja meg a koncentrációját és a pH-ját annak az ecetsavoldatnak, amelyben az ecetsav 1,0%-ban disszociál! *K*s= 1,8⋅10–5mol/dm3**

#### Megoldás:

CH3–COOH + H2O CH3–COO–+ H3O+ +

Közelítő számítást lehet alkalmazni, mert *K*s< 10–4.

*α* = 0,010

*Ks*= *c*⋅ *α*2

1,8⋅10-5mol/dm3 = *c* ⋅ 0,0102

*c* (ecetsav) = 0,18 mol/dm3

[H+] = *c* ⋅ *α* = 0,18 mol/dm3 ⋅ 0,010 = 0,0018 mol/dm3

pH = –lg[H+] = –lg 0,0018= 2,7

**5. Számítsa ki a 2,5 mol/dm3 koncentrációjú hangyasavoldat pH-ját! *K*s= 1,8⋅10-4mol/dm3**

#### Megoldás:



*Ks*= = 1,8·10–4 mol/dm3

A másodfokú egyenletnek csak az egyik megoldása pozitív, ez lesz a feladatban megadott *x*, *x* = 0,021 mol/dm3.

*x* = [H+] = 0,021 mol/dm3

pH = –lg[H3O+] = –lg0,021 = 1,7

**6. Egy ecetsav pH-ja 4,0.**

 **a) Számítsa ki az ecetsav-oldat anyagmennyiség-koncentrációját!**

 ***K*s= 1,8⋅10–5 mol/dm3**

 **b) Adja meg, hogy az ecetsav hány százaléka disszociált!**

 **c) Számítsa ki, hogy hány cm3 100 g/dm3 tömegkoncentrációjú ételecet hígításával lehet 500 cm3, pH = 4,0-jú oldatot készíteni!**

#### Megoldás:

a) pH = 4,0-ből következik, hogy [H+] = 10–4 mol/dm3.



*Ks*= = = 1,8·10–5 mol/dm3

Egyenletből *c* az ecetsav koncentrációja:

*c* = 6,6⋅10–4 mol/dm3. (Közelítő számítással 5,6·10–4 mol/dm3.)

b)

*α* =  = ,15 =15% (Közelítő számítással 18%)

c) *V* = 500 cm3

*c* = 6,6⋅10-4 mol/dm3 oldathoz 3,3⋅10–4mol ecetsav kell, ennek a tömege 0,020 g.
(Közelítő számítással: 0,017 g)

*ρ* (ecetav) = = 100 g/dm3

*V*o = 2,0⋅10–4 dm3 = 0,20 cm3 100 g/dm3 töménységű ételecet szükséges.

**7. Számítsa ki a disszociációfokot és a pH-t a 0,10 mol/dm3 koncentrációjú ecetsavoldatban! *K*s= 1,8⋅10-5mol/dm3**

Megoldás:

CH3–COOH + H2O CH3–COO–+ H3O+

Közelítő számítást lehet alkalmazni, mert *K*s< 10–4.

*c* = 0,10 mol/dm3

*Ks*= *c*⋅ *α*2

1,8⋅10–5mol/dm3 = 0,10 mol/dm3 ⋅ α2

*α* =  =  = 0,013

[H3O+] = *c*⋅ *α* = 0,10 mol/dm3 ⋅ 0,013 = 0,0013 mol/dm3

pH = –lg [H3O+] = –lg 0,0013= 2,9

**8. Az 5,04 pH-jú ecetsav-oldatban az anion koncentrációja kétszerese a bomlatlan sav koncentrációjának.**

 **a) Számítsa ki az oldat anyagmennyiség-koncentrációját!**

 **b) Adja meg a disszociációfokot!**

 **c) Határozza meg a sav disszociációs állandóját!**

**A számításoknál a víz disszociációját elhanyagolhatja.**

#### Megoldás:

a) pH = –lg[H+] = 5,04

[H+] = 10–5,04 = 9,12⋅10–6 mol/dm3



Az oldat koncentrációja 1,368⋅10–5 mol/dm3.

b) *α* = == 0,667= 66,7%

c)

*Ks*= == 1,82·10–5 mol/dm3

**9. 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:

Fe3+ + 3 H2OFe(OH)3 + 3 H+

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:

HCO + H2OH2CO3 + OH–

**10. Adja meg a pH-ját annak a puffernek, amely 0,020 mol/dm3 koncentrációjú ecetsavból és 0,040 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-acetátból áll! *K*s= 1,8⋅10-5mol/dm3**

#### Megoldás:

[H+] = *K*s ⋅ = 1,8⋅10–5mol/dm3⋅ = 9,6·10–6 mol/dm3

pH = –lg[H+] = –lg 9,0⋅10-6= 5,0

## ELEKTROKÉMIA

|  |  |
| --- | --- |
|  | Az *elektrokémia* az elektromos áram és a kémia folyamatok kapcsolatával foglalkozik.*Az elektród fogalma*: elektrolitoldattal érintkezésben lévő elektronvezető.*Az elektródpotenciál* jele: *ε*, mértékegysége V.*Nernst-képlet* a következő reakcióegyenletnél: *b* red*a* ox + *z*e-*ε* = *ε*° + ahol: *ε* az elektródpotenciál, (V),*ε*° a *standardpotenciál*, (V), az anyagi minőségre jellemző állandó. Saját ionjának 1 mol/dm3 koncentrációjú oldatába merülő elektród elektródpotenciálja 25 °C hőmérsékleten. Értéke a Függvénytáblázatban megtalálható.*z* az oxidációs számváltozás, [ox] és [red] az oxidált és a redukált forma koncentrációja, *a* és *b* a reakcióegyenletben szereplő sztöchiometriai számok.*ε* és *ε*° abszolút értéke nem mérhető. Csak két elektródot galvánelemmé összekapcsolva lehet potenciálkülönbséget mérni (az így kialakuló galváncella elektromotoros erejét lehet mérni). Viszonyítási alap a standard hidrogénelektród, melynek elektródpotenciálja megállapodás szerint 0 V.*Redoxi reakciók irányának becslése a standard potenciálok alapján:*A Függvénytáblázatokban is megtalálható standard potenciálok alapján következtetni lehet, hogy melyik redoxi reakció megy végbe: a nagyobb standard potenciálú rendszer oxidált alakja oxidálni képes a másik rendszer redukált alakját.Az *elektródok* lehetnek *elsőfajú, másodfajú* és *különleges* elektródok.A *másodfajú elektródok* (összehasonlító-, referenciaelektródok) elektródpotenciálja állandó, mert a bennük lévő elektrolit koncentrációja is állandó. Másodfajú elektród az *Ag-AgCl-elektród* és a *kalomel-elektród*.Az *elsőfajú elektródok* (mérő elektródok) elektródpotenciálja függ az elektród elektrolit-koncentrációjától.Az ***elsőfajú elektródok*** lehetnek:a) *fémelektródok*, például:MeMez+ + *z* e–*ε* = *ε*° + ahol: *ε* az elektródpotenciál, (V),*ε*° a *standard potenciál*, (V), *z* az oxidációs számváltozás, [Mez+] a fémion koncentrációja, .b) *gázelektródok*: – *hidrogénelektród*, elektródfolyamat: 0,5 H2H+ + e–*ε* = 0,0591·lg [H3O+] = –0,0591·pH– *oxigénelektród*, elektródfolyamat egy elektronátmenetre redukálva:OH–0,25 O2 + 0,5 H2O + e–*ε* = *ε*° – 0,0591·lg [OH–] = *ε*o+0,0591·pOH- *klórelektród*, elektródfolyamat: Cl–0,5 Cl2 + e–*ε* = *ε*° – 0,0591·lg [Cl–]**A galváncellában (galvánelemben)** a kémiai reakció termeli az elektromos áramot.A *Daniell-elem* cink és réz elektródból áll:Celladiagramja egységnyi fémionkoncentrációk esetén, *t* = 25 °C hőmérsékleten:Zn⏐[Zn2+] = 1 mol/dm3⏐[Cu2+] = 1 mol/dm3⏐Cu *ε*°(Zn2+) = –0,76 V < *ε*°(Cu2+) = 0,34 VA nagyobb elektródpotenciálú rendszernél redukció van, ez a katód (+), a kisebb elektródpotenciálú rendszernél oxidáció van, ez az anód (–). (–) oxidáció, anód redukció, katód (+)Zn = Zn2+ + 2 e– Cu2+ + 2 e– = CuA bruttó reakcióegynelete: Zn + Cu2+ = Zn2+ + CuAz *elektromotoros erő*: a feszültségforrás két pólusa között mérhető maximális feszültség. Jele: *E*MF, mértékegysége a V.*E*MF = *εkatód* –*εanód*ahol: *εkatód* a katód elektródpotenciálja, V,*εanód* az anód elektródpotenciálja, V.EMF =  *εkatód* –*εanód* = 0,34 V – (–0,76 V) = 1,1 **Az elektrolízis fogalma**: egyenáram hatására bekövetkező kémiai reakció, térben elkülönített oxidáció és redukció.Sósav elektrolízisekor:(–) a katódón, redukció játszódik le: 2 H+ + 2 e– = H2(+) az anódón, oxidáció játszódik le: 2 Cl– = Cl2 + 2 e–*Az elektrolízis mennyiségi törvényei*:*Faraday I. törvénye*: a leváló anyag tömege egyenesen arányos az áramerősséggel és az elektrolízis idejével, vagyis az áthaladt töltéssel.*m* = *k*⋅ *I* ⋅ *t* = *k* ⋅ *Q*ahol: *m* a leváló anyag tömege, g,*I* az áramerőség, A,*t* az elektrolízis ideje, s,*Q* az áthaladt töltés, A⋅s = coulumb, jele: C,*k* az elektrokémiai egyenérték: egy *C* töltés hatására leváló anyag tömege, mértékegysége .*Faraday II. törvénye*: egy mol anyag leválásához *z* ⋅ *F* töltés szükséges.ahol: *z* az oxidációs számváltozás (az elektronátmenet),*F* a Faraday- állandó: 96500  = 26,8 .Például: 1 mol Al leválásához 3 ⋅ 96500 C szükséges (Al3+ + 3 e– = Al). |

### Mintafeladatok

**1. A standard elektródpotenciálok alapján állapítsa meg, hogy a következő kémiai folyamatok közül melyik megy végbe! Rendezze a lejátszódó folyamatokat!**

 a) Ag+ + Zn = b) Ag + Fe2+ = c) Cl– + I2 =

#### Megoldás:

a) Ag+ + Zn  =

*ε*° (Ag+/Ag) = 0,80V > *ε*°(Zn2+/Zn) = –0,76 V

A nagyobb standard potenciálú rendszer oxidált alakja (Ag+) oxidálni képes a másik rendszer redukált alakját (Zn-t). Ezek az anyagok szerepelnek az reakcióegyenletben, ez a reakció végbemegy:

2 Ag+ + Zn  = 2 Ag + Zn2+

b) Ag + Fe2+ =

*ε*° (Ag+/Ag) = 0,80V > *ε*°(Fe2+/Fe) = –0,44 V

A nagyobb standard potenciálú rendszer oxidált alakja (Ag+) oxidálni képes a másik rendszer redukált alakját (Fe-t). Nem ezek az anyagok szerepelnek az reakcióegyenletben, ez a reakció nem megy végbe.

c) Cl2  + I–  =

*ε*° (Cl–/Cl2) = 1,36V >   *ε*°(I–/I2) = 0,54 V

A nagyobb standard potenciálú rendszer oxidált alakja (Cl2) oxidálni képes a másik rendszer redukált alakját (I–-t). Ezek az anyagok szerepelnek az reakcióegyenletben, ez a reakció végbemegy:

Cl2 + 2 I–  = 2 Cl– + I2

**2. Számítsa ki az alábbi oldatokba merülő 25 oC-os elektródok elektródpotenciálját!**

 **a) rézelektród, amely 0,010 mol/dm3 koncentrációjú CuCl2-oldat merül!**

 **b) klórelektród, amely pH = 2,0 sósavoldatba merül!**

#### Megoldás:

a)

*ε* = *ε*° + = 0,34 + 

b)

A pH = 2,00 sósavban a [H+] = [HCl] = [Cl–] = 1,00⋅10-2 mol/dm3

*ε*=*ε*°–0,0591·lg [Cl–] =1,36–0,0591 lg 0,0100 = 1,48 V

**3. Határozza meg a következő galváncellánál az elektródfolyamatokat, az elektródpotenciálokat, a pólusokat és az elektromotoros erőt, *t* = 25 °C hőmérsékleten!**

Fe ⏐ [Fe2+] = 0,400 mol/dm3⏐ [Pb2+] = 0,0300 mol/dm3⏐ Pb

#### Megoldás:

Fe ⏐ [Fe2+] = 0,400 mol/dm3 ⏐ [Pb2+] = 0,0300 mol/dm3⏐Pb

*ε*(Fe2+/Fe) = –0,44+=–0,45 V **<***ε*(Pb2+/Pb)= –0,13+= –0,17 V

A nagyobb elektródpotenciálú rendszernél redukció van, ez a katód (+), a kisebb elektródpotenciálú rendszernél oxidáció van, ez az anód (–)

(–) oxidáció, anód: Fe = Fe2+ + 2 e– redukció, katód: Pb2+ + 2 e- = Pb (+)

*E*MF. = *εkatós*– *εanód*= –0,17 V – (–0,45 V) = 0,28 V

**4. CuSO4-oldatot elektrolízálunk 20,0 percig, 10,0 amperes árammal. Számítsa ki, hogy hány gramm réz és hány dm3 25 °C-os, 0,100 MPa nyomású oxigén válik le!**

#### Megoldás:

*I* = 10,0 A

*t*= 20,0 perc = 1200 s

*Q* = *I*⋅ *t*= 10 A ⋅ 1200s = 12000 C

(–) a katódon redukció: Cu2+ +2 e–= Cu

(+) az anódon oxidáció: 2 H2O = O2 + 4 H+ +4 e– játszódik le.

1 mol Cu = 63,5 g leválásához 2 . 96500 C töltés kell

 x = 3,94 g Cu válik le 12000 C hatására

**5. Króm(III)-nitrát-oldat elektrolízisekor 12,0 perc alatt a katódon 0,300 g króm vált le. Számítsa ki, hogy mekkora az áramerősség!**

#### Megoldás:

*I* = ? A

*t*= 12,0 perc = 720 s

(–) katódon, redukció: Cr3+ +3 e–= Cr

 1 mol Cr = 52 g leválásához 3 . 96500 C kell

 0,300 g leválásához Q = 1670 C kell

*I* == 2,32 A

**6. Kénsavoldaton 2,0 órán át 8,0 A erősségű áram halad át.**

**a) Számítsa ki az elektródokon keletkező hidrogén- és oxigéngáz tömegét, térfogatát 25 °C hőmérsékleten és standard nyomáson!**

**b) Adja meg, hogy hány tömegszázalékos lesz az oldat az elektrolízis után, ha 200 g *w* = 10,0%-os volt a** kénsavoldat!

#### Megoldás:

a)

*I* = 8,0 A

*t*= 2,0 óra = 7200 s

*Q* = *I*⋅ *t*= 8,0 A ⋅ 7200s = 57 600  C

(–) a katódon redukció: 4 H+ + 4 e–= 2 H2

(+) az anódon oxidáció: 2 H2O = O2 + 4 H+ +4 e– játszódik le.

2 mol H2 4 . 96500 C kell

n = 0,299 mol H2 válik le 57600 C hatására

ez m(H2) = 0,299 mol . 2 g/mol = 0,598 g és V(H2) = 0,299 mol . 24,5 dm3/mol = 7,33 dm3

1 mol O2 4 . 96500 C kell

n = 0,149 mol O2 válik le 57600 C hatására

ez m(O2) = 0,149 mol . 32 g/mol = 4,77 g és V(O2) = 0,149 mol . 24,5 dm3/mol = 3,65 dm3

b)

Az oldott anyag 20,0 g kénsav, az oldat tömege csökken az eltávozó H2-nel és O2-nel, *m*o= 200 g – 0,598 g – 4,77 g = 194,6 g

*w*(H2SO4) =  lesz.