|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **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 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.  **Kémiai reakciók**  *Reakciókinetikai alapok*  A reakciók létrejöttének feltétele  A reakciósebesség és befolyásolása  Aktív állapot és aktiválási energia  Katalizátorok működése  A kémiai reakciók csoportosítása: a résztvevő anyagok száma, részecskeátmenet, reverzibilitás és hőszínezet szerint  *Elektronátmenttel járó reakciók, redoxireakciók*.  Egyenletrendezés oxidációs szám alapján  Oxidáló- és redukálószerek  Oxidáló- és redukálóképesség jellemzése: a standard elektródpotenciál fogalma és alkalmazása  Önként végbemenő redoxifolyamatok  *Protonátmenettel járó folyamatok*  Sav-bázis elméletek: Arrhenius, Brönsted  Sav-bázis folyamatok: közömbösítés, semlegesítés, kémhatás  Savak 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 értelmezése  A képződéshő értelmezése  A termokémiai reakcióegyenlet felírása  Termokémiai számítások (Hess-tétel, kötési energia)  A körfolyamatok energetikája  **Homogén többkomponensű rendszerek**  A folyadékelegyek általános jellemzése, párolgásuk, a parciális tenzió  Tenziógörbék típusai, forráspont- és harmatpontgörbék  A Konovalov-törvények  Folyadékelegyek szétválasztása: desztilláció  **Oldatok és elegyek**  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, összetételtípusok  Gázok oldódása folyadékban  Az oldhatóság értelmezése és megadása  **Kémiai egyensúlyok**  A dinamikus egyensúly, egyensúlyi koncentrációk  A tömeghatás törvényének matematikai alakja és megfogalmazása  Az egyensúlyi reakciók befolyásolási lehetőségei  Homogén egyensúlyok, gázegyensúlyok  Az egyensúlyi állandó típusai  Számítási feladatok megoldása  Disszociációs egyensúlyok  A gázok termikus disszociációja  Az elektrolitos disszociáció fogalma, jellemző mennyiségei, disszociációs állandó, gyenge és erős elektrolitok jellemzői  A disszociációfok és a van't Hoff-tényező  Elektrolit-egyensúlyok  Sav-bázis egyensúlyok, sav- és bázisállandók értelmezése  Erős és gyenge savak, erős és gyenge bázisok pH-ja  Sók hidrolízisének leíró értelmezése  Számítási feladatok megoldása  **Elektrokémia**  Az elektródpotenciál fogalma, kialakulásának értelmezése. A standard elektródpotenciál  Galvánelemek és jelentőségük. Az elektromotoros erő fogalma, számítása standard elektródpotenciál alapján  Az elektrolízis és gyakorlati jelentősége  Elektródfolyamatok. 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*%=  ⋅ 100  Jelentése: 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*%=  ⋅ 100  Jelentése: 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*%= ⋅ 100  Jelentése: 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*2  Mivel az elegyben az anyagmennyiség-törtek (móltörtek) összege = 1.  1 = *x*1 + *x*2  *x*2 = 1 – *x*1  behelyettesítve:  **=** *x*1 ⋅ *M*1 + (1 – *x*1) ⋅ *M*2,  ahol  az 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,t  ahol  *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/mol A 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]2  és 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 ≤* 1  Értékét 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 ⇌ 2I  Ilyenkor 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: α Lásd 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*2  A 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+] = cα  és  *Ks*=  Gyenge bázis esetén általánosan:  Mivel [OH–] = [B+]  és  [BOH] = *c* – [OH–]  *K*b =  illetve  [OH–] = c ⋅ α  és  *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 V  A 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– = Cu  A bruttó reakcióegynelete: Zn + Cu2+ = Zn2+ + Cu  Az *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.