



XVII. DÜRER VERSENY

K KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09-11.

1. feladat

Régen a hajósok a tűzhelyekből, kandallókból kiszedett hamut felhasználták, ugyanis vízzel még értékes anyagot tudtak kivonni belőle. A vizes kioldás után bepárolva egy fehér színű, zsíros tapintású anyagot kaptak, melyet hamuzsírnak neveztek el. A hamuzsír fő összetevője egy fakóibolya lángfestésű vegyület, melynek $8,70 \text{ m/m}\%$ -a szén, $34,8 \text{ m/m}\%$ -a oxigén. A vegyület anionja egy kétszeresen negatív töltésű összetett ion.

a) Mi lehet ez az anyag? Válaszotokat indokoljátok!

A hamuzsír fő összetevőjét tiszta forrásból beszerezve 45 g -ot vízben oldottunk fel, úgy, hogy a végső térfogat $1,00 \text{ liter}$ lett. A vegyület anionja vízzel reagálni tud, első körben hidroxidion keletkezése mellett egy új összetett anion keletkezik, melynek töltése egyszeresen negatív.

b) Írjátok fel ezt az egyenletet!

Az egyenlet egy egyensúlyi reakciót ír le, melynek egyensúlyi állandója: $K_b = 2,0 \cdot 10^{-4}$. (Második körben az egyszeresen negatív anion még egy vízmolekulával tud reagálni, de ettől a folyamattól ebben a feladatban eltekintünk, mert csak elhanyagolható mértékben játszódik le.)

c) Elsőként tételezzük fel, hogy olyan kevés hidroxidion keletkezik, hogy a kiindulási (kétszeresen negatív töltésű) anion koncentrációja érdemben nem változik (a számolás során használt három értékesjegy nem változik). Ezen feltételezéssel számolva mennyi lesz az egyensúlyi hidroxidion koncentráció és a pH?

d) A fenti számolás alapján jogos volt a feltételezésünk, hogy a kétszeresen negatív töltésű anion koncentrációjának első 3 értékes jegye nem változik?

e) Ha nem élünk a fenti feltételezéssel, úgy egy másodfokú egyenletet kell megoldani. Mekkora az egyensúlyi hidroxidion koncentráció és a pH a másodfokú egyenletet megoldva?

f) Ha csak a pH értékre vagyunk kíváncsiak (3 értékesjegy pontossággal) élhetünk-e a gyorsabb számolási módszerrel?

A hamuzsír fő összetevője egy gyenge sav sója, mely gyenge bázisként viselkedik.

g) Hogy ezt a gyengeséget érzékeltessük, számoljátok ki, hogy hány gramm CaO -ból kell 1 liter oldatot készítenünk, hogy a pH-ja megegyezzen a 45 g hamuzsírból készült oldat pH-jával!



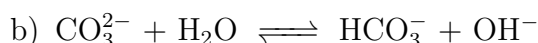
XVII. DÜRER VERSENY

K KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

1. feladat megoldása

a) Ha 100 g anyagot veszünk, abban 8,7 g szén és 34,8 g oxigén van. A szén anyagmennyisége 0,725 mol, míg az oxigéné 2,175 mol, tehát $n(\text{C}):n(\text{O}) = 1:3$. Ezek alapján egy karbonát sóról van szó, a lángfestés alapján a kation a kálium, tehát a só a kálium-karbonát (K_2CO_3).



c)
$$K = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]}$$

A képződő hidrogénkarbonát ion és a hidroxidion koncentrációja azonos (jelöljük x -szel), így élve a $[\text{CO}_3^{2-}] \approx c_{\text{só}}$ feltételezéssel az $x^2 = K \cdot c_{\text{só}}$ képlettel kiszámolható a hidroxidion koncentrációja.

$$c_{\text{só}} = \frac{m}{MV} = 0,3256 \text{ mol/dm}^3$$

$$x = \sqrt{K c_{\text{só}}} = 8,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \lg x = 11,9$$

d) A $c_{\text{só}}$ -ból a hidroxidion ($8,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$) koncentrációját levonva $0,3175 \text{ mol/dm}^3$ adódik, tehát nemcsak a harmadik, de a második értékes jegy is változott, így nem volt igaz a feltételezés ezen része.

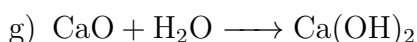
e)
$$K = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]} = \frac{x^2}{c_{\text{só}} - x}$$

$$x^2 + Kx - Kc = 0$$

$$x = 7,96 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \lg x = 11,9$$

f) Az elhanyagolás nélkül számolt hidroxidion koncentráció esetén is 11,9-es pH adódik, azaz élhetünk a gyorsabb számolás módszerével.



Mivel a kalcium-hidroxid erős bázis, ezért abból elegendő $3,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, melynek tömege $0,223 \text{ g}$ ($M = 56,1 \text{ g/mol}$), tehát a hamuzsír tömegének körülbelül 200-ad része szükséges azonos pH eléréséhez.



XVII. DÜRER VERSENY

K KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

2. feladat

Az Atlanti-óceán partján fekvő San Sal halászáros a kiváló Mucha Sal nevű sólepárlójáról ismert, amely az óceánvíz napsugárzás hatására történő lepárlásával állít elő sót hatalmas területen. A Mucha Sal egyik legfontosabb ügyfele a szomszéd városban elhelyezkedő Mejor Palitos Salados ropigyár.

- Írjátok fel a nátrium-klorid disszociációjának egyenletét! Milyen kémhatású a konyhasó vizes oldata?
- Milyen vastag réteg konyhasó keletkezik a sólepárlóban 1 méter magas óceánvíz maradéktalan bepárlásával? Az óceán vizének sűrűsége $1,0 \text{ g/cm}^3$, sótartalma $3,2 \text{ m/m}\%$, a konyhasó sűrűsége $2,16 \text{ g/cm}^3$.
- A párolgás exoterm vagy endoterm folyamat? Fizikai vagy kémiai átalakulás?
- Hány deciliter vízből lehet egy 250 grammos csomag ropihoz elegendő sőt előállítani, ha 100 g ropi $4,2 \text{ g}$ konyhasót tartalmaz?

San Sal városában lakó egészséges felnőttekben a szérum Na^+ koncentráció átlagosan 140 mmol/liter , a Cl^- koncentráció átlagosan 100 mmol/liter . A betegellátásban általánosan használt “fiziológias” só oldat $0,9 \%$ -os (azaz $0,9 \text{ g NaCl}$ -ot tartalmaz 100 ml oldat).

- Hány százalékkal nagyobb “fiziológias” só oldat Na^+ és Cl^- koncentrációja a szérumban mérhetőhöz képest?

San Sal városának önkormányzata a nehéz gazdasági helyzetre hivatkozva elrendelte, hogy a városi kórházban csak az óceán vizéből helyben, helyi vállalkozók által előállított (és sterilizált) sóoldatot lehet használni. A legyártott sóoldatok engedélyeztetése során azok Cl^- tartalmát 10-szeres hígítású minták argentometriás titrálásával ellenőrizték. A $25,0 \text{ cm}^3$ -es minták titrálása során a $0,05 \text{ mol/dm}^3$ -es AgNO_3 mérőoldat fogyasztásának átlaga $7,35 \text{ cm}^3$ volt.

- Hány mmol/liter volt az előállított oldat Cl^- koncentrációja?

Argentometriás titrálás (Mohr-szerint): A kloridionok az ezüst-nitrát mérőoldattal rosszul oldódó csapadékot képeznek. Az ismeretlen koncentrációjú halogenid (Cl^-) oldat adott térfogatához ismert koncentrációjú mérőoldatot (AgNO_3 -oldat) csepegtetünk egy bürettából. Ha az Ag^+ anyagmennyisége éppen meghaladja Cl^- anyagmennyiségét, az ezüst-ionok az indikátorként alkalmazott K_2CrO_4 -tal alkotnak színes csapadékot, ez jelzi a végpontot.



XVII. DÜRER VERSENY

K

KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

2. feladat megoldása

- a) $\text{NaCl} \longrightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$, semleges kémhatású
- b) Vegyünk 1 m^3 tengervizet, melyben $1000 \text{ kg} \cdot 3,2\% = 32 \text{ kg} = 32000 \text{ g}$ só van.
 $32000/2,16 = 14818 \text{ cm}^3$ konyhasó lesz $1 \text{ m}^2 = 10000 \text{ cm}^2$ területen.
 $14818 \text{ cm}^3/10000 \text{ cm}^2 = 1,48 \text{ cm}$ vastag réteg só keletkezik.
- c) endoterm, fizikai átalakulás
- d) 250 g ropihoz $4,2 \text{ g} \cdot 2,5 = 10,5 \text{ g}$ só szükséges.
 $10,5 \text{ g}/3,2 \text{ m/m}\% = 328,1 \text{ g}$ tengervíz, melynek térfogata $328,1 \text{ cm}^3 = 3,28$ deciliter.
- e) $0,9 \text{ g}/100 \text{ ml} = 9 \text{ g/l}$, azaz 154 mmol/liter
 $154/140 = 1,1$, tehát a Na^+ koncentráció 10% -kal nagyobb.
 $154/100 = 1,54$, tehát a Cl^- koncentráció 54% -kal nagyobb.
- f) $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \longrightarrow \underline{\text{AgCl}}$
 $c_1V_1 = c_2V_2$
 $c(\text{Cl}^-) = \frac{c(\text{Ag}^+)V(\text{Ag}^+)}{V(\text{Cl}^-)} = 0,0147 \text{ mol/dm}^3$ (10-szeres hígításban)
 $c(\text{Cl}^-, \text{eredeti}) = 0,147 \text{ mol/dm}^3$, azaz 147 mmol/liter .



XVII. DÜRER VERSENY

K

KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

3. feladat

A mangán(II)-klorid egy halványrózsaszínű kristályos vegyület, mely kristályvízzel kristályosodik. Barna kópor és sósav reakciójával lehet laboratóriumban előállítani, miközben gázfejlődés tapasztalható. Sajnos a kristályvíztartalmát nem ismerjük, de a következő adatokat megtaláltuk a Kalózok Kristályhatározó Könyvében:

- $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 10 mol vízben 0,9 mol kristályvízmentes só oldódik
- $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 10 mol vízben 1,4 mol kristályvízmentes só oldódik

- Írjátok fel a mangán(II)-klorid laboratóriumi előállításának reakcióegyenletét!
- Hány tömegszázalékos a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on, illetve az $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on telített oldat?

Ha $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 80 mol víz segítségével telített oldatot készítünk (kristályvízmentes sóból) és azt $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra hűtjük, akkor 6,25 mol kristályvizes só válik ki.

- Hány mol kristályvízmentes sót old 80 mol víz $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on?
- Az utóbbi oldatot $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra hűtve hány mol (kristályvízmentes) só maradt az oldatban?
- Meg lehet-e határozni, hogy hány gramm víz maradt a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os oldatban? Ha igen, számoljátok ki!
- Ezek alapján hány mol kristályvízzel kristályosodik a mangán(II)-klorid?

Ha $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on 100 g telített oldatot készítünk és azt $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegítjük, az oldat 18,39 g kristályvizes sót old fel.

- Hány mol kristályvízmentes sót old 10 mol víz $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on?



XVII. DÜRER VERSENY

K

KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

3. feladat megoldása

- a) $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \longrightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- b) $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g/mol}$, $M(\text{MnCl}_2) = 125,8 \text{ g/mol}$, így 0°C -on $38,61 \text{ m/m}\%$ -os az oldat, 50°C -on $49,45 \text{ m/m}\%$ -os.
- c) 80 mol víz 50°C -on $8 \cdot 1,4 = 11,2 \text{ mol}$ sót old.
- d) Mivel $6,25 \text{ mol}$ vált ki, $11,2 - 6,25 = 4,95 \text{ mol}$ só marad oldatban.
- e) Meg lehet határozni, hiszen a tömegszázalék mintájára anyagmennyiség-százalék értéket is lehet számolni, ami ugyanúgy jellemzi az oldatot. A 0°C -os oldat $8,26 \text{ n/n}\%$ -os, és mivel ismert az oldott anyag anyagmennyisége, ezért az oldaté, majd az oldószeré is kiszámolható. 55 mol víz, azaz 990 g található az oldatban.
- f) Mivel eredetileg 80 mol víz volt az oldatban, a kristályba $80 - 55 = 25 \text{ mol}$ került. A MnCl_2 anyagmennyisége $6,25 \text{ mol}$, tehát $25/6,25 = 4$ kristályvízzel kristályosodik a mangán(II)-klorid.
- g) 100 g 0°C -on telített oldat a tömegszázalékos összetétel alapján $38,61 \text{ g}$ sót és $61,39 \text{ g}$ vizet tartalmaz.

A kristályvizes só $63,57 \text{ m/m}\%$ sót és $36,43 \text{ m/m}\%$ vizet tartalmaz, $18,39 \text{ g}$ kristályvizes sóban így $11,69 \text{ g}$ só és $6,699 \text{ g}$ víz van.

A 20°C -on telített oldatban összesen tehát $38,61 + 11,69 = 50,3 \text{ g}$ só és $61,39 + 6,699 = 68,09 \text{ g}$ víz lesz.

A telített oldatban a víz : só anyagmennyiség arány így $3,779 : 0,3998$ lesz, vagyis 20°C -on 10 mol víz $1,058 \text{ mol}$ kristályvízmentes sót old fel.



XVII. DÜRER VERSENY

K

KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

4. feladat

A bórsav igen fontos szerepet játszhat egy hajón, hiszen rendkívül széleskörűen felhasználható. Főleg fertőtlenítő hatása miatt hasznos, így élelmiszer tartósításra és a gyógyászatban is használják, de rovarölő tulajdonsága is hasznos lehet. Atomerőművekben neutronelnyelőként vagy mezőgazdaságban lombtrágyaként való alkalmazása a tengeri közlekedést kevésbé érinti.

A bórsavról tudjuk, hogy 17,5 $m/m\%$ -a bór és 77,6 $m/m\%$ -a oxigén ($M(\text{bór}) = 10,81 \text{ g/mol}$). A bórsavat vízben oldva a bórsav molekula mellett csak $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ ion mutatható ki. A bórsav előállítható, ha a bór egy hidridjét (B_xH_y) vízzel reagáltatjuk, ekkor hidrogénfejlődés közben keletkezik. 3 mol bór-hidridből 15 mol bórsav és 938 dm^3 20 °C-os atmoszferikus nyomású (101,3 kPa) hidrogéngáz keletkezik.

Az üvegyártás során is használnak bórsavat. Hevítés hatására a tömegének 36,4 $m/m\%$ -át elveszti és tetrabórsavvá alakul (a tömegvesztés során csak vízgőz távozik, más vegyület nem keletkezik a tetrabórsavon kívül). További hevítésre bór-trioxid keletkezik (itt is csak vízvesztés történik). A bór-trioxid olvadáspont csökkentő adalékanyag az üvegyiparban (boroszilikát üvegek).

- Mi a bórsav összegképlete?
- Írjátok fel a bórsav vizes oldatának savas kémhatását indokló reakcióegyenletet! Hány "értékű" sav ez alapján a bórsav?
- Hány mol hidrogéngáz képződik 1 mol bór-hidridből?
- Hány mol vízzel reagál 1 mol bór-hidrid?
- Mi a szóban forgó bór-hidrid képlete?
- Írjátok fel a bór-hidrid vízzel való reakcióegyenletét!
- Írjátok fel a tetrabórsav és a bór-trioxid keletkezésének egyenletét!



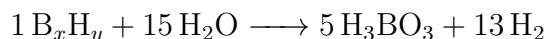
XVII. DÜRER VERSENY

K KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

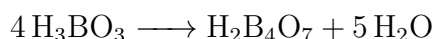
4. feladat megoldása

- a) 100 g bórsavban a megadott $m/m\%$ -os adatok alapján 17,5 g B, 77,6 g O, és 4,9 g H van. A moláris tömegekkel leosztva megkapjuk az 1:3:3 molarányt, tehát az összegképlet H_3BO_3 .
- b) $\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{B}(\text{OH})_4]^- + \text{H}_3\text{O}^+$, tehát egyértékű sav.
- c) Az egyetemes gáztörvény alapján $n = \frac{pV}{RT} = 39,00$ mol, tehát 13 mol hidrogéngáz képződik 1 mol bór-hidridből.
- d) 1 mol bór-hidridből 5 mol bórsav keletkezik. A bór-hidridben nincs oxigén atom, így az 5 mol bórsav összesen 15 mol oxigénje mind a vízből érkezik, azaz 1 mol bór-hidrid 15 mol vízzel reagál.
- e)-f) Az eddigiek alapján felírható a bór-hidrid (B_xH_y) vízzel való reakció egyenlete:

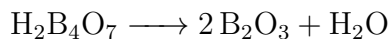


Mivel a jobb oldalon 5 bór található, $x = 5$. A hidrogéneket számolva pedig könnyen adódik, hogy $y = 11$. Tehát a keresett képlet: B_5H_{11} .

- g) Vegyünk 100 g bórsavat! 100 g bórsav anyagmennyisége 1,618 mol. Hevítéssel 36,4 g vizet veszít, azaz 2,022 mol víz távozik. A bórsavban volt 4,850 mol oxigén, a vízvesztés után 2,832 mol marad, míg a 4,850 mol hidrogénből 0,810 mol marad meg. Így a tetrabórsavban a bór:oxigén:hidrogén arány 1:1,75:0,5 lesz, azaz 4:7:2, tehát a tetrabórsav képlete $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$.



Belátható, hogy további 1 vízmolekula tud távozni, így az egyenlet:





XVII. DÜRER VERSENY

K
KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

5. feladat

A Részeg TengerÉSZ 100 literes hordójában két telített szénlancú alkohol 1:1 mólarányú elegye található. 1 mol elegy tökéletes égése során 2 mol szén-dioxid és 3 mol víz keletkezett, 2,75 mol oxigén felhasználása mellett. Mely alkoholok alkotják az elegyet? Adjátok meg a lehetséges komponens párok nevét!



XVII. DÜRER VERSENY

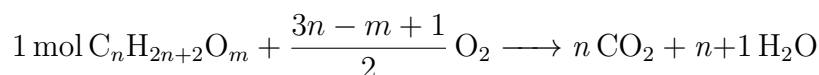
K

KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09-11.

5. feladat megoldása

Számoljunk 2 mol eleggyel, amiben 1-1 mol alkohol van! Így az égéstermék 4 mol CO_2 és 6 mol víz lesz, 5,5 mol O_2 fogyasztás mellett. Az alkoholok égésének egyenlete a következő, n szénatomszám és m értékűség esetén:



Legyen a két alkohol szénatomszáma n_1 és n_2 , értékűsége m_1 és m_2 !

1-1 mol (összesen 2 mol) alkohol elégetése során 4 mol CO_2 keletkezett, tehát $n_1 + n_2 = 4$.

1-1 mol (összesen 2 mol) alkohol elégetése során 5,5 mol O_2 fogyott, tehát az értékűségekre az alábbi összefüggés írható fel:

$$\frac{3n_1 - m_1 + 1}{2} + \frac{3n_2 - m_2 + 1}{2} = 5,5$$

$$3n_1 - m_1 + 1 + 3n_2 - m_2 + 1 = 11$$

$$3(n_1 + n_2) - (m_1 + m_2) = 9$$

az $n_1 + n_2 = 4$ összefüggést behelyettesítve:

$$12 - (m_1 + m_2) = 9$$

$$m_1 + m_2 = 3$$

Tehát az egyik alkohol egyértékű, a másik kétértékű, a szénatomszámuk össze pedig 4, vagyis két 2 szénatomos, vagy egy 1 és egy 3 szénatomos alkoholt keresünk. A lehetséges megoldások az alábbiak:

szénatomszám	egyértékű alkohol	kétértékű alkohol
1+3	metanol	prop-1,1-diol
1+3	metanol	prop-1,2-diol
1+3	metanol	prop-1,3-diol
1+3	metanol	prop-2,2-diol
3+1	prop-1-ol	metándiol
3+1	prop-2-ol	metándiol
2+2	etanol	etán-1,1-diol
2+2	etanol	etán-1,2-diol