

1. feladat

A szerves vegyületek számos tagja rendelkezik valamilyen jellegzetes illattal, kellemetlenebb esetben szaggal, bűzzel. Ebben a feladatban (ha pontosan követitek az utasításokat!) egy kellemes illatú vegyületet fogtok előállítani a megadott recept alapján.

Preparatív feladat:

Száraz kémcsőbe mérjétek be 2,0 ml vajsavat ($\rho = 0,96 \text{ g/cm}^3$) és 2,6 ml etanolt ($\rho = 0,79 \text{ g/cm}^3$). Adjatok hozzá 5 csepp tömény kénsavat, majd a kémcsövet dugaszoljátok be, rázzátok össze, majd $70 \text{ }^\circ\text{C}$ -os vízfürdőben melegítétek 30 percig. A kémcsövet 5 percenként szellőztessétek, nehogy a megnövekedett nyomás kilökje a dugót vagy szétvesse a kémcsövet. A kémcső tartalmát ilyenkor rázzátok is meg!

Miután letelt a 30 perc, a kémcsövet hűtsétek le. Adjatok hozzá 2 ml félig telített (kb. 13 $m/m\%$ -os) NaCl-oldatot, dugaszoljátok be, majd alaposan rázzátok össze. A fázissztválás után az alsó vizes fázist Pasteur-pipettával távolítsátok el. Ezt a lépést (NaCl-os mosás) még kétszer ismételjétek meg. Ezután adjatok hozzá 5 ml telített (kb. 9 $m/m\%$ -os) NaHCO_3 -oldatot, a nyitott kémcsövet alaposan rázzátok össze, majd bedugaszolva ismét rázzátok össze. A fázissztválást követően távolítsátok el az alsó, vizes fázist. Ezt mindaddig ismételjétek, míg gázfejlődést tapasztaltok. Ezután ismételten 2 ml félig telített NaCl-oldattal rázzátok ki az oldatot, háromszor egymás után.

A kirázást követően a felső, szerves fázist pipettázzátok át egy száraz kémcsőbe, majd adjatok hozzá kevés vízmentes nátrium-szulfátot. 15 perc után a szárítószert Pasteur-pipettába helyeztetek vattán át szűrjétek előre lemért tömegű kémcsőbe, majd ennek a tömegét is mérjétek le!

- Írjátok fel a folyamat reakcióegyenletét vonalképletet vagy félkonstitúciós képletet alkalmazva!
- Mi célt szolgál az elején hozzáadott kénsav?
- Hány g terméket sikerült előállítani? Mekkora a termelési százalék 100 %-os tisztaságot feltételezve?
- Miért rázzuk ki a nyersterméket nátrium-hidrogénkarbonáttal? Milyen gáz keletkezik közben?
- Milyen illata van a terméknek?
- Bár a vízdékony alkoholok nagy része eltávolítható extrakció segítségével, a termék nem teljesen tiszta. A nyersterméket hogyan tisztítanátok meg a maradék alkoholtól?
- Milyen más gyümölcs illatú észtert ismertek? Soroljátok fel legalább 2 példát!
- A terméketeket mutassátok meg az egyik szervezőnek!

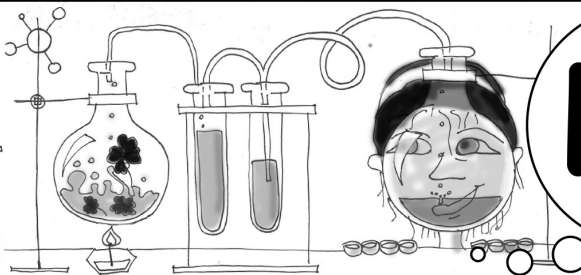
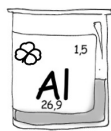


DÜRER VERSENY KÉMIA MEGOLDÁSOK

9-12. OSZTÁLYOSOK

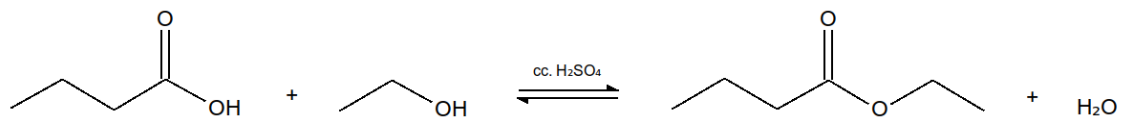
DÖNTŐ:

2020. FEBRUÁR 7-9.

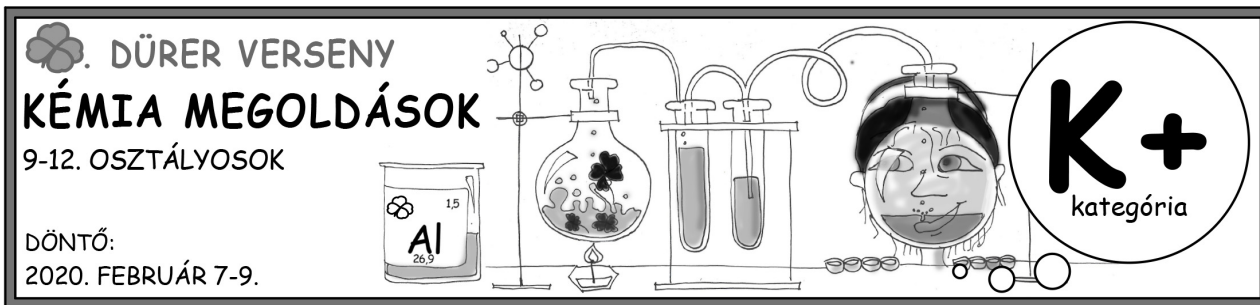


K+
kategória

1. feladat megoldás

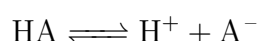


- a)
- b) katalizátor
- c) A 2,0 ml vajsav tömege 1,92 g és mivel a moláris tömeg 88,1 g/mol, ezért az anyagmennyisége 21,8 mmol. A 2,6 ml etanol tömege 2,054 g, anyagmennyisége pedig 44,6 mmol. Látható, hogy a vajsav van feleslegben, tehát maximálisan 21,8 mmol észter keletkezhetett. Mivel a keletkező etil-butirát moláris tömege 116,16 g/mol, ezért az elméleti maximális termelés 2,53 g. Az általunk kapott tömeget ennyivel kellett elosztani, majd megszorozni 100 %-kal, hogy megkapjuk a termelési százalékot.
- d) A NaHCO_3 -s kirázás célja a kénsav (illetve a vajsav) maradékának eltávolítása (sóképzés, amit a NaCl -oldatos kirázással eltávolíthatunk). Szén-dioxid keletkezik közben.
- e) ananász
- f) desztilláció, kromatográfia
- g) propil-izobutirát (eper-ananász), pentil-butirát (körte), izoamil-acetát (banán), metil-izobutirát (sárgabarack) - természetesen más észtereket is elfogadtunk

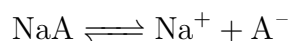


2. feladat

Ha egy gyenge sav és egy erős bázissal képzett sója egyszerre van jelen az oldatban, akkor puffer-oldatról beszélhetünk. Természetesen gyenge bázis és erős savval képzett sójának jelenléte esetében is puffert kapunk. A puffer-oldatok különlegességét az adja, hogy az erős bázisok illetve erős savak pH-ra gyakorolt hatását csökkentik. A gyenge savat (jelöljük HA-ként) tartalmazó oldatban így írható fel a H^+ ionok képződése:



Viszont mivel jelen van a sója is (tekintsük a NaOH-dal képzett sót), ezért a következő reakció is végbemegy:



Mivel vizes oldatban a sók disszociációja jó közelítéssel 100 %-osnak tekinthető, ezért belátható, hogy a só jelenléte visszaszorítja a gyenge sav disszociációját. Mivel eleve gyenge savról beszélünk és még vissza is szorítjuk a disszociációt jogosan élhetünk azzal a feltételezéssel, hogy a savmaradékionok teljes mennyisége a sótól származik és a gyenge sav „bemérési” koncentrációja elhanyagolhatóan csökken a disszociáció okán. Tehát felírhatók az alábbi közelítések:

$$c_{s\acute{o}} = [A^-] \text{ és } c_{sav} = [HA]$$

Azaz a savi disszociációs egyensúlyt felírva, majd a két oldal negatív logaritmusát képezve:

$$K_s = \frac{[H^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

$$-\lg(K_s) = pK_s = pH - \lg \frac{[A^-]}{[HA]} = pH - \lg \frac{c_{s\acute{o}}}{c_{sav}}$$

Ez utóbbi a Henderson-Hasselbach egyenlet, melyből adódik, hogy az oldat pH-ja jó közelítéssel a só és a sav bemérési koncentrációjától függ:

$$pH = pK_s + \lg \frac{c_{s\acute{o}}}{c_{sav}}$$

Ha a pufferelegyhez erős savat adunk, akkor a só anionjaiból szabad sav képződik, tehát ha a hozzáadott sav koncentrációja x , akkor a következő írható fel:

$$pH = pK_s + \lg \frac{c_{s\acute{o}} - x}{c_{sav} + x}$$

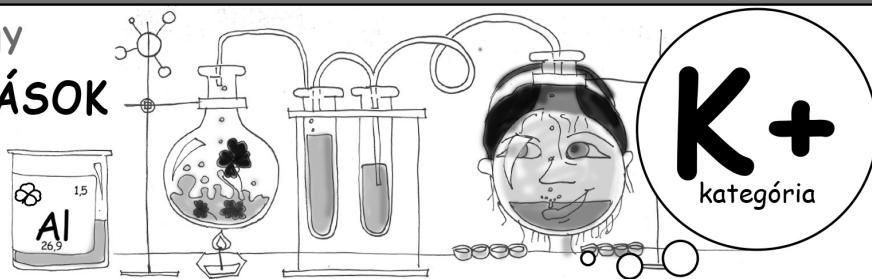
Erős lúg hatására pedig a só koncentrációja növekszik, a savé pedig csökken, tehát a pufferrendszer pH-ja az összetevők arányától függ! Azonban ez nehezen összehasonlítható, így létrehozták a pufferkapacitás fogalmát.

A **pufferkapacitás** 1 mol/dm³ koncentrációjú egyértékű erős sav (vagy bázis) azon térfogata, amelynek a hatására 1 dm³ pufferoldat pH-ja egységnyivel csökken vagy növekszik.

 DÜRER VERSENY
KÉMIA MEGOLDÁSOK

9-12. OSZTÁLYOSOK

DÖNTŐ:
2020. FEBRUÁR 7-9.



Kísérleti feladat:

A pufferkapacitás meghatározásához erős savként $0,5 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavat, erős bázisként $0,5 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldatot fogtok használni. A pontos számoláshoz azonban ezen oldatok pontos koncentrációjára van szükség. A sósavoldat faktorát megtaláljátok az üvegére felírva, viszont a NaOH-oldat faktorát nektek kell meghatároznotok, ugyanis az előző nap mért érték meglehetősen pontatlan ebben az esetben. A faktor meghatározásához találtok pontos tömegű oxálsavat $((\text{COOH})_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O})$, készítsetek belőle 100 cm^3 oldatot, majd 20 cm^3 -es részleteit titráljátok meg a faktorozandó NaOH-oldattal.

- Miért változik a NaOH-oldat koncentrációja (faktora) gyorsabban, mint a sósavé?
- Mennyi a mérések során használandó NaOH-oldat faktora?

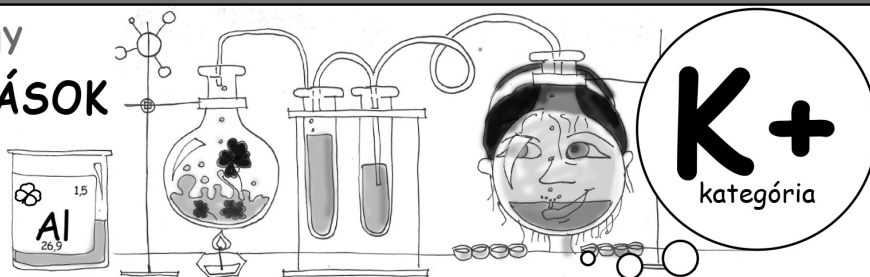
A feladat első részében ismert összetételű oldatok pufferkapacitását kell meghatároznotok. A következő táblázat alapján készítsetek 3 pufferoldatot (mindegyikből két párhuzamosat a savas és lúgos pufferkapacitás meghatározásához). Számoljátok ki az elméleti pufferkapacitást és ennek megfelelően adjatok sósavat és NaOH-ot a mintákhoz, majd pH-mérő segítségével mérjétek meg az elkészült elegyek pH-ját. A feladatrész során $0,3000 \text{ mol/dm}^3$ -es ecetsav oldatot és $0,3000 \text{ mol/dm}^3$ -es nátrium-acetát oldatot használjátok. Az ecetsav pK_s értéke: 4,75.

	Ecetsav	Nátrium-acetát	desztillált víz
1. oldat	25 cm^3	25 cm^3	50 cm^3
2. oldat	50 cm^3	50 cm^3	0 cm^3
3. oldat	50 cm^3	25 cm^3	25 cm^3

- Foglaljátok össze táblázatban a készített 3 oldat savas és lúgos tartományban kapott elméleti, illetve a méréssel meghatározott pufferkapacitását!
- Hasonlítsátok össze, hogy a sav és lúgoldal hozzáadása után a pH értéke valóban 1 egységgel változott -e! Amennyiben eltérés tapasztalható indokoljátok az okát!
- A pufferrendszer két összetevőjének aránya hogyan befolyásolja a savas és lúgos irányban mért pufferkapacitásokat?

Kaptatok egy ismeretlen pufferoldatot is. $100\text{-}100 \text{ cm}^3$ -ét pH-mérő mellett titrálva határozzátok meg az oldat pufferkapacitását mind savas, mind lúgos irányban!

- Mennyi az ismeretlen oldat pufferkapacitása?
- A mért értékek segítségével határozzátok meg az ismeretlen pufferoldatban lévő sav koncentrációját, a só koncentrációját illetve a savi disszociációs állandót!
- A pufferhatás számszerűsítése érdekében számoljátok ki, hogy mennyi lett volna a pH a pufferkapacitásnak megfelelő sav/lúg hozzáadása esetén olyan kiindulási oldat esetében, ahol a megegyező koncentrációjú gyenge sav mellett nincs só!



2. feladat megoldás

- a) A NaOH a levegőből megkötö a vizet és a szén-dioxidot, azaz elkarbonátosodik és hígul is, tehát csökken a töménysége.
- b) Az oxálsav feloldása után egy ismert koncentrációjú oldatot kapunk, aminek 20 cm³-ében ismert mennyiségű oxálsav található. Kiszámolható, hogy hány ml fogyna a pontosan 0,500 mol/dm³-es NaOH-oldatból $V_{\text{névleges}}$, illetve megtitrálva kiderül, hogy valóban hány ml fogyott $V_{\text{valódi}}$. Az oldat faktorát a következőképpen lehet kiszámolni:

$$\text{faktor} = \frac{c_{\text{valódi}}}{c_{\text{névleges}}} = \frac{\frac{n}{V_{\text{valódi}}}}{\frac{n}{V_{\text{névleges}}}} = \frac{V_{\text{névleges}}}{V_{\text{valódi}}}$$

- c-d) Ha alaposan megnézzük az első és a második oldat összetételét, akkor láthatjuk, hogy bennük a sav és a só koncentrációja megegyezik. Ez azt jelenti, hogy a Henderson-Hasselbach egyenletben a logaritmus mögött 1 található, tehát a logaritmus értéke nulla, azaz $\text{pH} = \text{p}K_s$. A harmadik oldat esetében a logaritmus mögött 0,5 található, tehát a várt pH értéke 4,45. Ezeket a pH értékeket akár le is lehetett ellenőrizni a pH mérővel, hogy lássuk, milyen pontos a mérésünk. Pontatlanság adódhat egyrészt abból, hogy mérőhengerrel öntjük össze az oldatokat, másrészt a pH-mérő eszköznek is van hibája, bizonytalansága.

Következő lépésben ki kellett számolnunk a pufferkapacitásokat. Ehhez érdemes az alábbi megfontolást tennünk ($V_{\text{só}} = V_{\text{sav}}$ okán):

$$\lg \frac{c_{\text{só}}}{c_{\text{sav}}} = \frac{\frac{n_{\text{só}}}{V_{\text{só}}}}{\frac{n_{\text{sav}}}{V_{\text{sav}}}} = \frac{n_{\text{só}}}{n_{\text{sav}}}$$

Az adott oldatok esetében a következőképpen kellett meghatározni az elméleti pufferkapacitást (x és y a hozzáadandó sav és bázis anyagmennyisége):

$$\text{savas: } \text{pH}_{\text{eredeti}} - 1 = \text{p}K_s + \lg \frac{n_{\text{só}} - x}{n_{\text{sav}} + x}$$

$$\text{lúgos: } \text{pH}_{\text{eredeti}} + 1 = \text{p}K_s + \lg \frac{n_{\text{só}} + y}{n_{\text{sav}} - y}$$

Ha meghatároztuk x és y értékét, akkor a faktorokkal pontosított koncentrációk segítségével kifejezhető a pufferkapacitás minden esetben. A büretták (vagy pipetták, mérőhengerek) segítségével hozzá lehetett adni a pufferkapacitásnak megfelelő mennyiségű HCl- illetve NaOH-oldatokat, majd pH-mérő segítségével meg kellett mérni a pH-jukat. Az eredeti oldathoz képest +1-gyel és -1-gyel szerettük volna módosítani a pH-t, a valóságban ez többé-kevésbé sikerült az eszközök és a pH mérő pontatlanságának figyelembe vételével.

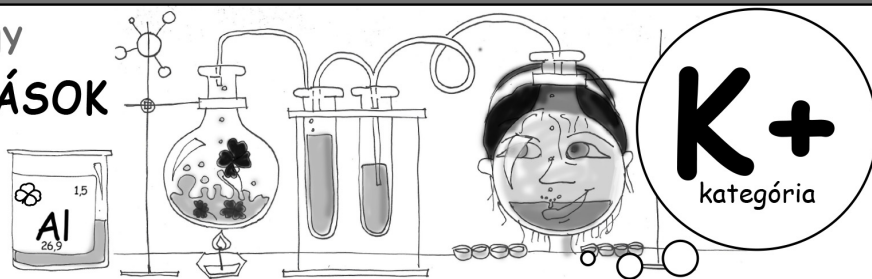


DÜRER VERSENY KÉMIA MEGOLDÁSOK

9-12. OSZTÁLYOSOK

DÖNTŐ:

2020. FEBRUÁR 7-9.

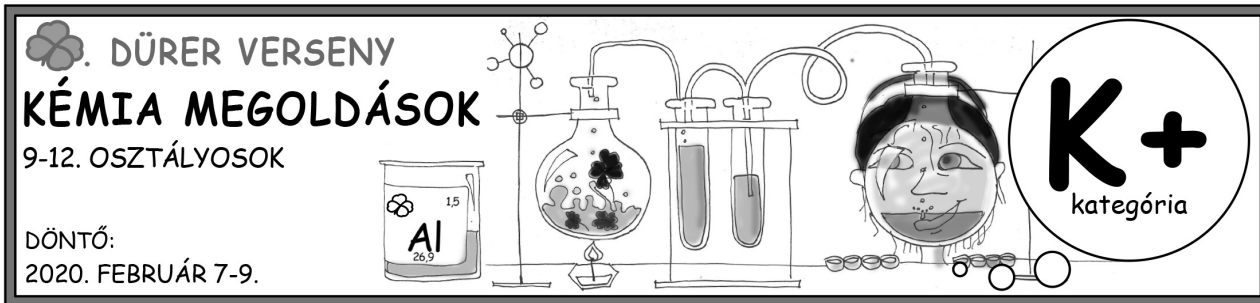


- e) Amikor a pufferrendszerben megegyezik a sav és a só koncentrációja, akkor a pufferkapacitás savas és lúgos irányban szimmetrikus lesz, azaz ugyanannyi sav csökkenti a pH-t eggyel, mint amennyi lúg növeli szintén eggyel. Ha több a sav, akkor a savas irányban "érzékenyebb" lesz a puffer rendszer, azaz több lúg kell a pH növeléséhez, mint sav a pH csökkentéséhez. Amikor a só a több, akkor pedig lúgos irányban "érzékenyebb" a rendszer.
- f) Az ismeretlen oldat pufferkapacitását pH-mérő melletti titrálással kellett meghatározni. Tehát addig kellett csepegtetni a bürettából a reagenst, míg a pH értéke 1-gyel változott.
- g) Ha meghatároztuk az ismeretlen oldat pufferkapacitásait, ebből kiszámolható, hogy hány mol savat, illetve lúgot adtunk az oldathoz (s és l). Az ismeretlen oldat pH-ját meg lehetett mérni (pH_i). Ezen adatok ismeretében fel lehetett írni a következő 3 egyenletet:

$$\begin{aligned}\text{pH}_i &= \text{p}K_{\text{s},i} + \lg \frac{n_{\text{só},i}}{n_{\text{sav},i}} \\ \text{pH}_i - 1 &= \text{p}K_{\text{s},i} + \lg \frac{n_{\text{só},i} - s}{n_{\text{sav},i} + s} \\ \text{pH}_i + 1 &= \text{p}K_{\text{s},i} + \lg \frac{n_{\text{só},i} + l}{n_{\text{sav},i}}\end{aligned}$$

Van 3 egyenletünk és 3 ismeretlenünk ($\text{p}K_{\text{s},i}$, $n_{\text{só},i}$ és $n_{\text{sav},i}$), tehát az ismeretlenek értéke meghatározható, az anyagmennyiség adatokból pedig a sav és a só komponens koncentrációja meghatározható. A savállandó értékéből pedig a függvénytáblázat segítségével beazonosítható, hogy melyik sav volt az ismeretlen.

- h) Ebben a feladatrészben már nem puffer rendszerünk volt, hanem egy gyenge savunk az előző feladatrészben meghatározott koncentrációban. A savas pufferkapacitásnak megfelelő savmennyiség hozzáadása után egy gyenge sav és erős sav keveréke lesz a rendszerben, melynek a pH-ját az erős sav koncentrációja fogja meghatározni. A lúgos pufferkapacitásnak megfelelő savmennyiség hozzáadása után újra puffer rendszert kapunk, melynek pH-ja a Henderson-Hasselbach egyenlettel meghatározható.



3. feladat

A vanádiumnak többféle oxidációs száma lehet, ezek egy része színes megjelenésű.

- a) Milyen oxidációs állapotú a vanádium a kapott ammónium-vanadát-oldatban?

Az első kémcsőben 5 cm^3 reagens NH_4VO_3 -oldatot savanyítanak meg 8 csepp cc. kénsavval. A vanádium az így nyert erősen savas oldatban nagyrészt VO_2^+ -ionok formájában található, de kisebb részt polivanadátionok, főleg dekavanadátion ($\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6-}$) különböző mértékben protonált formái is jelen vannak, ezek felelősek az oldat színéért.

- b) Milyen színű lett az oldat? (Elképzelhető, hogy a polimerizációs folyamatok miatt csak nagyon rövid ideig tapasztalható az eltérő szín.)

A következő kémcsőben 5 cm^3 reagens NH_4VO_3 -oldat 8 csepp kénsavval megsavanyított oldathoz adjatok 8 csepp telített Na_2SO_3 -oldatot. A redukció néhány másodperc alatt lejátsszódik, amikor $[\text{VO}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ összetételű akvakomplex képződik. Az eleinte jelentkező szín a dekavanadátok és a VO^{2+} -akvakomplex együttes jelenlétének az eredménye.

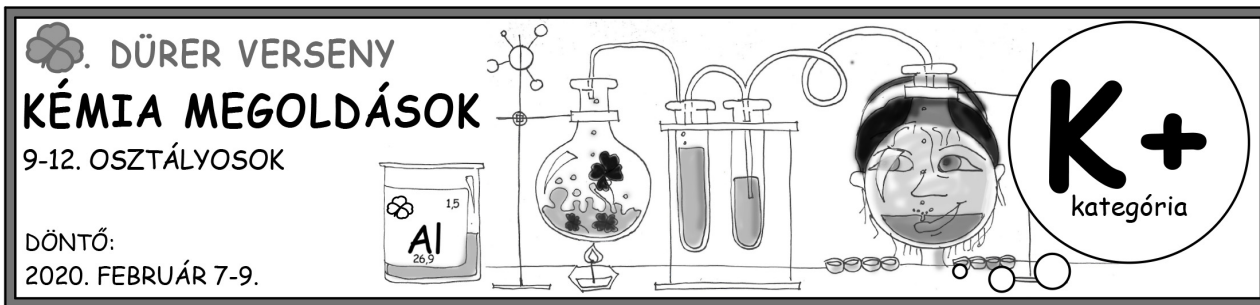
- c) Milyen színű lett az oldat?
d) Írjátok fel a redukció reakcióegyenletét!

A harmadik kémcsőben adjatok 5 cm^3 reagens NH_4VO_3 -oldathoz cink forgácsot és 10 csepp cc. H_2SO_4 -at. Ezután melegítétek forrásig, majd néhány percig hagyjátok állni. Az eleinte megjelenő szín után átvált az oldat a $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ -ionok színére.

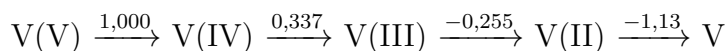
- e) Milyen az először megjelenő szín?
f) Milyen színűek a $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ -ionok?
g) Írjátok fel a reakcióegyenletét metavanadátból kiindulva!

Az utolsó kémcsőben 5 cm^3 reagens NH_4VO_3 -oldathoz adjatok nagyobb mennyiségű cink forgácsot és 25 csepp cc. H_2SO_4 -at, majd forraljátok 3-4 percig. Az előbbi reakció gyorsan lejátsszódik, majd egy harmadik szín jelenik meg, ami a $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ -ionok képződését jelzi.

- h) Milyen színű a $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ -ion?
i) Írjátok fel a továbbredukálódás reakcióegyenletét!

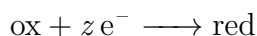


A vanádium Latimer-diagramja savas közegben ($\text{pH} = 0$) az alábbi (a két vanádium speciesz közötti nyílon a közöttük felírható redoxi reakció standard elektródpotenciálja látható V-ban kifejezve):



j) Adjátok meg az egyes oxidációs állapotokhoz tartozó vanádium-tartalmú ionok képletét!

Ha egy oldatban a vanádium két különböző oxidációs állapotban is jelen van, akkor az oldatot tekinthetjük redoxi rendszernek. Ha egy ilyen oldatba egy inert fémből készült (például platina) elektródot helyezünk, akkor az így kapott elektrokémiai félcella jól definiált elektródpotenciált vesz fel, mely alkalmas referencia elektróddal szemben mérhető. A kialakult potenciák természetesen függ a jelen lévő oxidált illetve redukált forma koncentrációjától. Ezen összefüggést írja le a Nernst egyenlet, mely egy általános esetben így néz ki:



$$\text{Nernst-egyenlet: } E = E^\circ + \frac{0,059}{z} \cdot \lg \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$$

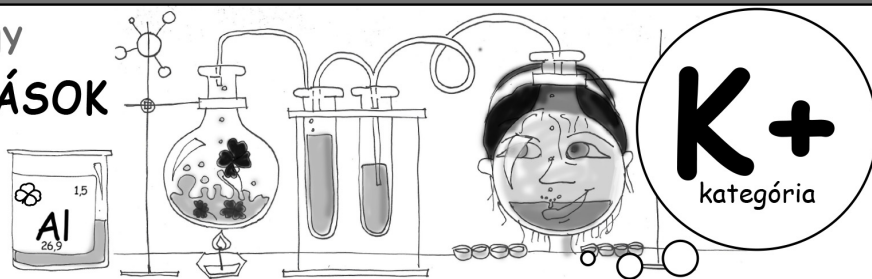
ahol E az elektród potenciálja, E° az elektród standardpotenciálja, z a reakció során bekövetkező oxidációs szám változás, míg szögletes zárójelben a specieszek koncentrációja található.

Természetesen, ha a reakcióegyenletben szerepel a H^+ , akkor a kialakuló elektródpotenciál függ a pH -értéktől, a $[\text{H}^+]$ -t pedig be kell írni a logaritmus mögé azon speciesz mellé, amelyikkel azonos oldalon szerepel a reakcióegyenletben. Viszont ha a pH állandó, akkor a logaritmus azonosságait felhasználva a $[\text{H}^+]$ összevonható a standard elektródpotenciállal, hiszen mindkét érték konstans. Ezen összeget formálpotenciálnak nevezzük.

k) Írjátok fel, a $\text{V(V)}/\text{V(IV)}$ rendszerre vonatkozó Nernst-egyenletet!

l) Számoljátok ki a $\text{V(V)}/\text{V(IV)}$ rendszer formálpotenciálját $\text{pH}=2$, $\text{pH}=4$ és $\text{pH}=6$ esetekben! Az eredményeket felhasználva indokoljátok, hogy miért erősen savas közegben redukáljuk a metavanadát iont!

m) Számítsátok ki a V(II) diszproporciójának egyensúlyi állandóját!



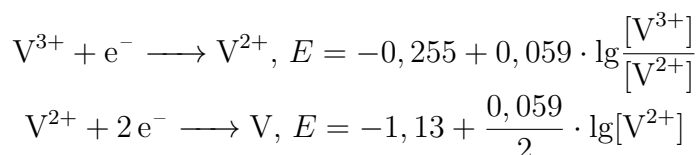
3. feladat megoldás

- a) +5-ös oxidációs állapotban
- b) narancssárga
- c) kék
- d) $2 \text{VO}_3^- + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ = 2 \text{VO}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O}$
- e) kék
- f) zöld
- g) $\text{VO}_3^- + \text{Zn} + 6 \text{H}^+ + 3 \text{H}_2\text{O} = [\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{Zn}^{2+}$
- h) ibolya (lila)
- i) $2 [\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{Zn} = 2 [\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + \text{Zn}^{2+}$
- j) V(V): VO_2^+ , V(IV): VO^{2+} , V(III): V^{3+} és V(II): V^{2+}
- k) $E = 1,000 + 0,059 \cdot \lg \frac{[\text{VO}_2^+][\text{H}^+]^2}{[\text{VO}^{2+}]}$
- l)

$$E_{\text{formál}} = E^\circ + 0,059 \cdot \lg[\text{H}^+]^2$$

Ebbe behelyettesítve pH=2 esetben $E_{\text{formál}} = 0,764 \text{ V}$, pH=4 esetben $E_{\text{formál}} = 0,528 \text{ V}$ és pH=6 esetében pedig $E_{\text{formál}} = 0,292 \text{ V}$. Látható, hogy a pH növekedésével csökken a formálpotenciál, azaz egyre kisebb lesz a rendszer hajlama az oxidációra. Erősen savas közegben érhető el a legnagyobb elektrokémiai hajtóerő, persze az sem elhanyagolható, hogy a reakcióhoz szükséges protonok koncentrációja is növekszik a savanyítás hatására.

- m) A V^{2+} diszproporciója során fém vanádium (V) és V^{3+} keletkezik. Ezen folyamatok cellareakciója és Nernst-egyenlete:

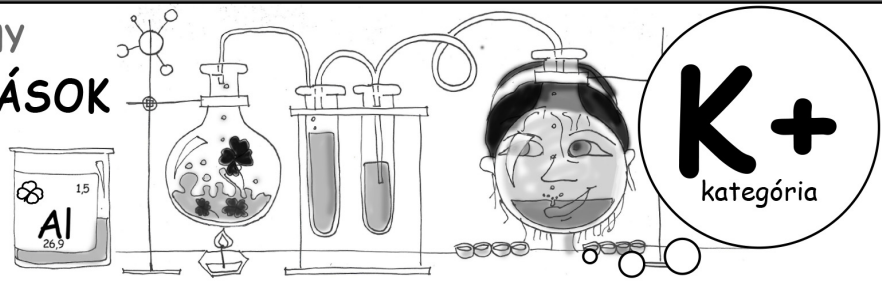


Egyensúly esetében a két félcella reakció elektródpotenciálja megegyezik, hiszen így fordulhat elő, hogy a redukció és az oxidáció sebessége azonos, tehát egyensúly áll fent a specieszek között. Tehát:

4. DÜRER VERSENY
KÉMIA MEGOLDÁSOK

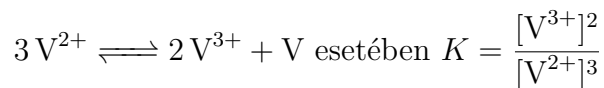
9-12. OSZTÁLYOSOK

DÖNTŐ:
 2020. FEBRUÁR 7-9.



$$\begin{aligned}
 -0,255 + 0,059 \cdot \lg \frac{[V^{3+}]}{[V^{2+}]} &= -1,13 + \frac{0,059}{2} \cdot \lg[V^{2+}] \\
 0,875 &= \frac{0,059}{2} \cdot \lg[V^{2+}] - 0,059 \cdot \lg \frac{[V^{3+}]}{[V^{2+}]} \\
 0,875 &= \frac{0,059}{2} \cdot (\lg[V^{2+}] - 2 \cdot \lg \frac{[V^{3+}]}{[V^{2+}]}) \\
 0,875 &= \frac{0,059}{2} \cdot (\lg[V^{2+}] - \lg \frac{[V^{3+}]^2}{[V^{2+}]^2}) \\
 0,875 &= \frac{0,059}{2} \cdot \lg \frac{[V^{2+}]^3}{[V^{3+}]^2} = \frac{0,059}{2} \cdot \lg \frac{1}{K}
 \end{aligned}$$

A logaritmus mögött szereplő hányados pontosan a diszproporció egyensúlyi állandójának reciproka, hiszen:



behelyettesítve adódik, hogy $K = 2,18 \cdot 10^{-30} \text{ dm}^3/\text{mol}$

A feladatok során 4 értékes jeggyel számoljatok! A szükséges adatok a függvénytáblázatban megtalálhatóak! Az első és a második feladat részletesen indokolt megoldása 20 pontot ér, míg a harmadik feladatért 12 pont szerezhető. A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és írószközök használhatóak. Sikeres versenyzést kívánunk!

a szervezők