



Dürer Kémiaverseny 2015 – 2016 K+ kategória, Laboratóriumi forduló 2016. február 5.

1. feladat

Eszközök: 0,1 °C-os beosztású hőmérő, 250 cm³-es főzőpohár, „szigetelt falú edény”, vatta, 100 cm³-es mérőhenger, papírvatta, 25 cm³-es pipetta, 2 db 100 ml-es főzőpohár, 100 cm³-es mérőlombik

Vegyszerek: NaOH-oldat (kb. 1,5 mol/dm³-es), oxálsav, HCl-oldat (kb 1,5 mol/dm³-es), KHCO₃

Az erős savak és bázisok vizes oldatának összeöntésekor lezajló reakció reakcióhője, azaz a közömbösítési hő (ΔH) független a sav és bázis anyagi minőségétől, mivel minden esetben a víznek ionjaiból való képződésekor jelentkező hőeffektust mérjük. A reakcióhő meghatározása kaloriméterek segítségével történhet. Igen egyszerű kalorimétert állíthatunk össze szigetelt falú pohár, átfűrt fedő, és egy 0,1 °C-os beosztású hőmérő segítségével. A mérés során főlegesen alkalmazott nagy térfogatú komponenst a kaloriméterben helyezük el, s a pontosan ismert mennyiségű másik oldatot pipettával adjuk hozzá. Keverőként a hőmérőt használjuk, vigyázva arra, hogy ne üssük a főzőpohár falához. A felszabaduló hőmennyiség melegíti az oldatokat, illetve a termoszt, azaz az edényt. Számításaink során először tételezzük fel, hogy az edény hőkapacitása olyan nagy, hogy az a számolás során elhanyagolható.

A mérés elvégzése: Mérjünk be a kaloriméterbe mérőhengerrel 100 cm³ kb. 1,5 mol/dm³ koncentrációjú NaOH-oldatot, melynek megmérjük pontos tömegét a táramérlegen. Mérjük meg a kaloriméterben lévő lúgoldal hőmérsékletét, majd a sósavoldal hőmérsékletét is. A mérések között mindig töröljük szárazra a hőmérőt! A kb. 1,5 mol/dm³ koncentrációjú HCl-oldatból pipettázzunk 25,00 cm³-t, és adjuk hozzá a kaloriméterben lévő lúgoldalhoz. Olvassuk le a hőmérsékletet 5-10 másodpercenként, és ha három közelítőleg azonos (eltérés kisebb, mint 0,2 °C) hőmérsékletet mértünk, ezek átlagát fogadjuk el maximális hőmérsékletnek. Végezzünk két párhuzamos mérést újabb 25,00 – 25,00 cm³ sav hozzáadásával. Ne feledkezzünk meg a hőmérsékletek leolvasásáról, illetve a hőmérő megtörléséről.

- Számoljátok ki a mért hőértékek átlagát!
- Számoljátok ki a reakcióhő értékét 1 mol víz hidratált ionjaiból való képződése esetén!
- Függvénytáblázat segítségével mondjátok meg 1 mol víz hidratált ionjaiból való képződésének reakcióhőjét! Mennyire van összhangban ez a mérésetekkel? Jogos volt –e az edény hőkapacitásának elhanyagolása?
- Mérésetek alapján mekkora a kaloriméter hőkapacitása? Csak az első savhozzáadáskor mért értékből számoljátok és tételezzétek fel, hogy a kaloriméter 0,2 °C-ot melegedett!

Adatok: NaOH-oldat fajlagos hőkapacitása: 3,93 J/g°C (Közelítsétek a lúgos sóoldal fajlagos hőkapacitását a NaOH-oldat fajlagos hőkapacitásával!)



2. feladat

Eszközök: 100 cm³-es Erlenmayer lombik, borszeszegő, 10 cm³-es mérőhenger, 25 cm³-es mérőhenger, Büchner tölcsér, vízsugárszivattyú, petri-csésze vagy óraüveg, szűrőpapír, szívópalack, 10 cm³-es pipetta, üvegbot

Vegyszerek: NiCl₂ · 6 H₂O, desztillált víz, tömény NH₃-oldat, aceton, hypo-oldat, NaOH-oldat, HCl-oldat, tömény H₂O₂

Bevezetés: A Ni²⁺ ion számos molekulával, vagy ionnal alkothat komplex vegyületet. Maximális koordinációs száma 6, azaz a Ni²⁺ ion köré maximálisan 6 koordináló ligandum (molekula vagy ion) fér oda, de léteznek alacsonyabb koordinációs számú vegyületeik is. Például a nikkell amminkomplexe, melynek előállítása lesz a feladatotok!

Preparatív feladat: Mérjete le táramérlegesen 6 g körüli NiCl₂ · 6 H₂O-t és oldjátok fel 10 cm³ desztillált vízben, egy 100 cm³-es Erlenmayer-lombikban. Enyhén lehet melegíteni az oldatot borszeszegőt használva. Oldódás után hűtsétek le jeges-vizes fürdővel, majd fülke alatt adjatok hozzá a bekészített tömény ammónia-oldatból 12 cm³-t. Ideális esetben kezdetben csapadék válik ki, majd ez feloldódik. Ha nem oldódna fel, adjatok hozzá még 3 cm³ tömény ammóniát (kis részletekben várva a feloldódást). Lassan kristályok kezdenek kiválni. A kristályosodást segíthetitek beindítani azzal, ha üvegbottal kapargatjátok a lombik falát, vagy alját. Várjatok legalább 15 percet, majd a lombik tartalmát vigyétek fel Büchner tölcsérré, és szűrjétek le a folyadék fázist a kristályokról. Mossátok a kristályokat 5 cm³ tömény ammóniaoldattal, majd kétszer 5 cm³ acetonnal, végül pedig szívassatok át rajtuk levegőt 10 percig. Az így előállított kristályvízmentes kloridot tekintsétek száraznak. Mérjete le a kapott kristályok tömegét!

- Tömény ammónia hozzáadására milyen színű csapadék válik ki? Mi lehet ez a csapadék?
- Mivel magyarázható a csapadék feloldódása? Milyen színű lesz a keletkezett oldat?
- Milyen színű kristályok keletkeztek? Milyen általános képlettel írható fel a szerkezetük?
- Hány g kristályt kaptatok?

Analitikai gyakorlati feladat: Az előállított kristályokból mérjete be kb. 0,2 g-ot analitikai mérlegesen. Maradék nélkül mossátok át kevés desztillált vízzel egy titráló-lombikba. Adjatok hozzá pipettával 10,00 cm³ ismert koncentrációjú sósavoldatot, majd metilvörös indikátor mellett a sav feleslegét titráljátok vissza kb. 1,5 mol/dm³-es NaOH-oldattal. Három párhuzamos mérést végezzetek.

- A mérések alapján számítsátok ki a minta százalékos NH₃-tartalmát!
- Ez alapján mi lehet a készített kristályok képlete?
- Vajon milyen okai lehetnek a tapasztalt apró eltéréseknek?
- A felhasznált Ni hány százaléka alakult át a kapott kristályos formává?



Analitikai elméleti feladat: A titrálás során problémát jelenthet, hogy az indikátor átcsapása előtt elkezd leválni a $\text{Ni}(\text{OH})_2$ csapadék. Ez meghamisíthatja a mérést.

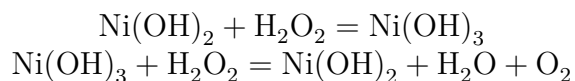
Ennek vizsgálatára az alábbi modellkísérletet végezzük, **gondolatban**.

Kimérünk 0,2377 g kristályvizes nikkkel-kloridot, majd feloldjuk 20 ml desztillált vízben. 10,0 ml 0,50 mol/l-es HCl oldatot adunk hozzá, majd megtitráljuk az oldatot 0,50 mol/l-es NaOH oldattal. Az oldat térfogatát tekintsetek 40 ml-nek a titrálás végpontjában. Vajon melyik indikátorok esetén tapasztalnánk csapadékkiválást, ha a nikkkel-hidroxid csapadék oldhatósági szorzata: $L=6,5 \cdot 10^{-18}$.

metilnarancs, fenolftalein, brómkrezolzöld, timolkék, krezolvörös

- A fentebbi indikátorok közül melyik esetben tapasztalnánk csapadékképződést a végpont előtt?
- Mekkora lenne a mérés hibája, ha indikátornak metilvöröst használunk? (Tekintsétek úgy, hogy a metilvörös $\text{pH}=5,0$ -nél csap át.)
- Mennyi lenne a NaOH oldat fogyása fenolftalein esetén? (Tekintsétek úgy, hogy a fenolftalein $\text{pH}=9,0$ -nél csap át.)
- Mi a tanulság?

Szervetlen feladat: A $\text{Ni}(\text{OH})_2$ az alábbi kiegészítendő egyenletek szerint katalizálja a H_2O_2 bomlását:



- Vajon melyik folyamat a gyorsabb?

Segítség: $\text{Ni}(\text{OH})_2$ -ot NiSO_4 és NaOH reakciójával kaphattok. $\text{Ni}(\text{OH})_3$ -at $\text{Ni}(\text{OH})_2$ -ből hypo segítségével kaphattok.



3. feladat

Eszközök: 20 kémcső, pipetta, milliméterpapír, stopper

Vegyszerek: Brómos-víz ($0,1 \text{ mol/dm}^3$ -es), Na_2SO_3 -oldat, desztillált víz, hangyasav-oldat (1 mol/dm^3 -es)

A kísérlet során a bróm koncentrációváltozását szemmel történő összehasonlítás alapján határozhatjátok meg. A kísérletileg meghatározott adatokat ábrázoljátok és az ábráról olvassátok le a reakció felezési idejét!

Készítsétek el először az összehasonlító színskálát! Ehhez 10 egyforma kémcsőbe mérjétek be gumilabdás pipetta segítségével $0,01 \text{ mol/dm}^3$ -es brómos vízből az első kémcsőbe 10 cm^3 -t, a másodikba 9 cm^3 -t, a harmadikba 8 cm^3 -t és így tovább a tizedikbe 1 cm^3 -t. Egészítsétek ki a kémcsövek térfogatát 10 cm^3 -re desztillált vízzel. Dugaszoljátok be a kémcsöveket és rázzátok össze! A színskálát állítástok fehér háttalp elé!

A reakció megvalósításához 100 cm^3 $0,01 \text{ M}$ -os brómoldathoz elegyítsetek 1 cm^3 $1,00 \text{ M}$ -os hangyasavoldatot. Gyors keverés után öntsetek ki 10 cm^3 -t egy kémcsőbe, hogy könnyebben összehasonlíthassátok a színskálával! Olvassátok le a kezdeti brómkoncentrációt a színskála alapján, majd kövessétek a színváltozást az idő függvényében. A kísérletet kétszer végeztétek el, ábrázoljátok a kapott $\text{idő} - \ln(c(\text{Br}_2))$ párokat milliméterpapíron, majd határozzátok meg a reakció felezési idejét!

- Milyen lefutású reakcióra utal az, hogy a milliméterpapíron kapott pontok egy egyenesre esnek?
- Mi ennek az egyenesnek az egyenlete?
- Hogyan határozható meg ebből az egyenletből a reakció felezési ideje?
- Mennyi a reakció felezési ideje?

Kémcsőkísérletek: A kiadott 10 darab számozott kémcsőben az alábbi oldatok vannak:

Br_2 -os víz, FeCl_3 -oldat, hangyasav, híg narancslé, K_2CrO_4 -oldat, kénsav, metilnarancs-oldat, Na_2CO_3 -oldat, NaOH -oldat, vizes etanol oldat

- Az oldatok egymáshoz való öntögetésével döntsétek el, hogy melyik szám melyik vegyületet jelöli!
- Írjátok le a gondolatmenetet, hogy milyen tapasztaltok segítettek a szám-vegyület párok megállapításához!

A feladatok során 4 értékes jeggyel számoljatok! A szükséges adatok a függvénytáblázatban megtalálhatóak! Mindegyik feladat részletesen indokolt megoldása 16 pontot ér. A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és íróeszközök használhatóak. Sikeres versenyzést kívánunk!