

DEBRECENI EGYETEM
Természettudományi és Technológiai Kar
KÉMIAI INTÉZET
Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék

ÁLTALÁNOS KÉMIA II.

Oktatási segédanyag

Gyakorlatleírások

I. éves vegyészmérnök BSc szakos
levelező hallgatók számára

A gyakorlati leírások Dr. Várnagy Katalin: Általános kémiai gyakorlatok című oktatási segédanyaga alapján készültek.

2020.

BEVEZETÉS

Az egységek nemzetközi rendszere (Systeme Internationale d'Unites); az SI és a metrikus egységek kapcsolata

A kémikusok és fizikusok, szerte a világon elterjedten használják a méréseik végzése során a - ma már nem szabványos, de megtűrt - metrikus mértékrendszert, melyben a hosszúság, a tömeg és a térfogat alapegysége a *méter*, a *gramm* és a *liter*. Kisebb és nagyobb egységei az alapegységhez a 10 egész számú hatványaiként viszonyulnak. Ezeket különböző előtagokkal fejezzük ki. Az SI rendszer a metrikus rendszer modern és nemzetközileg is elfogadott változata, mely teljes logikai kapcsolatát jelenti az alaplmenyiségek alapegységeinek. Nagy előnye a rendszernek az, hogy ha egy mennyiséget (alap vagy származtatott) az SI alapegységében használtunk számításaink során, akkor a számítás bármely fázisában kapott mennyiséget az alapegységben kapjuk meg.

Az alábbi táblázatban a metrikus és az SI mértékrendszert foglaljuk össze.

Fizikai mennyiség	SI egység	Metrikus egység	Átváltás
Hosszúság	méter (m)	méter (m)	
Térfogat	köbméter (m ³)	liter (l vagy L)	1 l=10 ⁻³ m ³ =1 dm ³
Tömeg	kilogramm (kg)	gramm (g)	1 kg=10 ³ g
Nyomás	pascal (Pa)	atmoszféra (atm)	1 Pa=1 N/m ² 1 atm=101325 Pa
		torr (mmHg)	1 torr = 1,333·10 ² Pa
		bar	1 bar =10 ⁵ Pa
Hőmérséklet	kelvin (K)	Celsius fok (°C)	K = 273,15 + °C
Energia	joule (J)	kalória (cal)	1 cal=4,184 J

Értékes számjegyek

A tudományban alapvető fontosságú, hogy megadjuk a mért vagy számított adataink pontosságát. Ezt azzal is jelezzük, hogy hány értékes számjeggyel adjuk meg az adott mennyiséget. Értékes számjegynek nevezzük a szám valamennyi jegyét, a szám elején álló nullák kivételével. Azaz ha a számban tizedes vessző van, akkor számoljuk meg a számjegyeket balról jobbra haladva, az első, nullától eltérő számjeggyel kezdve (első számjegytől jobbra eső nullákat is).

Egy mennyiségben az értékes számjegyek számának magadásához legcélszerűbb a mennyiséget 10 hatványaként felírni (ún. normál alak). Az ilyen alakban felírt mennyiség számjegyei az értékes jegyek.

Például:

	Értékes (szám)jegy		Értékes (szám)jegy		Értékes (szám)jegy
40200	5	$4,0200 \cdot 10^4$	5	$4,02 \cdot 10^4$	3
5270	4	$5,270 \cdot 10^3$	4	$5,27 \cdot 10^3$	3
5027	4	$5,027 \cdot 10^3$	4	$5,03 \cdot 10^3$	3
0,320	3	0,0129	3	10,01	4

Szorzásnál, vagy osztásnál az eredményt csak annyi értékes jeggyel adjuk meg, mint ahányat a legkevésbé pontosan megadott mennyiség tartalmazott. Összeadásnál, kivonásnál az eredményt nem adhatjuk meg pontosabban, mint amilyen pontosságú (értékes jegyű) a legkevésbé pontos szám volt.

Pontosság: Helyesség (accuracy), és precizitás (precision)

A tudományos mérések hibával terheltek. A hiba eredhet a mérőműszer vagy a mérést végző személy korlátaiból. Rendkívül ritka az, amikor egy kísérleti eredményről kiderül, hogy az pontosan megegyezik az elméletileg várttal. Annak a mértékét, hogy egy kísérleti eredmény milyen közel van az elméletileg várthoz, **helyesség**nek nevezzük. Minél kisebb az eltérés a mért és az elméletileg várt érték között, a mérési eredmény annál helyesebb, a mérőeszköz annál pontosabb. Egyes eszközök pontosabbak, mint mások. Például 10 cm^3 folyadék kimérhető akár egy 10 cm^3 -es teli (egy vagy kétjelű) pipettával, akár egy mérőhengerrel. A pipetta mindig pontosabb, vele a mérés mindig **helyesebb** eredményt szolgáltat.

Az elméletileg várt értékeket azonban csak akkor ismerjük, ha valamilyen standard, etalon áll rendelkezünkre, a legtöbb mérés esetén azonban az elméletileg várt értéket nem ismerjük. Ezért új mérőeszközök használatba vétele előtt mindig meg kell győződni valamilyen standard segítségével, hogy az adott mérőeszköz megfelelő helyességű-e, és utána már az elméleti érték ismerete nélkül is megbízhatunk a mérőeszközben.

Mivel a mérési hibák elkerülhetetlenek, a kísérletező mindig több párhuzamos mérést végez és átlagolja az eredményeket. Ez az átlagérték pontosabb, mint az egyedi értékek. Ha egy mérés jó, akkor az egyes eredmények közel esnek egymáshoz. Annak a mértéke, hogy a mérési adatok milyen közel esnek egymáshoz a **precizitás**. A precizitás jellemezhető az **átlagos eltéréssel**. Ehhez, először számítsuk ki az átlagértéket (\bar{x}), majd adjuk össze az egyes eredmények eltéréseit az átlagértéktől (abszolútértékben) ($\sum |x_i - \bar{x}| = \sum \delta_i$), végül osszuk el a meghatározások számával ($\bar{\delta} = \frac{\sum \delta_i}{n}$).

Például:

Egy 5 cm³-es pipetta kalibrálására a következő eredmények adódtak: 5,041 cm³, 5,033 cm³, 5,019 cm³, 5,021 cm³, illetve 5,025 cm³. Mennyi az átlagos eltérés ($\bar{\delta}$)?

	mérési eredmények:	eltérés: $ x_i - \bar{x} $
x_1	5,041	0,013
x_2	5,033	0,005
x_3	5,019	0,009
x_4	5,021	0,007
x_5	5,025	0,003

átlag: $\bar{x} = 5,028$

átlagos eltérés: $\bar{\delta} = 0,007$

A pipetta térfogata a következő módon adható meg: $5,028 \pm 0,007 \text{ cm}^3$ vagy $5,028(7) \text{ cm}^3$.

Interpoláció, extrapoláció

Ha két változó egymással lineáris kapcsolatban áll ($f(x) = a \cdot x + b$), akkor (abban a tartományban, ahol a lineáris kapcsolat fennáll) bármely változó értékéhez tartozó függvényérték, illetve bármely függvényértékhez tartozó változó kiszámítható két adatpár ($x_1, f(x_1); x_2, f(x_2)$) ismeretében. Ha a keresett érték a két adatpár közötti tartományban van, **interpolációról**, ha a tartományon kívül van, **extrapolációról** beszélünk.

A meghatározás azon alapszik, hogy $\frac{x_1 - x_2}{f(x_1) - f(x_2)} = \text{állandó}$ minden $x, f(x)$ adatpár esetén. Így

ha $x_1, f(x_1)$ és $x_2, f(x_2)$ adatpárok ismertek, akkor adott x értékhez tartozó $f(x)$ (vagy adott $f(x)$ értékhez

tartozó x) értéke az
$$\frac{x_1 - x_2}{f(x_1) - f(x_2)} = \frac{x - x_1}{f(x) - f(x_1)}$$
;

$$\frac{x_1 - x_2}{f(x_1) - f(x_2)} = \frac{x - x_2}{f(x) - f(x_2)}$$
 egyenletek egyikéből meghatározható.

Például:

Pl. Sűrűségmérést végzünk 20,3 °C-on, és a számításhoz szükségünk van a víz sűrűségének értékére.

Táblázatból ismert, hogy 20 °C-on a víz sűrűsége: 0,99823 g/cm³

21 °C-on a víz sűrűsége: 0,99802 g/cm³

Feltételezve, hogy ilyen szűk hőmérséklettartományban a víz sűrűsége lineárisan változik a hőmérséklettel, 20,3 °C-hoz tartozó sűrűségérték kiszámítható pl. a következő módon:

a $t_2 - t_1 = 1 \text{ °C}$, $\rho_2 - \rho_1 = -0,00021 \text{ g/cm}^3$; $t - t_1 = 0,3 \text{ °C}$, $\rho - \rho_1 = \rho - 0,99823 \text{ g/cm}^3$ adatok

behelyettesítésével a következő egyenlethez jutunk: $\frac{-0,00021}{1} = \frac{\rho - 0,99823}{0,3}$, amelyet megoldva a

kívánt sűrűségértéket kapjuk: **20,3 °C-on a víz sűrűsége: $\rho = 0,99817 \text{ g/cm}^3$**

1. GYAKORLAT

1. BEVEZETÉS A LABORATÓRIUMI MUNKÁBA BALESETVÉDELEM

Cél

A laboratóriumi munkarend és munkavédelmi szabályok áttekintése.

Bevezetés: A laboratóriumi biztonság

Az első gyakorlaton a hallgatók balesetvédelmi oktatásban részesülnek, ahol megismerik a biztonságos és balesetmentes munkavégzés feltételeit és módját. Ne feledje azonban, hogy ez önmagában még nem elegendő a laboratóriumi biztonsághoz. Mindig a munkát végző kötelessége és felelőssége, hogy biztonságosan, a saját és társai épségét nem veszélyeztetve dolgozzon!

Gyakorlat előtti felkészülés

Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba című oktatási segédanyag ide vonatkozó fejezetei:

1. Laboratóriumi munka általános szabályai
2. Laboratóriumi munkavédelmi és tűzrendészeti szabályok

2. LABORATÓRIUMI ESZKÖZÖK

Cél

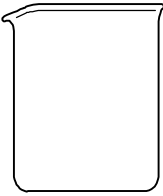
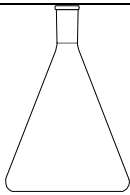
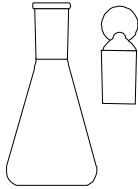
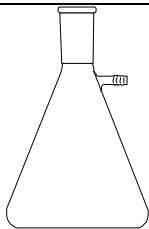
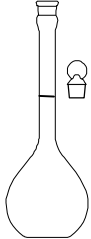
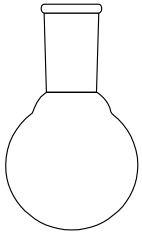
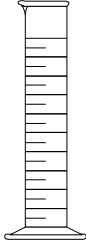
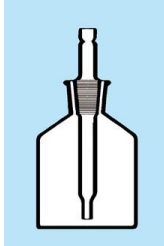
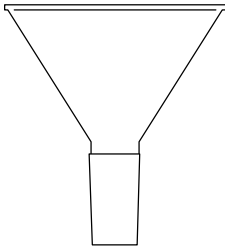
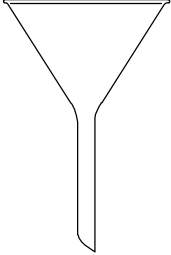
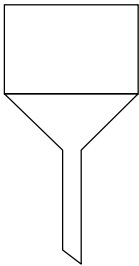
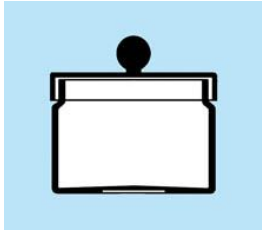

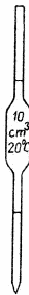
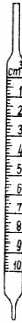

A laboratóriumi munkarend és munkavédelmi szabályok áttekintése. A legfontosabb laboratóriumi eszközök megismerése


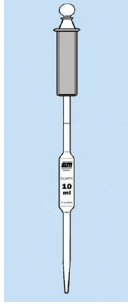


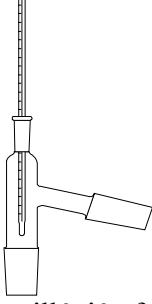
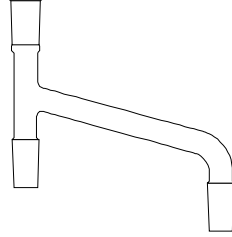
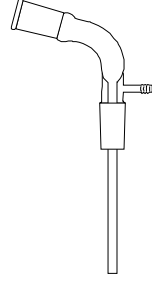

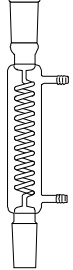
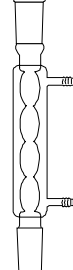


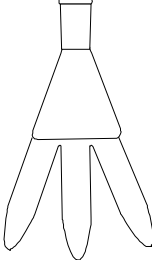
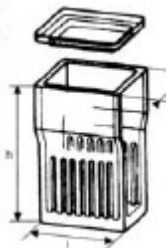



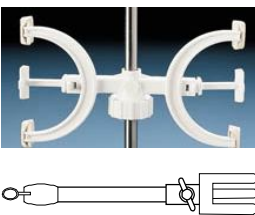


Gyakorlat előtti felkészülés



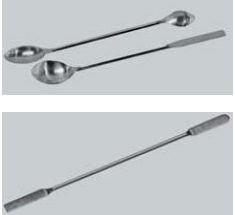
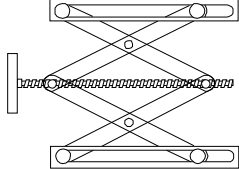



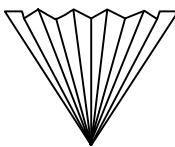



Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba című oktatási segédanyag ide vonatkozó fejezete:

3. Az alapvető laboratóriumi eszközök, felszerelések és használatuk

A gyakorlatok során alkalmazott legfontosabb eszközök

 <p>Főzőpohár</p>	 <p>Erlenmeyer-lombik</p>	 <p>Jódszámlombik</p>	 <p>Szívató palack</p>
 <p>Mérőlombik</p>	 <p>Gömblobik</p>	 <p>Mérőhenger</p>	 <p>Indikátoros-üveg cseppentővel</p>
 <p>Portölcsér</p>	 <p>Folyadéktölcsér</p>	 <p>Büchner-tölcsér</p>	 <p>Bemérőedény</p>
 <p>Egyjelű hasas pipetta</p>	 <p>Kétjelű hasas pipetta</p>	 <p>Osztott pipetta</p>	 <p>Dugattyús pipetta</p>

 <p>Méregpipetta</p>	 <p>Dugattyús méregpipetta</p>	 <p>Büretta</p>	 <p>Oldalsapos büretta</p>
 <p>Desztillációs feltét hőmérővel</p>	 <p>Desztilláció feltét</p>	 <p>Vákuum csonk</p>	 <p>Liebig-hűtő</p>
 <p>Spirálhűtő</p>	 <p>Golyós hűtő</p>	 <p>Kristályosítótál</p>	 <p>Elválasztó tölcser</p>
 <p>Szedő tőgy</p>	 <p>Futtatókád</p>	 <p>Petricsésze</p>	 <p>Üvegkapilláris</p>
 <p>Bunsen-állvány</p>	 <p>Bürettafogó</p>	 <p>Lombik fogó</p>	 <p>Szűrőkarika</p>

 <p>Kettősdió</p>	 <p>Laboratóriumi Csipesz</p>	 <p>Vegyszeres kanál és spatula</p>	 <p>Emelő asztal</p>
 <p>Fűtőkosár</p>	 <p>Mágneses keverő</p>	 <p>Rezsó</p>	 <p>Redős szűrőpapír</p>
 <p>Vízugárszivattyú</p>	 <p>Spritz flaska</p>	 <p>Pumpett (pipettázó labda)</p>	

3. TÖMEGMÉRÉS TÁRA- ÉS ANALITIKAI MÉRLEGEN

4. TÉRFOGATMÉRÉS, TÉRFOGATMÉRŐ ESZKÖZÖK

Cél

A használatos tömeg- és térfogategységek átisméltése. Megismerkedés a laboratóriumi tömeg- és térfogatmérő eszközökkel. A metrikus és az SI mértékrendszer ismétlése. Az értékes jegy fogalma és alkalmazása a mérési eredmények megadásában. A helyesség és a precizitás jelentése.

Gyakorlat előtti felkészülés

Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba című oktatási segédanyag ide vonatkozó fejezetei:

4. A tömegmérés és a mérlegek
5. Térfogatmérés és térfogatmérő eszközök

Tömegmérés tára- és analitikai mérlegen

Gyakorlat

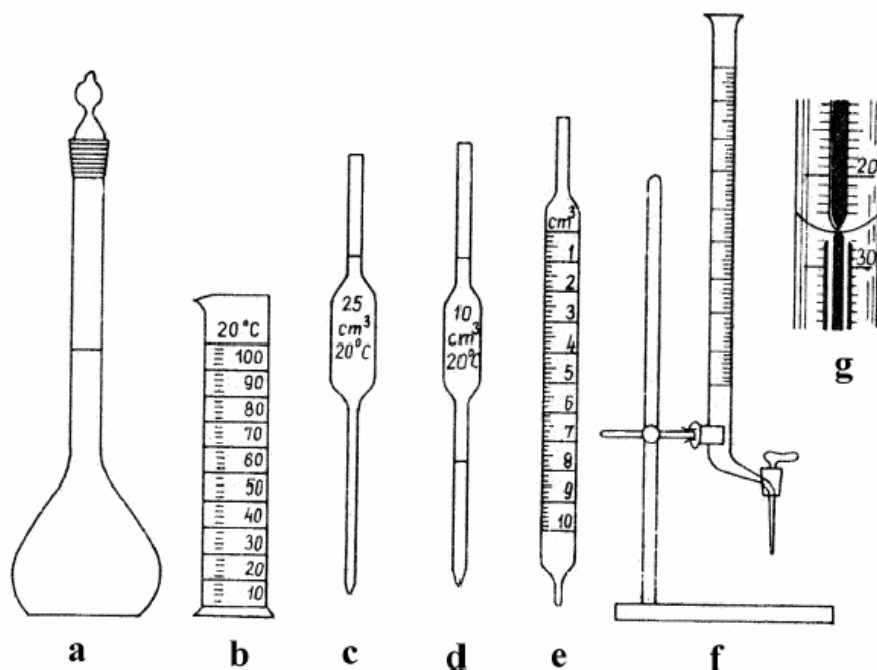
Egy előkészített számozott tárgyat válasszon ki és mérje meg a tömegét táramérlegen. **Tanulja meg a mérleg pontos és helyes kezelését, és értse meg a tárazás lényegét!** A jegyzőkönyvébe jegyezze fel a tárgy tömegét!

Mérje meg ugyanezen tárgy tömegét analitikai mérlegen is. **Tanulja meg a mérleg pontos és helyes kezelését, és értse meg a tárazás lényegét!** A jegyzőkönyvébe jegyezze fel a tárgy tömegét!

Térfogatmérés, térfogatmérő eszközök

Gyakorlat

A gyakorlatvezetők bemutatják a legfontosabb térfogatmérő eszközöket és azok pontos használatát. **Gyakorolja a pipetta használatát és desztillált vízzel töltsse fel a mérőlombikot!**



5. ábra – Térfogatmérő eszközök
 a) mérőlombik b) mérőhenger c) egyjelű pipetta d) kétjelű pipetta e)
 osztott pipetta f) büretta g) Schellbach-csíkos büretta

Pipetta kalibrálása

Gyakorlat

A mérőeszközök névleges térfogatát a mérőeszközbe tölthető (mérőlombik), illetve a belőle kifolyatható (pipetta, büretta) víz tömegének mérésével ellenőrizzük. A térfogat ellenőrzéséhez kiforralt és lehűtött desztillált vizet használunk, amelyet a mérlegházban helyezünk el a kalibrálni kívánt térfogatmérő eszközzel, valamint egy bemérőedénnyel együtt, s addig várunk, míg azok fel nem veszik a szoba hőmérsékletét. A mérés megkezdése előtt ellenőrizzük, hogy a víz és a levegő hőmérséklete $\pm 0,5$ °C-on belül megegyezik-e.

Analitikai mérlegen megmérjük az üres, száraz bemérő edény (a csiszolatos tetejével együtt) tömegét. Az előkészített víz hőmérsékletét leolvassuk 0,1 °C-os pontossággal, és megtöltjük vele a pipettát, jelre állítjuk. A bemérőedénybe engedjük a vizet, az edényt lezárjuk a tetejével és újból meghatározzuk a tömegét.

A víz tömegéből, valamint az adott hőmérséklethez tartozó sűrűség adatból (Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi munkába) a kimért víz térfogata meghatározható. Ha szükséges, a pontos sűrűség adatot interpolálással határozza meg (Bevezetés)!

A pipetta kalibrálása esetén a mérést kétszer ismételve meg! Ezt egyszerűen megtehetjük úgy, hogy a vizet már tartalmazó, megmért tömegű bemérőedénybe újabb, az előzővel azonos mennyiségű, ismert hőmérsékletű vizet engedünk, és újból lemérjük az edény tömegét.

Határozza meg a mért és a névleges térfogat közötti különbséget!

5. OLDATKÉSZÍTÉS

6. SŰRŰSÉGMÉRÉS

Cél

A legfontosabb koncentrációegységek ismerete, felhasználása adott koncentrációjú oldat készítéséhez szükséges szilárd anyag tömegének kiszámításához, és az oldatkészítés lépéseinek elsajátítása a gyakorlatban.

Megismerkedés a laboratóriumban használatos sűrűségmérő eszközökkel. Az elkészített oldat sűrűségének meghatározása piknométerrel, és ebből a tömegszázalékos összetételének meghatározása.

Gyakorlat előtti felkészülés

Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba című oktatási segédanyag ide vonatkozó fejezetei:

5. Térfogatmérés és térfogatmérő eszközök

6. A sűrűség és mérése

Adott koncentrációjú sóoldat készítése kristályvizet tartalmazó sóból kiindulva

Oldat: oldószerből (diszpergáló közeg) és egy vagy több oldott anyagból (diszpergált anyag) áll.

Elegy: két vagy több egymással korlátlanul összekeverhető folyadék.

Az oldat jellemezhető: az összetétellel, amely az oldott anyag és az oldat arányát fejezi ki. Az oldószer mennyisége az oldott anyag mennyiségéhez viszonyítva rendszerint nagyobb. Az eredetileg fizikailag is inhomogén rendszerből általában az oldószer hatására keletkezik fizikailag homogén rendszer.

Oldás: az a folyamat, amelynek során az oldószer hatására kémiaiilag különböző komponensekből fizikailag homogén rendszer, oldat keletkezik. Az oldás lehet fizikai vagy kémiai folyamat.

Fizikai oldás: az oldás következtében az oldott anyag nem szenved kémiai változást, vagyis az oldott anyag az oldószer elpárologtatása után változás nélkül visszanyerhető az oldatból. Nagyszámú szervesetlen vegyület fizikai oldására alkalmas a víz.

Kémiai oldás: az oldandó anyag és az oldószer között kémiai reakció játszódik le az oldási folyamat alatt. Ilyenkor az eredeti oldandó anyag nem nyerhető vissza kémiai beavatkozás nélkül az oldatból. Vízben vagy más oldószerben fizikailag oldhatatlan szervesetlen vegyületek, valamint fémek, különböző savak, lúgok vagy egyéb vegyszerek hatására vízben, ill. más oldószerben fizikailag oldható vegyületté alakulnak, vagyis kémiaiilag oldódnak. *A kémiai oldódást mindig fizikai oldásnak kell követnie, hogy végeredményben tiszta oldatot kaphassunk.*

Gyakorlat

A gyakorlatvezetők bemutatják az oldatkészítést és a sűrűségmérést.

Számolja ki a gyakorlatvezető által megadott koncentrációjú sóoldat készítéséhez szükséges szilárd anyag tömegét, és az oldatkészítés bemutatott lépéseinek megfelelően készítse el az oldatot!

A készített oldat sűrűségének meghatározása mérőlombikkal

1. A mérőlombik térfogatának a meghatározása (valójában kalibrálás)

- A mérőlombiknak csiszolatos dugóval együtt analitikai mérlegen lemérjük a tömegét (m_1). A szobahőmérsékletet jegyezzük fel.
- A mérőlombikot jellegesen töltjük kiforralt desztillált vízzel, és száraz ruhával, szűrőpapír csíkkal kívülről szárazra töröljük, a víz hőmérsékletét megmérjük és feljegyezzük.
- A vízzel megtöltött mérőlombik tömegét lemérjük (m_2).
- A mérőlombik térfogata a víz sűrűségének a mérés hőmérsékletére vonatkozó értékének (ρ_v) ismeretében kiszámítható (a ρ_v értékét táblázatból keressük ki):

$$\text{a mérőlombik térfogata} = (m_2 - m_1) / \rho_v$$

2. A mérőlombikba töltött oldat tömegének meghatározása

A víztől nedves mérőlombikot háromszor kiöblítjük a meghatározandó oldattal, majd az megtöltjük ezzel az oldattal, pontosan jelre állítva, kívülről szárazra töröljük és lemérjük a tömegét (m_3).

$$\text{az oldat tömege} = m_3 - m_1$$

3. A keresett sűrűség meghatározása

A tömeg és a térfogat hányadosa megadja a sűrűséget:

$$\rho = (m_3 - m_1) \cdot \rho_v / (m_2 - m_1)$$

A készített oldat sűrűségének meghatározása piknométerrel

1. A piknométer térfogatának a meghatározása

- Kiválasztunk egy piknométert, majd teljesen száraz állapotban, minden tartozékával együtt analitikai mérlegen lemérjük a tömegét (m_1). Ha hőmérős piknométerrel dolgozunk, úgy az azon leolvasható hőmérsékletet, más esetben a szobahőmérsékletet jegyezzük fel.
- A piknométert a mérlegről levéve buborékmentesen színültig megtöltjük kiforralt desztillált vízzel és csap fölött behelyezzük a kapilláris csiszolatot, illetve csiszolatos hőmérőt, ami a felesleges vizet kiszorítja. Így a kapillárisban a folyadékszint a kapillárisban a jel fölött lesz. A piknométert megtöltés után száraz ruhával, szűrőpapír csíkkal kívülről töröljük szárazra. Szűrőpapír csíkkal a hőmérő, illetve a kapilláris csiszolat széléről is gondosan itassuk fel a nedvességet.
- A csak hőmérővel ellátott piknométert újból a mérlegre helyezhetjük, míg a kapillárisban rendelkező eszközöknél előbb a kapillárisból a jelig kiszívjuk a folyadékot. (A kiszíváshoz vékony szűrőpapír csíkot használhatunk, amelyet legcélszerűbben úgy készítünk, hogy egy nagyobb szűrőpapír csíkot behajtottunk, majd a hajtás mellett vékony szeletet vágunk le.) A piknométerek feltöltésénél, törölgetésénél és a folyadékszint jelre állításánál ügyeljünk arra, hogy ne kezünkben tartsuk a piknométert, hanem helyezzük le az asztalra, mert a kezünk melegétől az felmelegedhet!
- A vízzel megtöltött piknométer tömegét lemérjük (m_2), a hőmérő állását feljegyezzük. (Hőmérő nélküli piknométernél a víz hőmérsékletét külön megmérjük.) A nyitott kapillárisban végződő piknométert illékony folyadékkal nehezen tudjuk lemérni, mert párolgás következtében a tömeg állandóan csökken. (Ez a probléma víznél, vizes oldatoknál is megfigyelhető.) Ilyen piknométernél úgy járunk el, hogy kevéssel a jel fölé állítjuk a folyadékszintet, és akkor olvassuk le a mérleg állását, amikor a meniszkusz elérte a jelet.
- A piknométer térfogata a víz sűrűségének a mérés hőmérsékletére vonatkozó értékének (ρ_v) ismeretében kiszámítható (a ρ_v értékét táblázatból keressük ki):

$$\text{a piknométer térfogata} = (m_2 - m_1) / \rho_v$$

2. A piknométert kitöltő oldat tömegének meghatározása

A víztől nedves piknométert háromszor kiöblítjük a meghatározandó oldattal, majd az előbbieken leírt módon megtöltjük ezzel az oldattal, szárazra töröljük és lemérjük a tömegét (m_3).

$$\text{az oldat tömege} = m_3 - m_1$$

3. A keresett sűrűség meghatározása

A tömeg és a térfogat hányadosa megadja a sűrűséget:

$$\rho = (m_3 - m_1) \cdot \rho_v / (m_2 - m_1)$$

A készített oldat tömegszázalékos összetételének meghatározása a mért sűrűség alapján

A készített oldatban feloldott szilárd anyag tömegének (illetve a koncentrációjának) és az oldat mért sűrűségének ismeretében az oldat tömegszázalékos összetétele meghatározható.

Mintafeladat

3,1915 g kristályvizes cink-szulfátból ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) pontosan $100,00 \text{ cm}^3$ oldatot készítettünk. Ezt követően pikonométerrel meghatároztuk az oldat sűrűségét, ami $1,0152 \text{ g/cm}^3$ -nek adódott.

a/ Mennyi a készített oldat anyagmennyiség koncentrációja?

b/ Mennyi a készített oldat tömeg%-os összetétele?

A megoldás menete:

a/ $M(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 287,5 \text{ g/mol}$, $m(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 3,1915 \text{ g}$

$$n(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = \frac{3,1915 \text{ g}}{287,5 \text{ g/mol}} = 0,0111 \text{ mol}$$

$$V(\text{oldat}) = 100,00 \text{ cm}^3 = 0,1000 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{oldat}) = \frac{n}{V} = \frac{0,0111 \text{ mol}}{0,1000 \text{ dm}^3} = \mathbf{0,111 \text{ mol/dm}^3}$$

b/ A tömeg%-os összetétel megadásához ismernünk kell az oldat tömegét és az abban feloldott só (kristályvíz nélküli) tömegét.

$$V(\text{oldat}) = 100,00 \text{ cm}^3, \rho = 1,0152 \text{ g/cm}^3, m(\text{oldat}) = V \cdot \rho = 100,00 \cdot 1,0152 \text{ g/cm}^3 = 101,52 \text{ g}$$

$$n(\text{oldott anyag}) = n(\text{ZnSO}_4) = n(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 0,0111 \text{ mol}$$

$$M(\text{ZnSO}_4) = 161,5 \text{ g/mol},$$

$$m(\text{oldott anyag}) = n(\text{ZnSO}_4) \cdot M(\text{ZnSO}_4) = 0,0111 \text{ mol} \cdot 161,5 \text{ g/mol} = 1,793 \text{ g}$$

$$\text{tömeg\%-os összetétel: } \frac{m(\text{oldott anyag})}{m(\text{oldat})} \cdot 100 = \frac{1,793 \text{ g}}{101,52 \text{ g}} \cdot 100 = \mathbf{1,766 \% (m/m)}$$

2. GYAKORLAT

1. LABORATÓRIUMI MELEGÍTÉS ÉS HŰTÉS

Gyakorlat előtti felkészülés

Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba című oktatási segédanyag ide vonatkozó fejezeteit:

3.1. A laboratóriumi melegítés módszerei és eszközei

9. A laboratóriumi hűtés

2. DEKANTÁLÁS, CENTRIFUGÁLÁS, SZŰRÉS

Cél

Leggyakoribb laboratóriumi elválasztási műveletekkel való ismerkedés.

Gyakorlat előtti felkészülés

Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba című oktatási segédanyag ide vonatkozó fejezete:

3.2.1.2. A szűrésnél használt eszközök

Gyakorlat

A gyakorlatvezetők bemutatják a különböző szűrőberendezéseket és azok alkalmazását.

3. SZILÁRD ANYAGOK TISZTÍTÁSA, ÁTKRISTÁLYOSÍTÁS

Cél

Kétkomponensű szilárd anyagkeverékek szétválasztása.

Az átkristályosítás négy fontosabb fázisból tevődik össze:

- alkalmas oldószer kiválasztása,
- feloldás (derítés), oldhatatlan szennyezések eltávolítása szűréssel,
- túltelítés elérése (hűtés vagy melegítés), a gócképződés elősegítése,
- kristályok elválasztása, mosása, szárítása.

Az **átkristályosítás** a szilárd szerves vegyületek legfontosabb tisztítási módszere. Az átkristályosítás a szerves anyag emelt hőmérsékleten történő feloldásából és hűtés hatására bekövetkező kikristályosításából áll. Mivel az oldószer általában nagyobb mennyiségű szerves anyagot képesek feloldani melegen, mint hidegen, a tisztítandó anyagot meleg oldószerben oldjuk úgy, hogy lehetőleg telített oldatot kapjunk. Lehűtés után az oldószer már csak kevesebb anyagot képes oldatban tartani, ezért a szerves anyag egy része ismét kiválik kristályos formában.

Az **átkristályosítást** általában olyan esetekben **alkalmazzuk**, amikor a szennyező anyagok csak kis mennyiségben vannak jelen. Ezért, amikor előállítjuk a fő komponensre nézve telített oldatot, a szennyezések koncentrációja az oldatban általában még lényegesen kisebb, mint a nekik megfelelő telítési koncentráció lenne. Az oldat lehűtésével a fő komponens koncentrációja hamarosan eléri a telítési értéket, és megindul a kristályok kiválása. Ugyanakkor a szennyezések koncentrációja többnyire még hidegen is kisebb, mint a telítési érték, így azok az oldatban maradnak. A kivált szilárd anyag tehát kedvező esetben gyakorlatilag szennyeződésektől mentes lesz.

Az **alkalmas oldószer kiválasztásának** legfontosabb szempontja az, hogy az oldószer az átkristályosítandó vegyületet melegen jól oldja, a hőmérséklet csökkenésével viszont az oldhatóság minél gyorsabban csökkenjen. Nagyon lényeges az is, hogy az átkristályosítandó anyaggal ne lépjen kémiai reakcióba az oldószer.

Átkristályosítás vízből:

Az átkristályosítás speciális esete, amikor víz az oldószer. Ilyenkor az átkristályosítást Erlenmeyer-lombikban is végezhetjük, mert a víz nem tűzveszélyes oldószer, és a gőze sem mérgező.

Gyakorlat előtti felkészülés

Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba című oktatási segédanyag ide vonatkozó fejezete:

7. Szilárd anyagok tisztítása átkristályosítással

Gyakorlat

Szennyezett $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ vagy KNO_3 só tisztítása átkristályosítással

A konkrét feladat egy mechanikai szennyeződést tartalmazó só, a $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ vagy KNO_3 tisztítása átkristályosítással. A tisztítás során figyeljük meg, hogy vízben nem, vagy rosszul és jól oldódó szennyezések egyaránt jelen vannak-e a tisztítandó sóban.

A megfelelően választott méretű főzőpohárba mérjük be táramérlegen 15 g körüli, de pontosan ismert tömegű szennyezett $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ -ot vagy KNO_3 -ot és adjuk hozzá kb. 20 cm³ desztillált vizet. Az így kapott heterogén rendszert melegítjük (melegítőlapon vagy *Bunsen*-égő és dróthálósegítségével) kb. 70-80 °C-ra, de ne forraljuk. A meleg oldatot redős szűrőpapíron szűrjük át vagy közvetlenül kristályosítótálba. A szűrletet hagyjuk lassan kihűlni. Ha sok kristály válna ki a gyakorlat végéig, ezt *Büchner*-tölcsérrel szűrjük (vákuumszűrés). Ha a lehűlés után (a gyakorlat végéig) nincs megfelelő mennyiségű kristálykiválás, megpróbálkozhatunk a telített oldat beoltásával vagy hűtésével is. Ha ennek ellenére nem indul meg a kristálykiválás, akkor tegyük el az oldatot a következő gyakorlatig a gyakorlatvezető útmutatása szerint. A következő gyakorlaton vízfürdőn is töményíthetjük az oldatunkat, ha ez szükséges lenne! Ebben az esetben az oldat lehűlését követően szűrjük a kivált kristályokat. A jól leszívott kristályokat igen kevés, jeges desztillált vízzel öblítsük le, majd tegyük óraüvegre, és hagyjuk, hogy szobahőmérsékleten megszáradjon. A száraz terméket mérjük le, és számítsuk ki, hogy az eredeti mennyiségnek hány százalékát sikerült tisztán visszanyernünk (kitermelés(i) százalék)! A beadás történjen papírcsónakon amelynek a következő adatokat kell tartalmaznia: vegyület neve, a vegyület képlete, tömege és a kitermelési százalék valamint a hallgató neve!

4. SZILÁRD KEVERÉK TÖMEGSZÁZALÉKOS ÖSSZETÉTELÉNEK MEGHATÁROZÁSA

Cél

Kétkomponensű keverék tömegszázalékos összetételének meghatározása kémiai reakció alapján.

KClO₃ + KCl keverék összetételének meghatározása

Bevezetés

A kálium-klorát (KClO₃) mangán-dioxid (MnO₂) katalizátor jelenlétében hevítés hatására kálium-kloridra és oxigénre bomlik. Ez a reakció kényelmesen alkalmazható laboratóriumi méretekben oxigén előállítására. Kis mennyiségű MnO₂-ot adva egy KClO₃+KCl keverékhez, melegítés hatására a minta KClO₃ tartalma KCl-dá alakítható. A súlycsökkenésből az eredeti keverék összetétele meghatározható.

Gyakorlat

Egy kémcsőbe mérjük be kis mennyiségű MnO₂-ot (max. 0,1 g-ot) táramérlegben. Adjunk hozzá kb. 2 g ismeretlen összetételű porkeveréket és újra mérjük le táramérlegben. Rázogatással keverjük el a katalizátort a porkeverékkel. *Bunsen*-láng fölött gyengén melegítsük a kémcsövet rázogatózás közben. **(A melegítést fülke alatt végezzük! Használjunk kémcsőfogót!)** Ezt követően néhány percen át hevítjük erősebben a mintát. (Ügyeljünk arra, hogy a kémcső szája se magunk, se társaink felé ne nézzen!) Tegyük félre a kémcsövet és hagyjuk lehűlni. Lehűlés után táramérlegben mérjük le a kémcsövet tartalmával együtt. A tömegmérési adatokból számítsuk ki a minta tömeg%-os összetételét.

5. EGYSZERŰ PREPARÁTUMOK ELŐÁLLÍTÁSA

Cél

Egyszerű, a komponensek elegyítésével előállítható preparátum készítése. Az alapvető laboratóriumi műveletek (szűrés, kristályosítás) gyakorlása egy egyszerű preparátum előállítása során.

Bevezetés

A timsó gyűjtőnév alatt az alábbi általános képlettel jellemezhető, kristályvíztartalmú kettős sókat értjük:



Az M^+ legáltalánosabban Na^+ , K^+ , Tl^+ , NH_4^+ vagy Ag^+ , míg az M^{3+} lehet Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Ti^{3+} vagy Co^{3+} . A gyakorlaton a legismertebb timsókat állítják elő.

Alumínium(III)-kálium-szulfát (timsó) [AlK(SO₄)₂·12H₂O] előállítása

Gyakorlat



Ha alumínium-szulfát és kálium-szulfát melegen telített ekvimoláris oldatát összeöntjük, az oldatból lehűléskor alumínium-kálium-szulfát kristályosodik ki.

16,6 g (0,025 mol) $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ -t 13 cm³ forró vízben oldunk és 80 °C-on hozzáöntjük 4,4 g (0,025 mol) K_2SO_4 25 cm³ vízzel készült oldatát. Lehűléskor a timsó kikristályosodik. A kristályokat szivótölcséren leszívátjuk, kevés hideg vízzel mossuk. Ha szükséges, 90 cm³ forró vízből átkristályosíthatjuk. A kivált kristályokat leszívátás után szűrőpapír között szárítjuk.

Tulajdonságai: Szép, oktaéder alakú, víztiszta kristályok. Vízben jól oldódnak. Íze fanyar, vizes oldata enyhén savas kémhatású.

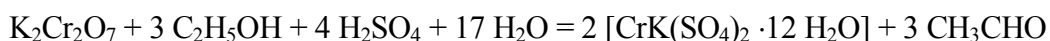
Króm(III)-kálium-szulfát (krómtimsó) [CrK(SO₄)₂·12H₂O] előállítása

Gyakorlat

Ha ekvimoláris mennyiségű króm(III)-szulfát és kálium-szulfát telített oldatát összeöntjük, ebből az oldatból állás közben krómtimsó válik ki.

Króm-szulfáto-akvakomplexek képződése a kristályosodás időtartamát nagyon megnyújtja, ezért ennek elkerülésére az előírásokat pontosan tartjuk be.

Az előállításhoz szükséges $Cr_2(SO_4)_3$ -ot frissen készítjük kálium-dikromátból ($K_2Cr_2O_7$) redukcióval, mert állás közben a $Cr_2(SO_4)_3$ -oldatban króm(III)-szulfáto-akvakomplex keletkezik, ami lassítaná a reakciót a fentiek szerint. Az elegyből közvetlenül a krómtimsó kristályosodik ki.



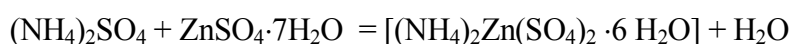
7,4 g (0,025 mol) kálium-dikromátot 50 cm³ víz és 11 cm³ tömény kénsav elegyében oldunk (a kénsav hígítását óvatosan végezzük, a kénsavat öntsük lassan, kevergetés közben a vízbe és nem megfordítva; ez a számított mennyiség kétszerese), majd hidegen, jeges hűtés közben (a pohár köré, kristályosító tálba apróra tört jeget helyezünk), kis adagokban 7 cm³ etanolt adunk hozzá. Az alkohol a Cr(VI)-ot Cr(III)-má redukálja, miközben maga aldehiddé oxidálódik. Gondoskodjunk arról, hogy a redukció közben a hőmérséklet sohasse emelkedjék 40 °C fölé, mert melegen króm(III)-szulfátokvaskomplex képződik. (Az oldat ebben az esetben zöld színű lesz és a timsó csak több hetes állás után válik ki.) Egy heti állás után a kivált kristályokat szivatótölcséren leszűrjük és kevés vízzel mossuk. Tisztítás céljából átkristályosíthatjuk, de az oldat hőmérséklete 40 °C fölé ekkor se emelkedhet. (Ha a leírásnak megfelelően járunk el, akkor is nagyon gyakran előfordul, hogy a kristályok csak két vagy három hét állás után válnak ki!)

Tulajdonságai: Sötét ibolyásvörös kristályok. Vízben jól oldódnak.

Ammónium-cink-szulfát [(NH₄)₂Zn(SO₄)₂·6H₂O] előállítása

Gyakorlat

Az ammónium-cink-szulfátot mint kettős só ammónium-szulfát és cink-szulfát vizes oldatának elegyítésével és együttes kristályosításával állíthatjuk elő:

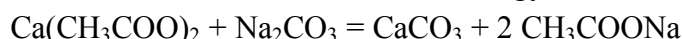


7,19 g (0,025 mol) ZnSO₄·7H₂O-ból és 3,3 g (0,025 mol) ammónium-szulfátból kb. 10 cm³ desztillált vízzel készítsünk külön-külön oldatot (ha szükséges, melegítsük). Ha valamelyik oldat nem teljesen tiszta, redős szűrőn forrón szűrjük át. A két oldatot forrón elegyítsük és kristályosítóalban hagyjuk lehűlni. Lehűlés után az oldatból ammónium-cink-szulfát – víz (1/6) kristályos válnak ki. A kivált kristályokat Büchner tölcsérral szűrjük, és levegőn szárítsuk.

Kalcium-karbonát (CaCO₃) előállítása

Gyakorlat

Az alkáliföldfém-karbonátokat legegyszerűbben úgy állíthatjuk elő, hogy valamilyen vízben oldódó sójukat számított mennyiségű nátrium-karbonát-oldattal reagáltatjuk. Kalcium-karbonátot a kalcium-acetátból kiindulva is előállíthatunk az alábbi reakcióegyenletnek megfelelően:



Táramérlegen, főzőpohárban mérjük ki 8,8 g kristályos kalcium(II)-acetátot és oldjuk fel annyi forró vízben, amennyiben feloldódik. A kimért kalcium-acetát mennyisége alapján számítsuk ki, hogy a reakcióegyenletnek megfelelően mekkora tömegű Na₂CO₃-ra van szükségünk. Ezt a mennyiséget oldjuk fel kevés vízben (az oldatot ne melegítsük). A kalcium-acetát oldatot főzőpohárban forraljuk fel, és a forró oldathoz cseppenként adagoljuk a nátrium-karbonát oldatot. A levált csapadékot hagyjuk leülepedni, majd szűrjük le Büchner-tölcséren vákuumszűrő berendezést alkalmazva. Az így leszűrt kalcium-karbonátot meleg vízzel mossuk és levegőn szárítsuk.

6. CSAPADÉKKÉPZŐDÉSEL JÁRÓ REAKCIÓK TANULMÁNYOZÁSA

Cél

Kémcsőkísérletek végzése a legegyszerűbb kísérleteken keresztül, a legalapvetőbb anyagismeret megszerzése, alapvető reakcióegyenletek felírása, rendezése

Gyakorlat előtti felkészülés

A gyakorlat elvégzéséhez, értelmezéséhez gondolja át az Általános kémia előadás és a szeminárium alapján a következőt:

- csapadék fogalma

Bevezetés

Az erős bázisok (pl. nátrium- vagy kálium-hidroxid) számos fémion oldatából különböző és jellegzetes színű hidroxid csapadékot választanak le. Ezen a csapadékok egy része a lúgoldat feleslegében hidroxo-komplex képződése közben feloldódik. A vizsgált fémionok közül az Pb(II), az Al(III), a Zn(II) és a Cr(III) hidroxo-komplexet képez, amelyben a koordinációs szám 4.

A Cr(III), Mn(II), Fe(II), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II), Cd(II), Pb(II) és Al(III)-ionok vizes oldatából ammónium-ionok távollétében ammónia-oldattal is leválaszthatjuk a megfelelő hidroxidokat. Kivétel a Cu(OH)₂ és a Co(OH)₂, mert kobalt(II)-klorid esetén Co(OH)Cl, réz(II)-szulfát esetén pedig Cu₂(OH)₂SO₄ képződik.

Gyakorlat

a/ Tegyük kémcsövekbe kb. fél cm³ reagens króm(III)-, mangán(II)-, vas(II)-, vas(III)-, kobalt(II)-, nikkell(II)-, réz(II)-, cink(II)-, kadmium(II), ólom(II) és alumínium(III)-ionokat tartalmazó oldatot. Adjunk mindegyikhez cseppenként reagens (2 mol/dm³) nátrium-hidroxid-oldatot addig, amíg az újabb csepre már nem válik le csapadék. Ezután adjunk a csapadékos oldatokhoz feleslegben nátrium-hidroxid-oldatot. **Jegyezzük fel a csapadékok színét, külső megjelenési formáját és azt, hogy mely csapadékok oldódtak nátrium-hidroxid-fölöslegben!**

b/ Ismételjük meg a kísérletet cseppenként adagolt reagens (2 mol/dm³) ammónia-oldattal is!

Valamennyi esetben írjuk fel a csapadékképződési és komplexképződési folyamatok egyenleteit!

Foglalja össze táblázatban a kísérletek alapján a vizsgált átmenetifémionok hidroxidjainak, hidroxo- és amminkomplexeinek az összetételét és színét!

átmenetifémion	hidroxid (színe, összetétele)	hidroxokomplex (színe, összetétele)	amminkomplex (színe, összetétele)
króm(III)			
mangán(II)		—	—
vas(II)		—	—
vas(III)		—	—
kobalt(II)		—	—
nikkel(II)		—	
réz(II)		—	
cink(II)			
kadmium(II)		—	
ólom(II)			—
alumínium(III)			—

3. GYAKORLAT

1. LABORATÓRIUMI GÁZFEJLESZTÉS GÁZPALACKOK KEZELÉSE

Cél

Megismerkedés a tiszta, száraz gázok laboratóriumi előállításának módjaival. A hidrogén gáz előállításán keresztül a laboratóriumi gázfejlesztés megismerése és gázpalack helyes használatának megismerése.

Gyakorlat előtti felkészülés

Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba című oktatási segédanyag ide vonatkozó fejezete:

3.3. Műveletek gázokkal, a gázfejlesztés és a gázpalackok

2. GÁZFEJLŐDÉSSEL JÁRÓ REAKCIÓK TANULMÁNYOZÁSA

Cél

Kémcsőkísérletek végzése a legegyszerűbb kísérleteken keresztül, a legalapvetőbb anyagismeret megszerzése, alapvető reakcióegyenletek felírása, rendezése

Gyakorlat előtti felkészülés

A gyakorlat elvégzéséhez, értelmezéséhez gondolja át a Bevezetés a kémiába előadás és a szeminárium alapján a következőket:

- fémek savakkal, lúgokkal és vízzel lejátszódó reakciója

Bevezetés

Nem oxidáló savakban a negatív standardpotenciálú fémek hidrogénfejlődés közben oldódnak, míg a pozitív standardpotenciálú fémeket csak az oxidáló savak (pl. tömény salétromsav, tömény forró kénsav) képes feloldani nitrogén-dioxid, illetve kén-dioxid fejlődése mellett. Ugyanakkor a legkisebb standardpotenciálú fémek (alumínium, cink) erős lúgokban is oldódik hidrogénfejlődés közben és emellett a fémion tetrahidroxo komplexe képződik.

Gyakorlat

a/ Kémcsövekbe helyezett kis darab alumínium, vas, réz és cink forgácsra öntsünk reagens (2 mol/dm^3) sósavoldatot. Ha nem tapasztalunk semmit, melegítsük az oldatot! **Hasonlítsuk össze a hidrogénfejlődés mértékét!**

b/ Kémcsövekbe helyezett kis darab a réz forgácsra öntsünk tömény (60-63 %(m/m)-os) salétromsavoldatot. Ha hidegen nem mutatkozik változás, óvatosan, fülke alatt melegítsük fel az oldatot! **Jegyezzük fel észleléseinket!**

c/ Kémcsövekbe helyezett kis darab alumínium, vas, réz és cink forgácsra öntsünk reagens (2 mol/dm^3) nátrium-hidroxid-oldatot. Ha hidegen nem mutatkozik változás, óvatosan, fülke alatt melegítsük fel az oldatot! **Jegyezzük fel észleléseinket!**

d/ Kevés kalcium-karbonátra öntsünk reagens sósavoldatot! **Figyeljük meg a változást!**

Valamennyi esetben írjuk fel a lejátszódó folyamatok rendezett reakcióegyenleteit!

3. SAV-BÁZIS TITRÁLÁS

Cél

Egy erős bázis adott koncentrációjú oldatának készítése tömény oldatból és pontos koncentrációjának meghatározása titrálással. Sav-bázis titrálás alkalmazási lehetőségeinek megismerése sztöchiometriai feladat megoldására.

Gyakorlat előtti felkészülés

Király Róbert: Bevezetés a laboratóriumi gyakorlatba című oktatási segédanyag ide vonatkozó fejezete:

5.2.3. A büretta és a titrálás

Adott koncentrációjú nátrium-hidroxid oldat készítése és hígítása

Gyakorlat

Készítsünk $100,0 \text{ cm}^3$ $0,5 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú lúgoldatot, a rendelkezésre álló tömény (50 tömeg%-os, $\rho = 1,53 \text{ g/cm}^3$) lúgoldatból hígítással. **A tömény lúgoldat koncentrációja és sűrűsége alapján számítsuk ki az oldat készítéséhez szükséges lúg mennyiségét cm^3 -ben!**

Egy főzőpohárba tegyünk kb. 50 cm^3 desztillált vizet, majd kis műanyag mérőhenger segítségével mérjük be a szükséges lúgmennyiséget. **(Tömény lúgok szájjal történő pipettázása tilos!)** **Ügyeljünk, hogy a kimérés alatt ne cseppenjen el tömény lúg.** Összekeverés után műanyag desztillált vizes edény segítségével egészítsük ki 100 cm^3 -re az oldat térfogatát. (Főzőpohárban készítve az oldatot, annak térfogata nem feltétlenül lesz pontosan 100 cm^3 , de a pontos koncentráció meghatározásához mindenképpen szükség van titrálásra). Az elkészített oldatot üvegbot segítségével alaposan keverjük össze, hogy homogenizálódjon.

Ebből a készített lúgoldatból készítsünk egy tízszeres hígítású oldatot: $10,0 \text{ cm}^3$ lúgoldatot pipettával mérjünk bele a 100 cm^3 -es mérőlombikba, és töltsük fel a lombikot, majd homogenizáljuk az oldatot!

A készített nátrium-hidroxid oldat koncentrációjának meghatározása

Gyakorlat

Három titráló lombikba $10,00\text{ cm}^3$ -es hasas pipettával mérjük be $10,00$ - $10,00\text{ cm}^3$ -t a kiadott, ismert koncentrációjú sósavoldatból (**a pontos koncentrációját jegyezzük fel!**), hígítsuk desztillált vízzel 30 - 40 cm^3 -re és adjunk hozzá két-három csepp metilvörös indikátort. A bürettába a készített lúgoldatot töltjük. Az első mintához a bürettából állandó rázogatós közben kb. az átcsapási színig adjunk a mérőoldatot. Így megállapíthatjuk a fogyás közelítő értékét (V'). A másik két titrálást pontosan végezzük el úgy, hogy $V = V' - 0,5\text{ cm}^3$ -ig gyorsan engedjük a mérőoldatot a titrálendő oldathoz, majd lassan (cseppenként) adagoljuk tovább a titráló oldatot (a végén esetleg törtcseppet adagolva) az átcsapási szín eléréséig.

A két fogyás átlagával számolva (a közelítő mérést ne vegye figyelembe!) határozzuk meg a lúgoldat pontos koncentrációját!

A benzoésav moláris tömegének meghatározása sav-bázis titrálással

Gyakorlat

Két titráló lombikba analitikai mérleggel mérjük ki $0,05\text{ g}$ körüli benzoésavat. A kimért szilárd anyagot oldjuk fel kb. 30 cm^3 $1:1$ térfogatarányú víz-aceton oldatban, és adjunk hozzá 3 - 4 csepp fenolftalein indikátort, és az általunk készített $\sim 0,05\text{ mol/dm}^3$ (pontosan ismert) koncentrációjú nátrium-hidroxid oldattal titráljuk meg az így elkészített két mintát.

A két fogyásból **külön-külön** határozzuk meg a benzoésav moláris tömegét, és ezt a két értéket átlagoljuk. **Hasonlítsuk össze a kísérletileg meghatározott moláris tömeget a valódi moláris tömeggel!**