**UKRAJNA OKTATÁSI ÉS TUDOMÁNYOS MINISZTÉRIUMA**

**II. RÁKÓCZI FERENC KÁRPÁTALJAI MAGYAR FŐISKOLA**

**«NANOKÉMIA ALAPJAI ÉS NANOTECHNOLÓGIA**

**LABORATÓRIUMI PRAKTIKUM»**

**Beregszász 2023**

**TARTALOM**

|  |  |
| --- | --- |
| **LABORATÓRIUMI MUNKAREND ÉS BALESETVÉDELEM** |  |
| **1 LABORATORIUMI GYAKORLAT**  Az Ag nanorészecskék előállitása citrát módszerrel |  |
| **2 LABORATORIUMI GYAKORLAT**  Az Ag nanorudak előállitása |  |
| **3 LABORATORIUMI GYAKORLAT**  Nátrium-dodecil-szulfáttal stabilizált Cu2O nanorészecskék előállitása e |  |
| **4 LABORATORIUMI GYAKORLAT.**  Aszkorbinsavval stabilizált Cu2O nanorészecskék előállitása |  |
| **5 LABORATORIUMI GYAKORLAT**  CdS, PbS, ZnS nanorészecskék szintézise |  |
| **6 LABORATORIUMI GYAKORLAT**  Vizes mágneses folyadék előállítása |  |
| **FELHASZNÁLT IRODALOM** |  |

**LABORATÓRIUMI MUNKAREND ÉS BALESETVÉDELEM**

**LABORATÓRIUMI MUNKAREND**

A laboratóriumi munka végzéséhez elengedhetetlenül szükséges a balesetvédelmi és tűzvédelmi rendszabályok ismerete. Ezek be nem tartása súlyos következményekkel járhat.

Az eredményes gyakorlati munka feltétele az elméleti felkészültség. A kémiai gyakorlatok előtt ezért mindig tanuljuk meg a gyakorlatra vonatkozó tananyagot. Az alábbi általános rendszabályokon túl egyes speciális laboratóriumokban (pl. izotóplaboratórium, biológiailag veszélyes anyagok laboratóriuma stb.) további szabályok érvényesek.

Általános laboratóriumi és munkavédelmi rendszabályok

1. Illetéktelen személyeknek a laboratóriumba tilos a belépés. A hallgatók a laboratóriumba csak a munkájukhoz elengedhetetlenül szükséges eszközöket hozhatják (jegyzet, íróeszköz, személyes laboratóriumi munkaeszközök). Védőszemüveg és munkaköpeny viselése kötelező! Műszálas anyagból készült ruha nem viselhető.

2. A laboratóriumban tilos egyedül dolgozni.

3. A laboratóriumban dohányozni tilos. Tilos a laboratóriumi edényekből enni, inni, a vegyszereket megkóstolni, illetve a laboratóriumból bármit elvinni.

4. Munka közben a legnagyobb rendet és tisztaságot kell fenntartani. Az esetleg kicseppent vagy kiömlött folyadékot, vegyszert azonnal töröljük fel törlőronggyal, papírtörölközővel. Vegyszert tartalmazó edényen, üvegen fel kell tüntetni annak tartalmát. Ha preparátumot helyezünk vízfürdőre, a tárolóedényén tüntessük fel annak tartalma mellett asztalszámunkat is. A gyakorlat befejezésekor asztalunkat, mérőhelyünket és annak környezetét tegyük rendbe, az eszközöket, készülékeket elmosva, tisztán tegyük a helyükre. Szárítószekrényben, vízfürdőn, vegyifülkében ne hagyjunk semmilyen anyagot. Befejezetlen preparátumot lefedve, felcímkézve a kijelölt tárolóhelyre tegyük.

5. Tilos a laboratóriumi berendezések és felszerelések (tűzoltó zuhany, pokróc stb.) nem rendeltetésszerű használata és a laboratórium feladatköréhez nem tartozó vegyi munkák engedély nélküli végzése.

6. Mérgező, kellemetlen szagú vagy gyúlékony anyagokkal csak vegyifülke alatt dolgozzunk. A vegyifülke felhúzható ablakkal és elszívóberendezéssel ellátott, üvegfalú kamra. Ha vegyifülkében végzünk munkát, a fülke ablakát annyira húzzuk le, hogy arcunkat védje. A munka megkezdése előtt győződjünk meg a fülke elszívásának működéséről (húzzuk le a fülkeablakot annyira, hogy alul csak kis rés maradjon, és tartsunk a réshez papírdarabot). Ha a vegyifülkében tűzveszélyes folyadékok veszélyt okozó mennyiségével dolgozunk, biztosítani kell, hogy a vegyifülkét inert gázzal el tudjuk árasztani. Ha a mérgező anyag hulladéka veszélyt jelent, össze kell gyűjteni, vagy át kell alakítani ártalmatlan anyaggá. Nagyobb mennyiségű mérgező gázzal végzett műveletek során használjunk gázálarcot. A gázálarcok különböző védőhatású szűrőbetéteket tartalmaznak. Ha a mérgező anyagok koncentrációja magas a laboratórium légterében, akkor friss levegős légzőkészüléket kell alkalmazni. A munkavédelmi előírások a MAK-értékkel adják meg a mérgező anyagoknak a légtérben még elviselhető koncentrációját. (MAK: Maximale Arbeitsraum Konzentration – Legnagyobb Megengedett Munkahelyi Koncentráció) A MAK-érték egy anyag gáz-, gőz- vagy szállóporformában megengedhető legmagasabb koncentrációja a munkahelyi légtérben mg/m3-ben megadva, amely a jelenlegi ismeretek szerint nem káros az ott dolgozók egészségére, és nem jelent elfogadhatatlan kockázatot még ismételt és hosszas kitettség esetén sem, abból kiindulva, hogy egy átlagos munkahét 40 órából és egy átlagos munkanap 8 órából áll.

7. Tömény savak, lúgok hígítása esetén a savat öntsük a vízbe, és nem fordítva. Különösen vigyázzunk a tömény kénsav és a tömény alkáli-hidroxid-oldatok hígításakor. (Kerüljük az oldat túlzott felmelegedését.)

8. Vegyszerek elegyítésekor ne hajoljunk az edény fölé. Tömény savak és lúgok elegyítése tilos!

Tilos alkohol és salétromsav, továbbá klorátos oldatok és tömény kénsav elegyítése. Ha kémcsőben oldatot melegítünk, vigyázzunk, nehogy a hirtelen kifutó oldattal leforrázzuk magunkat vagy társunkat.

9. Tömény savat, lúgot vagy mérgező anyagot szájjal ne pipettázzunk, hanem használjunk pipettázólabdát (Griffin-ballon) vagy mérőhengerrel, bürettával mérjük ki a szükséges mennyiséget. Erős sav vagy bázis gyomorba jutása esetén hánytatni tilos! Ezek az anyagok hánytatás során gyomor-, illetve nyelőcső perforációt okozhatnak. A gyomorba került anyagokat fel kell hígítani tej vagy víz itatásával. Azonnal orvost kell hívni!

10. A legtöbb vegyszer, de különösen a tömény savak és lúgok bőrre vagy szembe kerülve az érintett felületet súlyosan felmarják, és égéshez hasonló, nehezen gyógyuló sebeket okoznak. Sav- vagy lúgmarás esetén használjuk a laboratóriumban elhelyezett mentesítő oldatokat. (Különösen lenyelés vagy szembefröccsenés esetén.) Mindenekelőtt alkalmazzunk bő csapvizes lemosást, és utána a megfelelő mentesítő oldattal kezeljük a sérült testfelületet. (Régebben a következő oldatokat, illetve módszereket alkalmaztuk: ha gyomorba jutott a sav, semlegesítés céljából MgO szuszpenziót kell itatni; bőr savmarásakor 2%-os NaHCO3, sav szembefröccsenése esetén 2%-os bóraxoldatos lemosást kell használni; lúgmarás esetén 0,5%-os ecetsavoldattal mossuk le a szennyezett bőrfelületet, ha szembe fröccsent a lúg, bő csapvizes lemosás után 2%-os bórsavoldattal öblítsük le.) A laborvegyszerek elsősegélynyújtásra nem alkalmasak.

11. Bizonyos gázok és gőzök, valamint szilárd vegyszerek szálló pora a légzőszerveken át a szervezetbe jutva mérgező hatást fejt ki. Ha egy anyagot meg akarunk szagolni, ügyeljünk arra, hogy egyszerre nagyobb mennyiséget ne szippantsunk fel, hanem kezünkkel enyhe légáramot hajtva, mindig óvatosan szagoljunk. Nagyobb mennyiségű egészségre ártalmas gázt vagy gőzt fejlesztő reakciót vegyifülkében végezzünk.

12. Készülékek összeszerelése előtt legyünk tisztában azok működésével. Zárt készüléket melegíteni tilos. Munka közben a készüléket magára hagyni nem szabad. Felügyelet nélkül működő

készülékek veszélyforrások. Meghibásodás, hűtővíz- vagy áramkimaradás jelentős anyagi kárral járó balesetet eredményezhet.

13. Vigyázzunk, hogy az üvegedények esetleges törésekor keletkező szilánkok sérülést ne okozzanak. Repedt, csorbult üvegedényeket használni tilos! A törött üvegedényeket, papírt stb. a munkaasztalok mellett elhelyezett szemetesvödrökbe (ne a lefolyóba!) dobjuk. Üvegcső vágásánál, dugónak üvegcsőre vagy hőmérőre húzásánál az üvegcsövet tiszta, vastag ruhával a törési ponthoz, illetve a dugóhoz közel fogjuk meg. Az üvegcső vágása után a csővégeket ömlesszük le.

14. Ha nincs előírás arra, hogy mennyi vegyszert használjunk, vegyük a lehető legkevesebbet. A kísérletek végén megmaradt vegyszert ne tegyük vissza abba az üvegbe, amelyből kivettük, hanem semmisítsük meg, vagy gyűjtőedényekbe öntsük. A vegyszer kivétele után az üveget saját dugójával azonnal zárjuk le.

15. A vízzel nem elegyedő szerves oldószereket, környezetszennyező és tűzveszélyes anyagokat külön erre a célra rendszeresített gyűjtőedénybe öntsük. A következő veszélyes anyagokat külön gyűjtőedényekben gyűjtjük: cianidok, higany-, ólom-, arzén-, bárium-, nikkel-, réz-, antimon-, ón-, bizmut-, króm-, kobalt-, ezüstvegyületek, halogénezett oldószerek, aromás-alifás oldószerek (ARAL). Töményebb savat, lúgot csak hígítás után szabad a lefolyóba önteni.

16. A cianidok rendkívül erős mérgek, belőlük savas oldatban hidrogén-cianid képződik, ami szintén rendkívül veszélyes méreg. Sose dolgozzunk cianidokkal savas oldatban!

17. A higanygőzök mérgezők. A kiömlött higanyt haladéktalanul gyűjtsük össze, az apró, szemmel nem látható higanycseppecskéket pedig kénporral leszórva semmisítsük meg.

18. Mindig tájékozódjunk a biztonsági adatlap segítségével a vegyszer biztonságos kezeléséhez szükséges egyéni védőfelszerelésekről és elsősegély-nyújtási alapismeretekről, mielőtt a megkezdjük a munkát valamely vegyszerrel.

19. Bármilyen rendellenesség, baleset stb. esetén jelezzük a munkahely vezetőjének (a laboratóriumban lévő oktatónak) az eseményt.

**LABORATÓRIUMI TŰZVÉDELMI SZABÁLYOK**

1. Nagyon fontos a munkaasztalokon elhelyezett gázégők kezelésének ismerete. Mielőtt a gázvezeték főelzáró csapját megnyitnánk, gondoskodjunk arról, hogy az egyes égők csapjai zárva legyenek; csak ezután helyezzük üzembe a használni kívánt égőt. A munka befejezésekor ugyancsak győződjünk meg arról, hogy az asztalokon az összes gázégő csapja és a főelzáró csap is zárva van-e.

2. Tűzveszélyes anyagokkal jól "húzó" vegyifülke alatt dolgozzunk! Sohase legyen a közelben nyílt láng.

3. Könnyen párolgó, tűzveszélyes anyagot tilos nyílt lángon melegíteni, kizárólag víz, olaj vagy elektromos melegítőt használjunk.

4. Ne hajoljunk munka közben a gázégő fölé.

5. Amennyiben valakinek a ruhája vagy a haja meggyullad, használjuk az asztalok végén elhelyezett zuhanyzót! Tilos műanyagból készült anyaggal égő ember ruházatát oltani. Tűzoltó készülékkel tilos embert oltani!

6. Elektromos tűz oltása vízzel tilos, mert áramütést okozhat. Elektromos tűz esetén az oltás megkezdése előtt áramtalanítsunk. A legtöbb szerves oldószer oltására sem alkalmas a víz, mert ezek nem elegyednek vízzel, a víz felszínén úszva tovább égnek.

7. Égési sebeket folyó vízzel hűtsük, majd égési seb kezelésére alkalmas kenőccsel vagy spray-vel kezeljük. Súlyos esetben forduljunk orvoshoz.

8. Szükség esetén használjuk a laboratóriumban elhelyezett poroltó készüléket, mely mindenfajta tűz oltására alkalmas.

9. Rosszullét, sérülés esetén azonnal forduljunk a gyakorlatvezető tanárhoz, hogy kellő időben megtehesse a szükséges intézkedéseket! Munkánk befejezése után a gázvezeték csapjait zárjuk el, az elektromos berendezéseket kapcsoljuk ki.

**1. LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

**AZ EZÜST NANORÉSZECSKÉK ELŐÁLLITÁSA KÜLÖNBÖZŐ MÓDSZEREKKEL**

**1. Kisérlet.**

Az ezüst nanorészecskéket (AgNPs) keményítő jelenlétében szintetizálják. a következő redoxireakció szerint:

2AgNO3 + C6H12O6 + 2NH4OH → 2Ag + 2NH4NO3 + C6H12O7 + H2O

Ebben a reakcióban a glükóz (C6H12O6) redukálja az ezüstkationokat az ezüstnitrátból. Mivel fém ezüst képződik, a keményítő bevonja az Ag részecskék külsőjét, megakadályozva ezzel az aggregálását.

A munka végrehajtásának sorrendje:

1. Tegyen 10 ml 0,1M AgNO3-t egy kis Erlenmeyer-lombikba vagy főzőpohárba.

2. Adjunk hozzá 50 0,1M glükózt, ügyelve arra, hogy az érintkezzen az AgNO3-tal.

3. Adjunk az elegyhez 50 ml 0,2% keményítőoldatot.

4. Melegítsük az oldatot egy főzőlapon magas fokozaton, amíg erőteljesen forrni nem kezd. Ne keverje az oldatot!

5. Forraljuk az oldatot 10 percig. Vegye le a mintát a forró lemezről, és hagyja lehűlni.

6. Adjon az oldathoz 0,1 ml 0,1 NH4OH.

7. Mérje meg a keletkező oldat abszorpciós spektrumát 325-650 nm tartományban UV-VIS spektrofotométer segítségével. Vegyük a 0,2% keményítőoldatot összehasonlításként. Jegyezze fel az abszorbancia adatokat 25 nm-enként az 1.1. táblázatba. A maximális abszorpció tartományában 5 nm-enként (4 pont a maximum előtt és 4 után).

8. Osszuk el a λmax-nál mért abszorbanciát 2-vel, és jegyezzük be az adatrészbe ½max-nál mért abszorbanciaként. Jegyezzük fel az ezen abszorbanciánál mért hullámhosszt az adatrészben λ½ max hullámhosszként (1.2- náblázat).

9. Határozza meg a csúcsszélesség félmaximumot (Peak Width at Half Max - PWHM). A PWHM meghatározására először vonjuk le a λmax a λ1/2max értékéből. A különbség іzorozza meg 2-vel, hogy megkapja a PWHM-et. (1.3. Táblázat)

PWHM = (λ1/2max - λmax)×2 =

1.1. Táblázat

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | λ, nm | A | λ, nm | A |
| 1 | 330 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |

**2. Kisérlet.**

Az ezüst nanorészecskéket (AgNPs) nátrium citrát jelenlétében szintetizálják. a következő redoxireakció szerint:

2AgNO3 + Na3C6H5O7 → 2Ag + CO2 + Na2C5H4O5 + NaNO3 + HNO3

Ebben a reakcióban a nátrium citrát (Na3C6H5O7) redukálja az ezüstkationokat az ezüstnitrátból és evvel egyűt stabilizátor ként és szolgál.

A munka végrehajtásának sorrendje:

1. Készitsen elő 100 ml AgNO3 (0.001M ) és 200 ml Na3C6H5O7 (0.001M ) oldatot.

2. Egy pohárban forraljon fel 20 ml ezüst-nitrát oldatot állandó keverés közben.

3. Amikor az AgNO3 oldat kezd forrni adjon hozzá 100 ml nátrium-citrát oldatot. Ez megfelel az 1:5 AgNO3 : Na3C6H5O7 aránynak.

4. Az oldatot addig melegítse, amíg az oldat halványsárga színű lesz.

5. Az oldatot hagyja szobahőmérsékletre hűlni. Hűtés közbe keverje.

6. Mérje meg a keletkező oldat abszorpciós spektrumát 300-800 nm tartományban UV-VIS spektrofotométer segítségével. Vegyük a vizet összehasonlításként.

7. Mérje meg a keletkező oldat abszorpciós spektrumát 325-650 nm tartományban UV-VIS spektrofotométer segítségével. Vegyük a desztillált vizet összehasonlításként. Jegyezze fel az abszorbancia adatokat 25 nm-enként az 1.1. táblázatba. A maximális abszorpció tartományában 5 nm-enként (4 pont a maximum előtt és 4 után).

8. Osszuk el a λmax-nál mért abszorbanciát 2-vel, és jegyezzük be az adatrészbe ½max-nál mért abszorbanciaként. Jegyezzük fel az ezen abszorbanciánál mért hullámhosszt az adatrészben λ½ max hullámhosszként (1.2- náblázat).

9. Határozza meg a csúcsszélesség félmaximumot (Peak Width at Half Max - PWHM). A PWHM meghatározására először vonjuk le a λmax a λ1/2max értékéből. A különbség іzorozza meg 2-vel, hogy megkapja a PWHM-et (1.3. Táblázat).

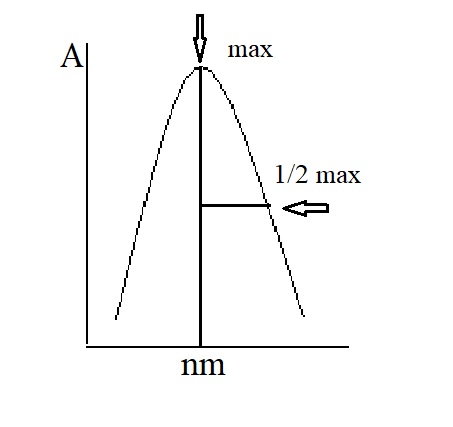
PWHM = (λ1/2max - λmax)×2 =

1.2. Táblázat

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | λ, nm | A | λ, nm | A |
| 1 | 330 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |

1.3. Táblázat

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Hullámhossz | | | Abszorbancia | | | PWHM | | |
| λmax |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| λ½ max |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



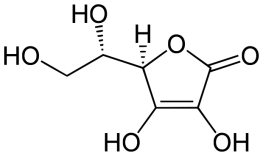
1.1. Ábra

**2. LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

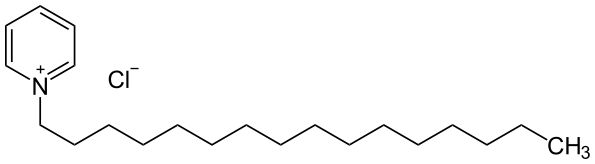
**AZ Ag NANORUDAK ELŐÁLLITÁSA**

Reagensek:

AgNO3, NaOH,

Aszkorbinsav C6H8O6 

CPC (cetylpyridinium chloride C21H38ClN×H2O)



A munka végrehajtásának sorrendje:

1. Készitsen elő 50 ml 0.01 M AgNO3 oldatot.

2. Készitsen elő 100 ml 0.1 M C6H8O6 oldatot.

3. Készitsen elő 100 ml 0.08 M CPC oldatot.

4. Készitsen elő 100 ml 1 M NaOH oldatot.

5. Ezüst nanorudak előállitása:

Hat pohárba adjon AgNO3, C6H8O6 és CPC oldatot a táblázat szerint. Keverje meg. Ezután mindegyikbe adjon NaOH oldatot. A NaOH oldatot minden esetben utolsósorban adjuk. A NaOH oldat hozzáadás után gyengéden keverje meg a keverékeket.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N | ml AgNO3 | ml C6H8O6 | ml CPB | ml NaOH |
| 1 | 0.10 | 10 | 10 | 0.04 |
| 2 | 0.25 | 10 | 10 | 0.1 |
| 3 | 0.30 | 10 | 10 | 0.12 |
| 4 | 0.40 | 10 | 10 | 0.16 |
| 5 | 0.50 | 10 | 10 | 0.20 |
| 6 | 0.60 | 10 | 10 | 0.24 |

6. Mérje meg a keletkező oldat abszorpciós spektrumát 325-650 nm tartományban UV-VIS spektrofotométer segítségével. Vegyük a desztillált vizet összehasonlításként. Jegyezze fel az abszorbancia adatokat 25 nm-enként az 1.1. táblázatba. A maximális abszorpció tartományában 5 nm-enként (4 pont a maximum előtt és 4 után).

7. Osszuk el a λmax-nál mért abszorbanciát 2-vel, és jegyezzük be az adatrészbe ½max-nál mért abszorbanciaként. Jegyezzük fel az ezen abszorbanciánál mért hullámhosszt az adatrészben λ½ max hullámhosszként (1.2- náblázat).

8. Határozza meg a csúcsszélesség félmaximumot (Peak Width at Half Max - PWHM). A PWHM meghatározására először vonjuk le a λmax a λ1/2max értékéből. A különbség іzorozza meg 2-vel, hogy megkapja a PWHM-et.

PWHM = (λ1/2max - λmax)×2 =

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | λ, nm | A | λ, nm | A |
| 1 | 330 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |
| 17 |  |  |  |  |
| 18 |  |  |  |  |
| 19 |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |

**3. LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

**Nátrium-dodecil-szulfáttal stabilizált Cu2O nanorészecskék előállitása**

**GYAKORLÓKÉRDÉSEK**

Nanokristályos anyagok előállítása. A porok tömörítése. Lerakódás az aljzatra. Molekuláris epitaxia. Gőz-fázis epitaxia. Epitaxia a folyadékfázisból. Topokémiai folyamatok. CVD és PVD folyamatok. Amorf ötvözetek kristályosítása. Intenzív műanyag deformáció. Litográfia.

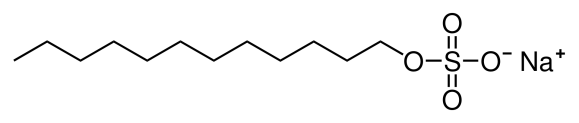
**LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

Reagensek:

CuCl2×2H2O

NH2OH×HCl

NaOH

SDS C12H25SO4Na 

A munka végrehajtásának sorrendje:

1. Készitsen elő 25 ml 0.1 M CuCl2 oldatot.

2. Készitsen elő 50 ml 0.1 M NH2OH×HCl oldatot.

4. Készitsen elő 25 ml 1 M NaOH oldatot.

5. Cu2O nanorészecskék előállitása:

Négy pohárba adjon desztilált vizet a táblázat szerint. Mindegyikbe adjon 5 ml CuCl2 oldatot és 0.87 g SDS-t. Gyorsan keverje a SDS teljes oldódásáig. Ezután mindegyikbe adjon 1.8 ml NaOH oldatot. A NaOH oldat hozzáadás után gyengéden keverje meg a keverékeket a szin változásig. Utolsósorban minden keverékhez adjon NH2OH×HCl oldatot, fedje le és hagyja állni 1 óráig.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | ml H2O | ml CuCl2 | g SDS | ml NaOH | ml NH2OH×HCl |
| 1 | 89.2 | 5 | 0.087 | 1.8 | 4 |
| 2 | 83.4 | 5 | 0.087 | 1.8 | 9.8 |
| 3 | 81.2 | 5 | 0.087 | 1.8 | 12 |
| 4 | 69.2 | 5 | 0.087 | 1.8 | 24 |



6. Mérje meg a keletkező oldatok abszorpciós spektrumát 300-800 nm tartományban UV-VIS spektrofotométer segítségével. Vegye a vizet összehasonlításként.

**4. LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

**Aszkorbinsavval stabilizált Cu2O nanorészecskék előállitása**

**GYAKORLÓKÉRDÉSEK**

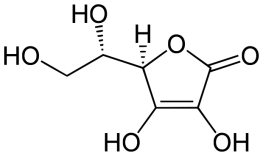
A szilárd felületek topográfiájának mérése atom mikroszkópiával érintkezési módban és nem érintkezési módban. Az elektronikus pásztázó mikroszkóp munkájának és szerkezetének alapelve a szilárd anyagok szerkezetének vizsgálatában. A nanorendszerek kutatása diffrakciós módszerekkel. A nanorendszerek kutatása spektrofotometriás módszerekkel.

**LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

Reagensek:

CuSO4×5H2O

Glükóz С6Н12О6

Aszkorbinsav C6H8O6 

NaOH

A munka végrehajtásának sorrendje:

1. Készitsen elő 100 ml 3M NaOH oldatot.

2. Készitsen elő 300 ml 0.25 M CuSO4 oldatot.

3. Készitsen elő С6Н12О6 oldatot: 2.4 g С6Н12О6 oldja fel 3.2 ml desztilált vizben.

4. Készitsen elő 50 ml 0.5 M aszkorbinsav oldatot.

5. Melegitse fel (nem forrásig) 150 ml CuSO4 oldatot és öntse össze a CuSO4 és a glükóz oldatokat.

6. A keletkezet oldathoz intenziv keverés közbe adjon NaOH oldatot. Hagyja állni 1 óráig.

7. Ismételje meg a kisérletet aszkorbinsavval.

8. Mérje meg a keletkező oldatok abszorpciós spektrumát 300-800 nm tartományban UV-VIS spektrofotométer segítségével. Vegye a vizet összehasonlításként.

**5. LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

**CdS, PbS, ZnS nanorészecskék szintézise**

**GYAKORLÓKÉRDÉSEK**

Nanoanyagok és nanotechnológiák kémiai és biokémiai szenzorokban. A kémiai nanoszenzorok létrehozásához használt nanoanyagok és nanotechnológiák típusai. Szenzoros nanorészecskék és kvantumpontok. Nemesfémek nano-részecskék. Mágneses nanorészecskék. Szenzoros nanocsövek.

**LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

Reagensek:

Pb(NO3)2

Cd(NO3)2

Zn(NO3)2

Na2S – 0.01 M (200 ml)

Polivinil alcohol (PVA)– 1% (500 ml)

Zselatin – 5 % (250 ml)

A munka végrehajtásának sorrendje:

1. Készitsen elő só oldatokat PVA oldatban:

a) 100 ml 0.01 M és 0.001 M Pb(NO3)2 oldatot

b) 100 ml 0.01 M és 0.001 M Cd(NO3)2 oldatot

2. Készitsen elő Zn(NO3)2 oldatokat zselatin oldatban:

100 ml 0.01 M és 0.001 M Zn(NO3)2 oldatot

3. Lassan cseppenként adjon Na2S oldatot az elkészitet só oldatokhoz a szin változásig.

4. Mérje meg a keletkező oldatok abszorpciós spektrumát 300-800 nm tartományban UV-VIS spektrofotométer segítségével 5, 10 és 30 perc után. Vegye a vizet összehasonlításként.

**6. LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

**Vizes mágneses folyadék előállítása**

**GYAKORLÓKÉRDÉSEK**

Nanotechnológia a rák elleni küzdelemben. Arany nanorészecskék - termikus bombák a rákos sejtek számára. Dendrimerek - kapszulák a rákos sejtek mérgével. Nanocsövek - tartályok a hidrogén tárolásához. Többfunkciós nanoanyagok. Multiferoikok. Spintronika. Piezoelektromos anyagok. Termoelektromos anyagok. Hemoelektromos anyagok. Metaanyagok.

**LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

Reagensek:

FeCl2×4H2O

FeCl3×6H2O

NH4OH – 25%

Felületi aktiv anyag (Fairy, Gala)

A munka végrehajtásának sorrendje

1. Készitsen elő 10 g 5% FeCl2 oldatot.

2. Készitsen elő 10 g 5% FeCl3 oldatot.

3. Öntse össze 3 ml FeCl2 és 6.5 ml FeCl3 oldatot.

4. A keletkezet oldathoz adjon néhány csepp felületi aktiv anyagot és alaposan keverje meg.

5. Intenziv keverés közbe adjon cseppenként NH4OH oldatot a szin változásig. A lassú csepegtetés létfontosságú a sikeres szintézishez.

Előállítás egyenlete:

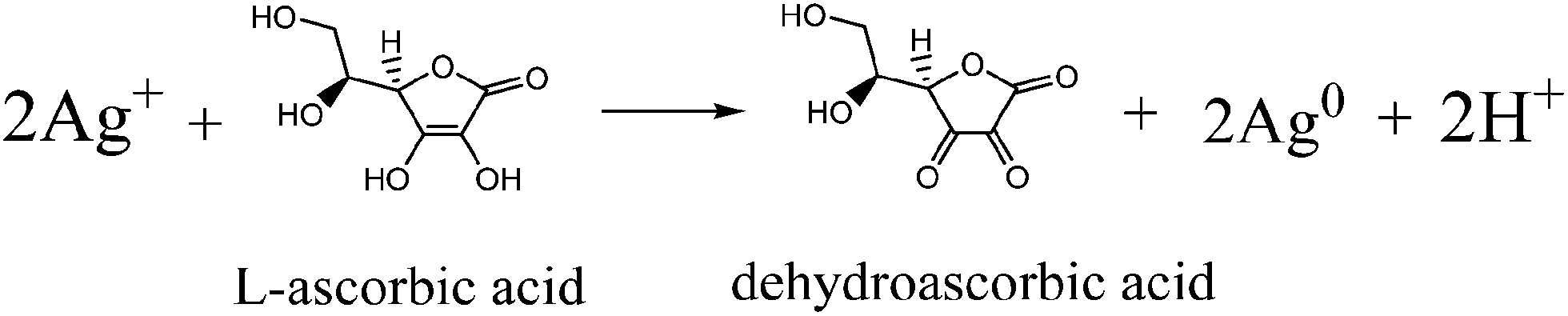
2 FeCl3 + FeCl2 + 8 NH3 + 4 H2O = FeO×Fe2O3 + 8 NH4Cl

6. Az NH4OH oldat hozzáadása után állítsa le a kevertetést. Hagyja ülepedni a csapadékot 30-40 percig egy mágnes felet. Majd öntse le a felülúszót. A sötét iszapszerű csapadék a mágneses folyadék.

**LABORATÓRIUMI GYAKORLAT**

**AZ EZÜST NANORÉSZECSKÉK ANTIBAKTERIÁLIS TULAJDONSÁGAI**

Állítson elő Ag nanorészecskéket aszkorbinsav redukciójával:



Mint stabilizátort a cetilpiridinium klorid (CPC, C5H5N(+)(CH2)15CH3Cl–×H2O) van felhasználva.

1. Egy pohárba adjon 2,5 ml AgNO3 oldatot (0,01 M), 5,0 ml aszkorbinsav oldatot (0,1 M) és 100 ml CPC oldatot (0.08 M). Alaposan keverje meg, azonban kerülje az oldat habosítását. Majd adjon az oldathoz 1 ml NaOH oldatot (1,0 M). Óvatosan keverje meg és hagyja állni 10 percig.

2. Mérje meg a keletkező oldatok abszorpciós spektrumát 325-900 nm tartományban UV-VIS spektrofotométer segítségével. Vegye a vizet összehasonlításként.

3. Készítsen elő 100 ml élesztő (1 g) és cukor (10 g) oldattokat.

4. Két fermentáló edényekbe adjon: az elsőbe (kontroll) víz (10 ml) és élesztő/cukor (20 ml) oldat és a másodikba (vizsgált): ezüst nanorészecskék (10 ml) és élesztő/cukor (20 ml) oldatot.



5. Rajzoljon vízszintes vonalakat az erjesztőcsövekre, (megkönnyíti a buborékmagasság rögzítését adatok rögzítése). Mérje ki a megfelelő vegyszereket a főzőpoharakba és keverje össze.

6. Öntsük a keverékeket a főzőpoharakból fermentáló edényekbe, ügyelve arra, hogy ne kerüljenek buborékok az függőleges részekbe. Tegyük át az fermentáló edényeket vízfürdőbe. (50 °C-ra állítva)

7. Figyeljük az erjedést és rögzítse a térfogat változásokat minden 2 percben.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| N | Kontrol | Vizsgált |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 |  |  |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |
| 11 |  |  |
| 12 |  |  |
| 13 |  |  |
| 14 |  |  |
| 15 |  |  |

**FELHASZNÁLT IRODALOM**

1. Kovács I., Nyulászi L., Fekete Cs., Könczöl L., Terleczky P. Általános kémiai laboratóriumi gyakorlatok. BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék 2011, 403 o.

2. Литвин В.А. Наноструктурні системи і матеріали. Навчально-методичний посібник для студентів спеціальності 7.04010101 – Хімія, Черкаси: ЧНУ, 2015. – 86 с.

3. Szilágyi A., Bódiss J., László K., Sztraka L. Fizikai kémia laboratóriumi gyakorlatok. BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék, 2011, 135 o.

4. Michael H. Huang, Chun-Ya Chiu. Achieving polyhedral nanocrystal growth with systematic shape control Mater. Chem. A, 2013, 1, P. 8081–8092.

5. Manoj B. Gawande, Anandarup Goswami, François-Xavier Felpin, Tewodros Asefa, Xiaoxi Huang, Rafael Silva, Xiaoxin Zou, Radek Zboril, and Rajender S. Varma Cu and Cu-Based Nanoparticles: Synthesis and Applications in Catalysis Chem. Rev. 2016, 116, P. 3722−3811.