

THE 50th INTERNATIONAL CHEMISTRY OLYMPIAD

May 2-8, 2016



Gyakorlati forduló

Moszkva, 2016

Utasítások

1. 15 perced van, hogy elolvasd a feladat szövegét, és megtervezd a munkád, mielőtt dolgozni kezdesz. Ez alatt tilos jegyzetelni és dolgozni.
2. Végig hordjad a köpenyt és a védőszemüveget!
3. Óvatosan bánj a savas, és ammóniatartalmú oldatokkal!
4. A pipetták töltésére eszközt használj! Szájjal szigorúan tilos pipetázni!
5. Figyelj arra, hogy **kevés oldatot** adtak! Ha kiöntöd, vagy elfogy, büntetés ellenében lehet csak kapni utánpótlást!
6. Tiszta, száraz bürettákat és pipettákat kaptál. **Ne vesztegesd az oldatokat mosogatásra!**
7. A használt oldatokat a legközelebbi (nagy vagy kicsi) lefolyóba öntheted.
8. Munka közben ne zavarj másokat és tarts rendet az asztalodon!
9. Ha eltört valami, szólj a felügyelőnek, aki segít eltakarítani, és kiadja a pótlást!
10. A feladatlap hátoldalára írhatod a piszkozatokat! Vannak elméleti kérdések is!
11. A homokfürdők száma miatt a páros számú versenyzőknek a szintézissel (1. rész) kell kezdeni, a páratlan számúaknak pedig az analitikával (2. rész). Mindenképpen párhuzamosan bele kell kezdenetek a feladat másik részébe a szűrések alatt, amiből van a szintézis és az analitika során is.
12. A gyakorlati forduló teljes időszükséglete 5 óra (az olvasási időt is beleértve). Ha a STOP elhangzik, azonnal abba kell hagyni a munkát, be kell adni a megoldásod és a terméked a felügyelőnek.

Eszközök***Mindenkinél:***

Állvány, fogóval és szűrőkarikával	1
Osztott pipetta, 10 ml	1
Pipetta, 1 ml	1
Állólombik a titráláshoz	2
Mérőlombik dugóval, 50 ml	1
Főzőpohár, 50 ml (a kóddal jelöltben van az előre kimért komplex)	3
Főzőpohár, 150 ml	1
Főzőpohár, 250 ml	1
Mérőhenger, 10 ml	2
Tölcsér (3-4 cm) a mérőhengerbe való töltéshez	1
Tölcsér (6-7 cm)	1
Tölcsér (10 cm)	1
Szűrőpapír «kék csíkos» (18 cm)	1
Szűrőpapír «fehér csíkos» (9 cm)	3
KI, kimérve (3,32 g, a kis tasakban)	1
KI kimérve (24 g, a nagy tasakban)	1
Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O kimérve (4,95 g, kis tasakban) a szintézishez	1
Etilén-diamin-oldat (1,5 g, tiszta anyagra átszámítva), az Eppendorf-csőben	1
Spatula	1
Üvegbot	1
Gumiujj (forró edények megfogására)	1
Spricflaska deszt. vízzel	1
Büretta	1
Pipettatöltő eszköz	1
Kesztyű (az asztalon a labor közepén; S, M, L méretben)	pár
Üvegre író toll a poharak megjelöléséhez	1

Két ember közös adatai, reagensei és eszközei***(az asztalon a két munkahely között):***

pH- papír	4
Aceton, egy fiolában	45 ml
Mérőhenger, 25 ml (az acetonhoz)	
Bárium-jodid-oldat (0,01 mol), 30 ml-es barna fiolában	22 ml
H ₂ SO ₄ oldat (1 M), 30 ml-es barna fiolában	10 ml
H ₂ SO ₄ oldat (5 M), barna cseppentős üvegben	25 ml
Keményítőoldat (0,5 %), barna cseppentős üvegben	5 ml
CuSO ₄ ·5H ₂ O oldat (0,25 g + 1 ml víz), fiolában	65 ml
HCl oldat (0.2 M), fiolában	45 ml
KI oldat (5 %), fiolában (az analízises részhez)	95 ml

Név _____

Kód _____

Közösen használt oldatok és eszközök:

Tioszulfát-oldat (0,025 M) a titráláshoz, nagy edényben, kotyogóval a tetején, közös 8 embernek

Ammónia-oldat (1,8 M), a fülkében

Kénsavoldat (5 M) a cseppentős üvegek újratöltéséhez, a fülkében

Homokfürdő, a fülkében

Jeges doboz + 400 ml-es főzőpohár hideg deszt. vízzel, a fülkében vagy a központi asztalon

Papírtörő tekerceken az asztalon

Egy rézkomplex előállítása és analízise

Egy komplex rézvegyületet kell előállítanod, titrálással meghatároznod a réztartalmát és javaslatot tenned a komplex összetételére és szerkezetére a rendelkezésedre álló adatok alapján.

Az analízishez kapsz egy előre elkészített, ismert tömegű mintát abból a komplexből, amelyet gyártasz.

I. rész: Szintézis

1. lépés. 10 ml-es mérőhengerrel mérd ki 10 ml $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ oldatot (0,25 g / 1 ml víz, két emberenként közös, világos fiolában) és öntsd egy 50 ml-es főzőpohárba! Adj hozzá keverés közben 1,5 g 1,2-etiléndiamint (az Eppendorf-cső teljes tartalmát)! Egy **másik** 50 ml-es főzőpohárba önts 10 ml BaI_2 oldatot (ugyancsak kettőtökre jut egy, a barna üvegfialában van, és szintén 10 ml-es mérőhengerrel kell kimérni)! Az etiléndiaminos rézkomplex oldatát kevergetés közben adagold a bárium-jodid-oldathoz! Szűrővel válaszd el a keletkezett csapadékot (közepes méretű tölcser, 9 cm átmérőjű szűrőpapír) és kétszer mosd át kb. 5-5 ml vízzel a desztillált vizes palackból. A szűrletet gyűjtheted egy főzőpohárba vagy egy Erlenmeyer-lombikba. A mosófolyadékot gyűjtsd együtt a szűrlettel (1. oldat)! Órzd meg az 1. oldatot a 3. lépésre! Mosogasd el az 50 ml-es főzőpoharakat!

Válaszolj a kérdésekre (A rész)! Válaszolhatsz később, amikor épp lesz szabadidőd.

A1. Írd fel a réz(II)-ionok és az 1,2-etiléndiamin között vizes oldatban lejátszódó reakció egyenletét:

--

A2. Milyen az 1,2-etiléndiamin vizes oldatának kémhatása? Jelöld pipával az egyetlen helyes választ:

- savas közel semleges lúgos

A3. Milyen a réz-szulfát-oldat kémhatása? Jelöld pipával az egyetlen helyes választ:

- savas közel semleges lúgos

A4. Írd fel a réz(II) és az 1,2-etiléndiamin oldat összeöntésekor lejátszódó két párhuzamos reakció egyenletét!

Húzd alá azt, amelyik dominál!

--

A5. Miért változott meg a réz-szulfát-oldat színe, amikor hozzáadtad az etiléndiamin-oldatot? Jelöld pipával az egyetlen helyes választ:

- megváltozott a pH
 csapadék vált ki
 megváltozott a réz koordinációs környezete
 megváltozott a réz kationok koncentrációja
 redoxireakció játszódott le.

A6. Milyen a réz körül a koordináció a kiindulási és a végső oldatokban? Jelöld pipával az egyetlen helyes választ:

- oktaéderes négyzetes tetraéderes köbös.

2. lépés. Oldd fel a kiadott, 3,32 g KI-ot és a 4,95 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ot (kis tasakokban vannak) 12 ml vízben (ajánlott a 250 ml-es főzőpohárban oldani)! Intenzív keverés közben add hozzá a kapott oldatot egy 50 ml-es

Név _____

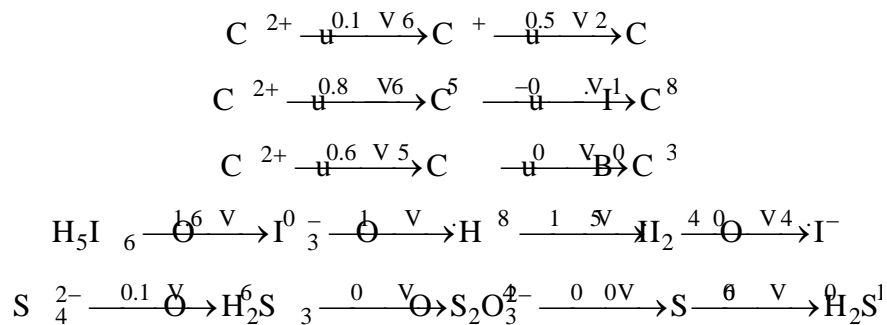
Kód _____

főzőpohárba kivett 20 ml $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -oldathoz (mint az első részben)! A keletkezett csapadékot hagyd békén 15 percig, hogy leülepedjen, aztán szűrd le (nagy tölcsér, 9 cm átmérőjű szűrőpapír)! A szűrletre nincs szükség, gyűjtheted egy főzőpohárba vagy egy Erlenmeyer-lombikba.

Válaszolj a kérdésekre! (B rész)

B1. Írd fel a 2. lépés során lezajló reakció egyenletét!

B2. Lehetséges-e, hogy ez a rosszul oldódó vegyület nátrium-tioszulfát hozzáadása nélkül képződjön ebben a rendszerben? A kérdés megválaszolásához használd az alábbi Latimer-diagramot (pH = 0)!



Válaszd ki a helyes választ: lehetséges lehetetlen

B3. Mi a nátrium-tioszulfát szerepe ebben a folyamatban? Jelöld pipával az egyetlen helyes választ:

- oxidálószer
 redukálószer
 ligandum
 a tioszulfátra a pH állandóság miatt van szükség

3. lépés. Feliratozd a filccel a 250 ml-es főzőpoharat! Készíts ebben a főzőpohárban oldatot a 24 g KI-ból (zárható tasak) és 30 ml vízből és add hozzá a csapadékot (lehetőleg teljes mennyiségében), amit a 2. pontban kaptál! Melegítsd ezt a szuszpenziót közel forrásig homokfürdőn vagy elektromos főzőlapon! A csapadéknak teljes egészében fel kell oldódnia (3. oldat)!

Ezzel párhuzamosan forrásig kell melegíteni az 1. pontban kapott mosófolyadékot is (1. oldat). Ezt a forró oldatot intenzív keverés mellett add a forrásban lévő 3. oldathoz! Ennek során azonnal meg kell kezdődnie a csapadék kiválásának. A kapott keveréket hűtsd le szobahőmérsékletre (hűtheted a főzőpoharat csapvízzel)! Szűrd le a kivált csapadékot (nagy tölcsér, 18 cm átmérőjű szűrőpapír), 2-szer mosd át hűtött vízzel (a víz főzőpohárban van, jégben áll az elszívófülkében)! Egy-egy mosáshoz legfeljebb 20 ml vizet használj! Végül mosd át 20 ml acetonnal (világos fiolában, két főnek közös)! Helyezd a csapadékot a még nedves szűrőpapírral egy 150 vagy 250 ml-es főzőpohárba! Írd fel filccel a főzőpohárra a kódodat, és a kísérlet befejeztével add át a felügyelőnek a kitöltött feladatsorral együtt!

II. rész Analízis (a réz(I) és réz(II) meghatározása a komplexben)

Az előre előállított és száraz komplexet kell vizsgálnod (mindenki kapott egy egyéni kimért mintát).

1. Az üvegbotlával zúzd szét a komplex előre kimért mintáját, amit a kódoddal megjelölt 50 ml-es főzőpohárban találsz! Adj hozzá 10 ml 0,2 M HCl-oldatot mérőhengerrel, és kevergesd a bottal 5 percig! Figyeld meg a szilárd fázis színének változását!

2. Szűrd le a szuszpenziót a szűrőpapír segítségével (a 9 cm-s átmérőjűt használd)! Az 50 ml-es mérőlombikba gyűjtsd a szűrletet! Az összes szilárd anyagot vidd fel a szűrőpapírra kb. 5 ml-t használva a 0,2 M HCl-oldatból! Mossad a szűrőpapíron levő anyagot (ami CuI-t és további sötét színű anyagot tartalmaz) néhány 1,5–2-ml-es adag deszt. vízzel! A mosófolyadékokat is a mérőlombikba gyűjtsd! Ha a szűrlet zavaros lesz, hagyd abba a mosást! A szűrlet teljes térfogata ne legyen nagyobb a mérőlombikénál! A szilárd anyagot is használni fogod a réz(I) meghatározásában!

3. A réz(II) meghatározása. Töltsd jelre a mérőlombikban levő szűrletet, és keverd össze gondosan! Vegyél belőle ki egy 10,0 ml-es mintát! Adj hozzá 5 ml-t az 5 % KI-oldatból (mérőhengerrel) és kb. 1 ml 1 M kénsavat (az 1 ml-es pipettával)! Várj 3-5 percet, amíg a CuI leválik! Titráld a tioszulfát mérőoldattal (0,025 M), amíg a szuszpenzió halvány szalmasárga nem lesz! Ekkor adj hozzá néhány csepp 0,5 % keményítőoldatot, hogy kék legyen az oldat, és folytasd a titrálást a szuszpenzió első elszíntelenedéséig!

Szükség szerint ismételd meg a mérést!

Írd fel eredményeid a táblázatba:

Bürettaállítás, ml		A réz(II) titrálásban fogyott oldat, ml
V ₁	V ₂	

A végső számolásban használt fogyás (réz(II) titrálás): _____ ml

Válaszold meg a kérdéseket (C rész)

C1. Írd fel a jód és a réz(II) reakciójának egyenletét!

C2. Írd fel a jód és a tioszulfát reakciójának egyenletét!

C3. Számítsd ki a réz(II) mennyiségét a kiadott mintában!

$n(\text{Cu}^{2+}), \text{ mol} =$

4. A réz(I) meghatározása. Mosd a szűrőpapíron maradt anyagot 1,8 M ammónia-oldattal (1,5–2-ml-es részletekben), és gyűjtsd a szűrletet az 50 ml-es mérőlombikba. Az összes, mosásra használt ammóniaoldat térfogata kb. 30 ml legyen! Csak egy kevés, ammóniában oldhatatlan sötét anyag kellene, hogy a szűrőn maradjon. Töltsd jelre a mérőlombikot vízzel!

Név _____

Kód _____

5. Vegyél 10,0 ml-es mintát a titrálólombikba, és semlegesítsd a cseppentős üvegben levő 5 M kénsavval (a kék oldatból színtelen vagy sárgás szuszpenzió lesz a semlegesítés hatására). Ha szükséges, a cseppentős üveget a fülkében levő üvegből újratöltheted. Adj a lombikba 10 ml vizet, majd 5 ml-t az 5 % KI-oldatból! Titráld tioszulfáttal a fent megadott eljárás szerint!

Írd fel eredményeid a táblázatba:

Bürettaállítás, ml		A réz(I) titrálásban fogyott oldat, ml
V ₁	V ₂	

A végső számolásban használt fogyás (réz(I) titrálás): _____ ml

Válaszold meg a kérdéseket (D rész)

D1. Írd fel a réz(I)-jodid ammóniában való oldódásának egyenletét!

D2. Írd fel a réz(I) meghatározása során a titrálólombikban megfigyelhető reakciók egyenletét (a réztartalmú anyagokat tartalmazó kettőt)!

1)

2)

D3. Számítsd ki a réz(I) mennyiségét a kiadott mintában!

$n(\text{Cu}^+)$, mol =

D4. Számítsd ki a réz(I) és a réz(II) molarányát a kezdeti komplex vegyületben!

$n(\text{Cu}^+) : n(\text{Cu}^{2+}) =$

D5. Javasolj egy egyenletet a komplex vegyület híg sósavban való oldódására! Vedd számításban, hogy a réz etilén-diaminnal képzett komplexei is protonálódhatnak!

D6. Írd fel az előállított komplex vegyület reakciójának egyenletét:

a) savas permanganát-oldattal:

b) nátrium-szulfid-oldattal:

Ha kész vagy, add be a válaszlapokat és a termékedet a felügyelőnek!