

The 48th INTERNATIONAL MENDELEEV CHEMISTRY OLYMPIAD

May 11–18, 2014

Moscow



PRACTICAL EXAMINATION

Hungarian

**Moscow
2014**

Utasítások

1. Végig legyen rajtad védőszemüveg (vagy a saját szemüveged).
2. Óvatosan a kénsav és az oxidálószeres oldataival!
3. Kesztyűt is használhatsz, ha akarsz. A laboránstól kérhetsz (S, M vagy L méretben).
4. A pipettát csak a pipettázóval töltheted (remélem normálisat adnak). Szigorúan tilos szájjal pipettázni.
5. Csak korlátozott mennyiségben kapod az oldatokat. Ha kiöntöd, vagy elfogyasztod, csak **büntetőpontért** kaphatsz még.
6. Tiszta, száraz bürettákat és pipettákat kaptál. Ne használd el az oldatokat mosogatásra!
7. Munka közben ne zavarj másokat. Tartsd rendben a munkahelyed
8. A feladatlap hátoldalán tudsz piszkozatot írni. Sok elméleti kérdés van a válaszlapon.

Eszközök (fejenként)

Állvány és fogók	1
2 ml-es osztott pipetta (a malonsav, NaBrO ₃ , H ₂ SO ₄ , ferroin, és vanádium vegyület számára)	5
10 ml-es osztott pipetta	1
25 ml-es mérőlombik	1
100 ml-es főzőpohár	1
Petri-csésze	1
125 ml-es Erlenmeyer-lombik titráláshoz	2
25 ml-es mérőhenger	1
büretta	1
stopper	1
desztvizes flaska	1
pipettázó (remélem labda)	1
tölcsér (a büretta töltéséhez)	1
fehér papírlap	1

Vegyszerek

Szilárd K₄Fe(CN)₆·3H₂O (25 ml-es mérőlombikban)

KMnO₄ oldat

55 ml

VOSO₄ oldat *a titráláshoz*

(vörös kupakkal ellátott fiolában, felirat «VOSO₄»).....

60 ml

VOSO₄ oldat *a kinetikus méréshez*

(20 ml-es számozott fiolában)

20 ml

1,5 M H₂SO₄-oldat

210 ml

0,02 M ferroin-oldat (felirat «Ferroin»)

20 ml

0,8 M malonsav-oldat (felirat «Malonic acid»)

20 ml

1,2 M KBrO₃-oldat

19 ml

deszt. víz (a flaskában)

~0,5 l

A Belouszov-Zsabotyinszkij oszcilláló reakció

Ezen a néven ismeretes a reakciók egy olyan családja, amelynek a mechanizmusa hasonló. Mindazonáltal bennük eltérhetnek a katalizátorok (Ce^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Ru^{2+} , VO^{2+} és komplexeik), a szerves redukálószer (malonsav, bróm-malonsav, citromsav, almasav, stb.) és az oxidálószer (bromátok, jodátok, stb.). A reakciók lefutása során az összetevők koncentrációja, a hőmérséklet, illetve más paraméterek időben periódusosan változhatnak, aminek eredménye egy komplex időben és térben változó rendszer lesz. A rendszerek összetett viselkedést mutatnak a szabályos periodicitástól a kaotikus oszcillációig. Ilyen viszonyok tanulmányozásával próbálják meg a nemlineáris rendszerek viselkedését felderíteni.

Itt a malonsav bromáttal való oxidációját fogod vizsgálni vanádium(IV) katalizátor és vas(II)-trisz-fenantrolin indikátor mellett.

Az oszcilláló reakció vizsgálata előtt meg kell mérned titrimetriával a kapott vanadil-szulfát és kálium-permanganát-oldat koncentrációját.

Eljárás

1. A kálium-permanganát oldat koncentrációjának pontos meghatározása kálium-hexacianoferrát(II) segítségével.

Pontosan kimért mennyiségű szilárd kristályos $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ -t kaptál (tömege grammban a lombikon) a 25 ml-es mérőlombikban. Oldd fel a sót 5–10 ml 1,5 M H_2SO_4 -ban. A savat mérőhengerrel add a lombikba. Töltsd jelig ugyanazzal a savoldattal, és alaposan keverd össze a lombikot fel- és visszafordítva. Számítsd ki az így készített oldat koncentrációját mol/dm^3 -ben.

Töltsd fel a bürettát KMnO_4 -oldattal (használd a tölcsért). Vigyél át titráláshoz pipettával 2,00 ml-t a $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ oldatból a 100 ml-es Erlenmeyerbe. Adj hozzá mérőhengerrel 20 ml H_2SO_4 -t, és a málnavörös jelekkel ellátott pipettával 3 csepp ferroin-oldatot. Keverd össze alaposan. Titráld KMnO_4 -oldattal az átlátszó narancsvörös oldatot a zöldessárga színbe való átmenetig. A titrálóoldatot cseppenként, állandó keverés közben adagold. Titrálj többet is, amíg az eredményeid 0,1 ml-en belül nem lesznek.

Írd az eredményeid a válaszlapon levő táblázatba!

Írd fel a mérés során lejátszódó reakció egyenletét

Számítsd ki a KMnO_4 pontos koncentrációját és írd a válaszlapra!

2. A VOSO₄ pontos koncentrációjának meghatározása

A fehér jelekkel ellátott pipetta segítségével vigyél át 2,00 ml VOSO₄-oldatot a **60 ml-es edényből (vörös kupak)** az Erlenmeyerbe. Adj hozzá 5 ml 1,5 M H₂SO₄-oldatot mérőhengerrel és keverd jól össze. Titráld KMnO₄ oldattal. A végpontban egy csepp hatására megmarad a permanganát lila színe az oldat sárgás hátterén. Titrálj többet is, amíg az eredményeid 0,1 ml-en belül nem lesznek.

Írd az eredményeid a válaszlapon levő táblázatba!

Írd fel a VOSO₄ és KMnO₄ savas közegben lejátszódó reakciójának egyenletét

Számítsd ki a VOSO₄ pontos koncentrációját és írd a válaszlapra!

3. A Belouszov-Zsabotyinszkij oszcilláló reakció

Gyakorold be a stopper használatát mielőtt továbbmész. Legyen a ketyere stopper módban (olyankor a számok felett vízszintes vonal villog). Ha nincs ott, a középső gombbal tudod stopper módba állítani. A jobboldali gomb indítja és állítja le az időmérést, a baloldali nullázza le az értékeket.

3a. Tedd a Petri-csészét a fehér lapra. Sorban pipettázd az alábbi oldatokat a tiszta 100 ml-es főzőpohárba.

***Figyelem!** Feltétlenül a megadott sorrendben keverd össze az oldatokat. Külön pipettákat használj az egyes oldatokhoz (az oldatos fiolák színének megfelelőt). Ne hagyd a keveréket állni két oldat hozzáadása között.*

- 2,0 ml malonsav-oldat
- 2,0 ml bromát-oldat
- 1,6 ml H₂SO₄-oldat
- 1,0 ml VOSO₄-oldat **a 60 ml-es edényből, aminek vörös a kupakja** (solution A).

Keverd össze a kapott rendszert és adj hozzá 2,0 ml ferroin-oldatot. A stoppert a ferroin **hozzáadásakor** indítsd el, keverd össze a pohár tartalmát és *azonnal* öntsd ki a Petri-csészébe. Figyeld az oldat színének változását. Az első színátmenet vörösből kékbe a keverés és kiöntés közben fog történni (ezzel ne foglalkozz). Azt az időt mérd, amikor az oldat színe ismét *vörösből kékre* vált (pár tucat másodperctől percekig) ezt írd a válaszlapon

levő táblázatba. Megkeverheted a Petri-csésze tartalmát, amikor a kék szín “első fellegei” megjelennek (addig nehogy megkeverd, amíg el nem kezdődik a színváltás!!!).

Kövesd még 5 percig az oldat színét.

Jegyezd fel azt az időt, ami után az oszcillációk nagyjából azonos időközönként történnek (az oszcillálás beállításának ideje).

Számold meg hány oszcillációt (vörösből kékbe való átmenetet) figyeltél meg 5 perc alatt (a keveréskor történtet nem beszámítva).

Addig ismételd a 3a–3d kísérletet, amíg jól egyező eredményeket nem kapsz. Gondosan mérd be az oldatokat. Az eredményeidet írd a válaszlapon levő táblázatba.

3b. Mosd ki a 25 ml-es mérőlombikot, amiben a kálium-hexacianoferrát(II) volt. Vigyél át bele 15,0 ml VOSO_4 -oldatot a vörös kupakos 60 ml-es edényből (az osztott 10 ml-es pipettával. **Vigyázat!** Nem kifolyásra van hitelesítve, figyeld meg hol van a “10 ml” jel, ahol meg kell állni). Töltsd jelre deszt. vízzel (ez lesz a **B** oldat). Végezd el a fent leírt kísérletet 1,0 ml **B** oldatot használva **A** oldat helyett.

Írd a táblázatba a vörösből kékbe való színátmenetek idejét (a 3a mintájára) a **B** oldat esetében.

3c. Mosd ki a 25 ml-es mérőlombikot. Vigyél át bele 10,0 ml VOSO_4 -oldatot a vörös kupakos 60 ml-es edényből (az osztott 10 ml-es pipettával). Töltsd jelre deszt. vízzel (ez lesz a **C** oldat). Végezd el a fent leírt kísérletet 1,0 ml **C** oldatot használva **A** oldat helyett.

Írd a táblázatba a vörösből kékbe való színátmenetek idejét (a 3a mintájára) a **C** oldat esetében.

3d. Mosd ki a 25 ml-es mérőlombikot. Vigyél át bele 7,5 ml VOSO_4 -oldatot a vörös kupakos 60 ml-es edényből (az osztott 10 ml-es pipettával). Töltsd jelre deszt. vízzel (ez lesz a **D** oldat). Végezd el a fent leírt kísérletet 1,0 ml **D** oldatot használva **A** oldat helyett.

Írd a táblázatba a vörösből kékbe való színátmenetek idejét (a 3a mintájára) a **D** oldat esetében.

Számítsd ki a 25 ml-es mérőlombikban hígított **B**, **C** és **D** oldat koncentrációját a titrálással meghatározott koncentráció segítségével. Írd ezeket be a táblázatba.

Rajzold fel a válaszlapon levő diagramba a színváltozások közti idő függését a bemért vanadil-szulfát-oldat (mérőlombikbeli) koncentrációjától.

3e. Végezd el a **3a** alatti kísérletet a *fehér kupakos 20 ml-es fiolában levő* (**X** oldat) vanadil-szulfát-oldattal is. Az 1,0 ml-t az **X** oldatból vedd (ne hígítsd az **X** oldatot).

Írd fel a vörösből kékbe való színátmenetek idejét (a 3a mintájára) az **X** oldat esetében.

Határozd meg az **X** oldat vanadil-szulfát koncentrációját a diagram segítségével.

4. Válaszolj az elméleti kérdésekre is a válaszlapon.