

The 47th INTERNATIONAL MENDELEEV CHEMISTRY OLYMPIAD

April 28, 2013

Tashkent, Uzbekistan



PRACTICAL EXAMINATION

HUNGARY

Tashkent
2013

Általános megjegyzések

1. A labor során savas és oxidáló oldatokkal fogsz dolgozni. Légy elővigyázatos!
2. A labor során vagy védőszemüveget vagy a saját szemüveget kell hordanod. Kesztyűt is felvehetsz, ha szeretnél. A kezdésnél a laboránsától kérhetsz a méretedben
3. A pipettát csak labdával töltheted. Szigorúan tilos szájjal pipettázni.
4. A hidrogén-peroxid-oldatokat csak óvatosan, lóbálva lehet keverni. A túl intenzív keverés észrevehető H_2O_2 koncentrációcsökkenést és bomlást okozhat. Ne fordítsd a H_2O_2 tartalmú mérőlombikot fejjel lefelé.
5. Figyelj arra, hogy csak korlátozott mennyiségben kaptad az oldatokat.
6. Minden oldatot végül a gyűjtőbe kell önteni.
7. Fogadj szót a laboránsoknak.
8. Ne zavarj másokat. Tartsd az asztalod rendben a labor közben.
9. A feladatlap hátoldalát használhatod jegyzetelésre.

Eszközök (1 embernek)

Állvány két fogóval	1
Mérőlombik	1
Büretta (KMnO ₄ és FeSO ₄ számára)	2
Osztott pipetta, 10 ml (KI és H ₂ O ₂ számára)	2
Főzőpohár, 25–50 ml (H ₂ O ₂ oldatok készítésére és a büretták feltöltésére)	3
Üveg, 300 ml (KMnO ₄ , H ₂ SO ₄ , KI, FeSO ₄ , NaHCO ₃)	5
Tölcsér	2
Erlenmeyer-lombik titráláshoz	2
Mérőhenger, 10 ml (H ₂ SO ₄ számára)	1
Spriccflaska desztillált vízzel	1
Pipettalabda	1
Üvegbot (a tabletták szétaprításához)	1
Milliméterpapír (A4)	1
Műanyag gyűjtő az oldatoknak	1

Vegyszerek

KMnO ₄ -oldat	200 ml
0.100 M FeSO ₄ -oldat	200 ml
~10% H ₂ SO ₄ -oldat	200 ml
0.10 M NaHCO ₃ -oldat	300 ml
0.100 M KI-oldat	100 ml
ismeretlen koncentrációjú KI-oldat számozott fiolában	
H ₂ O ₂ "Hydroperite" tabletták formájában (karbamid-H ₂ O ₂ komplex)	2 db
Desztillált víz	~1 L

A hidrogén-peroxid bomlása

A hidrogén-peroxid tárolás közben lassan magától is bomlik. Ezt többféle ion jelenléte, pl. a jodid is jelentős mértékben felgyorsítja. Ebben a feladatban a hidrogén-peroxid katalitikus bomlását fogod tanulmányozni..

ELJÁRÁS

Oszd be jól a vegyszereket! A víz kivételével büntetést kapsz, ha kérned kell belőlük.

1. Töltsd fel a bürettákat KMnO_4 és FeSO_4 oldatokkal. Eressz 5.00 ml-t a FeSO_4 oldatból az Erlenmeyerbe.. Adj hozzá mérőhengerrel 5 ml H_2SO_4 -at. Titráld KMnO_4 oldattal amíg a szín meg nem marad.

Írd le a mérés során lejátszódó reakció egyenletét.

Számítsd ki a KMnO_4 pontos koncentrációját.

2a. Oldj fel egy "Hydroperite" tablettát NaHCO_3 oldatban. Egy tableta kb. 0.6 g H_2O_2 -t tartalmaz. Vidd át az oldatot a 100 ml mérőlombikba, adj a végén annyi KI oldatot hozzá, hogy a végső oldatban a KI koncentrációja 0.002 M legyen. Írd fel a válaszlapra a KI oldat térfogatát és a hozzákeverés idejét (lesz vmi nagy óra) 1 min pontossággal. A lombikot NaHCO_3 oldattal töltsd jelre.

2b. A mérés elve a következő: időnként mintát veszünk az oldatból és visszatitrálással megmérjük a koncentrációkat. A visszatitráláshoz savas permanganátoldat feleslegét tesszük először a titrálólombikba. Az el nem reagált permanganátot vas-szulfát-oldattal titráljuk meg. A részletes eljárást alább adjuk meg.

Írd fel a KMnO_4 és a minta összekeverésekor lejátszódó összes reakció egyenletét és becsüld meg egy 5.00 ml minta esetén a H_2O_2 teljes oxidációjához szükséges KMnO_4 mennyiségét. Írd be a becsült oldattérfogatot a válaszlapra (V_{theor}). Mérd ki a bürettával KMnO_4 oldatot a titrálólombikba (a számított térfogatnál 0.50 ml-rel többet). Adj hozzá 10 ml 10% H_2SO_4 oldatot. A pipettával vegyél ki 5.00 ml H_2O_2 oldatot és gyorsan vidd át a titrálólombikba. Írd fel a H_2O_2 mintavétel idejét 10 s pontossággal a táblázatba.

Megjegyzés. A H_2O_2 mintavétel közben gázfejlődés tapasztalható, mert a H_2O_2 bomlása felgyorsul. Ennek nincs hatása az eredményekre.

A titrálólombikban buborékokat és intenzív gázfejlődést látsz majd. Keverd lóbálással az oldatot addig, amíg a gázfejlődés le nem áll.

Titráld meg a KMnO_4 felesleget a FeSO_4 oldattal. Töltsd ki a táblázatot és számítsd ki a H_2O_2 koncentrációját a mintában.

Mérj (a fenti eljárással) legalább 8 különböző időpontban vett H_2O_2 mintát. A H_2O_2 és KMnO_4 oldat összekeverésének időpontját 10 s pontossággal rögzítsd.

A mintavételek közötti időközök 4 perc és 15 perc között kell, hogy legyenek, hogy a minták analizését el tudjad ennyi idő alatt végezni. Töltsd ki a táblázatot a válaszlapon.

Fontos. Mivel a peroxid koncentrációja csökken a mérés, az egymást követő mérésekben a KMnO_4 oldat térfogat mindig kisebb kell, hogy legyen, mint az előzőben. Ne felejtse el, hogy a FeSO_4 oldatból csak korlátozott mennyiséget (200 ml) kaptál. A felhasznált KMnO_4 térfogatát az előző titrálás eredményéből meg lehet becsülni, és a FeSO_4 fogyásának nem kellene 5 ml-nél nagyobb lenni.

2c. Határozd meg a hidrogén-peroxid bomlási reakciójának a H_2O_2 -re nézve mutatott rendűségét. Ez egész szám kell, hogy legyen.

3. Milyen koordinátákkal kaphatsz lineáris kapcsolatot a $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ és az idő között. Rajzold fel a megfelelő diagramot a milliméterpapír felső részére. A diagram a papír felét használja csak. Rajzolj egyenes vonalat a kísérleti pontokra. Ha bizonyos pontokról azt gondold, hogy túlságosan szórnak, azokat elhanyagolhatod. Ha elhanyagolsz, akkor írd mínuszjelet a táblázat utolsó oszlopába az adott minta esetén.

A diagram alapján számítsd ki a H_2O_2 bomlásának látszólagos sebességi állandóját, k' -t a $w = k'[\text{H}_2\text{O}_2]^x$ sebességi egyenletre.

4. Ha a $[\text{I}^-] = 0.010 \text{ M}$, akkor a k' sebességi állandó a $w = k'[\text{H}_2\text{O}_2]^x$ sebességi egyenletre $6.9 \cdot 10^{-4}$ (az időt sec egységben mérték). A k' sebességi állandó lineárisan változik a I^- koncentrációjával. A teljes sebességi egyenlet és paraméterei is meghatározhatóak a H_2O_2 bomlására, ha ismerünk két sebességi állandót és a két megfelelő koncentrációt $c(\text{KI})$. Írd fel a sebességi egyenlet differenciális formáját az összes parameter számértékét feltüntetve.

5. Mosd ki a mérőlombikot, ha megvagy a fenti kísérlettel. Oldj fel egy H_2O_2 tablettát NaHCO_3 oldatban és vidd át a mérőlombikba. Kvantitatív módon vidd az ismeretlen koncentrációjú KI oldatot is ugyanebbe a lombikba (írd fel a minta számát a válaszlapra) és NaHCO_3 oldattal töltsd jelre. Végezd el a **2b** pontban megadott analízist ezzel is. A teljes sebességi egyenlet és az idő és $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ közt lineáris összefüggést adó grafikon (ezt rajzold fel a milliméterpapír alsó felére) segítségével számítsd ki a KI mennyiségét az ismeretlen oldatban.

6. Válaszd meg a kapcsolódó elméleti kérdéseket.

A peroxid bomlási reakcióját gyengén bázisos közegben vizsgáljuk. A H_2O_2 mérése során a reagenseket (KMnO_4 és H_2SO_4) feleslegben, egyszerre és gyorsan adjuk a mintához. Milyen mellékreakció játszódhat le, ha:

6a. a H_2O_2 mintát közvetlenül a savas KMnO_4 oldattal titráljuk?

6b. először a KMnO_4 oldatot adjuk hozzá, és aztán adjuk csak a H_2SO_4 -et?

6c. a NaHCO_3 -et nem adjuk a kiindulási oldathoz?

6.2. Határozd meg, hogy a válaszlapon három diagramja (a, b, c) az A anyag milyen reakciórendjéhez (n) tartozik.

6.3.a Írd fel a KMnO_4 és a HI reakciójának egyenletét.

b. A válaszlapon megadott diagramon számozd meg az $E = f(\text{pH})$ egyeneseket a következő számokkal: 1 – $E(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+})$, 2 – $E(\text{I}_2/\text{I}^-)$, 3 – $E(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-)$.

c. Lehet-e a I^- -ot KMnO_4 -gyel szelektíven oxidálni Cl^- jelenlétében? Ha igen, jelöld be a megfelelő pH tartományt.

6.4. A válaszlapon rajzold be a diagramra a $\text{HF} - \text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$ sor forráspontjának kvalitatív alakulását.

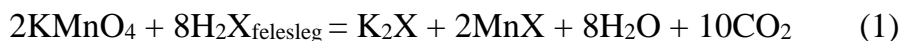
6.5. Írd fel a reakcióegyenleteket:

a. $\text{Li} + \text{O}_2 = \text{A}$; $\text{A} + \text{H}_2\text{O} = \dots$

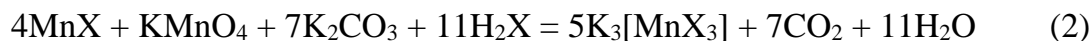
b. $\text{Na} + \text{O}_2 = \text{B}$; $\text{B} + \text{H}_2\text{O} = \dots$

c. $\text{K} + \text{O}_2 = \text{C}$; $\text{C} + \text{H}_2\text{O} = \dots$

6.6. KMnO_4 a H_2X feleslegével így reagál (1):



KMnO_4 sztöchiometriai mennyiségét MnX -hez adva a (2) reakció játszódik le, aminek a mélyvörös, instabil $\text{K}_3[\text{MnX}_3]$ vegyület a terméke.



Az X^{2-} anion 72.73% O-t és 27.27% C-et (tömeg%) tartalmaz. Rajzold fel a H_2X sav és a $[\text{MnX}_3]^{3-}$ szerkezetét. Ha az anionnak vannak izomerjei, rajzold fel mindet.