

Feladatok

A dolgozatokat a következő címen várjuk 2007. március 29-ig postára adva. A később postázott leveleket nem tudjuk figyelembe venni a pontversenyben! Kérjük a formai követelmények figyelembe vételét!

KÖKÉL Feladatok haladóknak

ELTE Kémiai Intézet

Budapest 112

Pf. 32

1518

A feladatsor az idei olimpia orosz szervezői által ajánlott felkészítő feladatok alapján készült. A fordításban részt vett Varga Szilárd. A feladatok hosszúak és több részkérdésből állnak, ezért a **HO** feladatsorba nem külön példák, hanem minden feladat utolsó részkérdése került. A **H** pontversenyben ezek nem számítanak.

H66. A vas az emberi szervezet életfunkcióinak fenntartásához szükséges elemek közül az egyik legfontosabb. Hiánya vérszegénységet okoz, amit általában Fe(II) pótlással kezelnek. A Fe(III) terápiás hatása sokkal kisebb. A Fe(II) egy meglehetősen erős redukálószer, ami gyorsan Fe(III)-má oxidálódik. Ezért az öszsvastartalom és a Fe(II) és Fe(III) külön-külön történő meghatározására szolgáló módszerek egyaránt szükségesek a gyógyszerek minőség ellenőrzésénél.

Az öszsvastartalom meghatározásához először általában minden komponenst kvantitatíven Fe(II)-vé vagy Fe(III)-má alakítanak.

a) Az alábbi redoxpotenciál-értékek szerint mely oxidálószer tudják a Fe(II)-t Fe(III)-má alakítani standard körülmények között? Írd fel az oxidációs reakciók rendezett ionegyenleteit!

oxidált alak	redukált alak	E° , V
Fe^{3+}	Fe^{2+}	+0,77
HNO_3	$\text{NO} (+\text{H}_2\text{O})$	+0,96
$\text{H}_2\text{O}_2 (+\text{H}^+)$	H_2O	+1,77
I_2	I^-	+0,54
Br_2	Br^-	+1,09

Az összes vas Fe(III)-má történő oxidációja után annak teljes mennyiségét meghatározhatjuk, ha leválasztjuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ formájában. A csapadékot kihevítve Fe_2O_3 -t kapunk, melynek tömegét mérjük.

b) *Becsüld meg a FeCl_3 0,010 M-os vizes oldatának pH-ját!* Tételezd fel, hogy a $\text{Fe}(\text{OH})_2^{3+}$ kation egyértékű sav, amelynek disszociációs állandója $K_s = 6,3 \cdot 10^{-3}$.

c) *Mekkora pH-n kezdődik a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ csapadék oldatból történő leválása?* A $\text{Fe}(\text{OH})_3$ oldhatósági szorzata $K_{sp} = 6,3 \cdot 10^{-38}$.

d) *Milyen pH-n lesz teljes a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ csapadék leválása 100,0 mL 0,010 M-os FeCl_3 oldatból kiindulva?* Tekintjük teljesnek a csapadékleválást, ha az oldatban nem marad több, mint 0,2 mg Fe.

Megjegyzés: Minden pH értéket 0,1 pH egység pontossággal becsüljük meg.

A Fe(II) mennyiségét meghatározhatjuk Fe(III) jelenlétében savas közegben, KMnO_4 oldattal történő titrálással. A vizes KMnO_4 oldat idővel lassan bomlik, ezért annak pontos koncentrációját közvetlenül a Fe(II) mérés előtt kell meghatározni.

A titrálás során 10,00 mL elsődleges standard oldatra, ami 0,2483 g As_2O_3 100,0 mL vízben való oldásával készült, 12,79 mL KMnO_4 mérőoldat fogyott. Ugyanezen mérőoldatból 15,00 mL 2,505 g Fe-at tartalmazó oldatra 11,80 mL fogyott.

e) *A vas milyen hányada található Fe(II) formájában az oldatban?*

Fe(II) és Fe(III) ionokat tartalmazó oldathoz borkősavat adunk. Az oldatot ammóniaoldattal semlegesítjük, majd feleslegben vett KCN-t adunk hozzá. Az oldatba merülő platina elektróddal +0,132 V feszültséget mértünk telített kalomel elektróddal szemben.

f) *Feltételezve, hogy az összes vas $\text{Fe}(\text{CN})_6^{n-}$ alakban található az oldatban, az eredeti vasminta mekkora része található Fe(II) formában?* A $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}/\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ rendszer standard potenciálja +0,364 V. A telített kalomel

elektrod potenciálja +0,241V. A mintaoldatok hőmérséklete 25°C. *Milyen melléreakciók elkerülésére adtunk a mintához borkősavat és ammóniát? Írd fel ezen reakciók rendezett ioneqyenletét!*

H67. Az alacsony oxidációs állapotú kénvegyületek számos ipari hulladékban (metallurgia, papírgyártás, vegyipar) jelen vannak és veszélyes környezetszennyezők. Az alacsony oxidációs állapotú kén oldatban megtalálható leggyakoribb formái a S^{2-} , SO_3^{2-} és a $S_2O_3^{2-}$ ionok. Ezek mennyiségét különböző körülmények között végzett redoxititrálással meg lehet határozni.

Egy 20,00 mL-es S^{2-} , SO_3^{2-} és $S_2O_3^{2-}$ tartalmú mintához feleslegben vett $ZnCO_3$ vizes szuszpenzióját adjuk. A reakció lejátszódása után az oldatot egy 50,00 mL-es mérőlombikba szűrjük, majd jelre töltjük. A felhígított szűrlet 20,00 mL-éhez vizes formaldehid oldatot adunk feleslegben. Az elegyet ecetsavval megsavanyítjuk és 5,20 mL 0,01000 M-os jód mérőoldattal megtitráljuk.

a) *Írd fel az analízis során lejátszódó reakciók rendezett ioneqyenleteit! Melyik iont (S^{2-} , SO_3^{2-} vagy $S_2O_3^{2-}$) lehet meghatározni ilyen módon? Számold ki ennek az ionnak a kezdeti mintában lévő koncentrációját ppm-ben!*

0,01000 M-os jódoldat egy 20,00 mL-es részletét megsavanyítjuk ecetsavval és 15,00 mL felhígított szűrlettel elegyítjük. Az így kapott elegyet 6,43 mL 0,01000 M-os nátrium-tioszulfát mérőoldattal titráljuk meg.

b) *Írd fel az analízis során lejátszódó reakciók rendezett ioneqyenleteit! Melyik ion koncentrációját (S^{2-} , SO_3^{2-} vagy $S_2O_3^{2-}$) lehet meghatározni ilyen módon az előző mérés eredményének figyelembe vétele mellett? Számold ki ennek az ionnak a kezdeti mintában lévő koncentrációját ppm-ben!*

0,05000 M-os jódoldat egy 10,00 mL-es részletét megsavanyítjuk ecetsavval és 10,00 mL eredeti, S^{2-} , SO_3^{2-} és $S_2O_3^{2-}$ tartalmú mintával elegyítjük. Az így kapott elegyet 4,12 mL 0,05000 M-os nátrium-tioszulfát mérőoldattal titráljuk meg.

c) *Írd fel az analízis során lejátszódó reakciók rendezett ioneqyenleteit! Melyik ion koncentrációját (S^{2-} , SO_3^{2-} vagy $S_2O_3^{2-}$) lehet meghatározni ilyen módon az előző két mérés eredményének figyelembe vétele mellett? Számold ki ennek az ionnak a kezdeti mintában lévő koncentrációját ppm-ben!*

Megjegyzések:

- A szerves oxo-vegyületek szulfitionokkal oxidációra kevésbé érzékeny vegyületeket képeznek.
- A formaldehidet a jód hangyasavvá oxidálja ugyan, de ez a reakció nagyon lassan játszódik le és csak visszaméréssel mérhető. Az alacsony oxidációs állapotú kénvegyületek közvetlenül is titrálhatók jódoldattal.
- A ppm-ben mért koncentráció, ha más kikötést nem tesz a feladat, a tömegtört egy milliomod részét jelenti.

H68. 1871-ben Mengyelejev egy cikket jelentetett meg az Orosz Kémiai Társaság folyóiratában, amelyben három, addig ismeretlen elem tulajdonságait részletesen írta le. Az elemeket, amelyeket ő ekabór, ekaalumínium és ekaszilícium névvel jelölt 15 éven belül felfedezték. Érdekes módon mindhárom földrajzi eredetű nevet kapott.

a) *Mi volt ez a három elem?*

Az első periódusos rendszerben 66 elem szerepelt, ezek közül 3 volt ismeretlen. A maiban 118 elem található. Az utolsót 2005-ben fedezték fel egy orosz és egy amerikai kutatóintézet kooperációjában. Kalcium-48 atommagokkal kalifornium-249 magokat tartalmazó céltárgyat bombáztak. A megfigyelések során háromszor is észleltek olyan alfa-bomlási sort, ami a 118. elem 294-es tömegszámú izotópjából indult.

b) *Írj fel rendezett egyenleteket a 118. elem keletkezésének és alfa-bomlásának magreakciójára!*

c) *A periódusos rendszer melyik csoportjába tartozik a 118. elem? Mi az elektronkonfigurációja?*

d) *A csoportjában található elemek tulajdonságaiból megbecsülve próbáld megjósolni a 118. elem olvadáspontját, forráspontját, atomsugarát, első ionizációs energiáját és oxidjának képletét (a legnagyobb oxidációs állapotban)!*

H69. Egy oldat magnéziumtartalmát a következő módon határozták meg. Az oldatot sósavval megsavanyították, majd ammónia adagolásával enyhén bázisos kémhatásúra állították és $(NH_4)_2HPO_4$ oldat feleslegével elegyítették. A kapott $MgNH_4PO_4$ csapadékot leszűrték, híg ammóniaoldattal mosták és 1000°C-on tömegállandóságig hevítették. A kapott anyag tömege 0,1532 g volt.

a) *Írd fel a csapadékleválás ioneqyenletét és a hevítés során lejátszódó folyamat egyenletét!*

- b) Az oldatot egy gyógykészítmény 1,8005 g-os mintájából készítették. *Hány tömegszázalék MgO-t tartalmazott a készítmény?*

A MgNH_4PO_4 leválása során más anyagok is szennyezhetik a csapadékot, mint pl. MgHPO_4 , $\text{Mg}(\text{NH}_4)_4(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ és NH_4Cl .

- c) *Mi történik a szennyezőkkel a hevítés során (reakcióegyenletek)? Milyen hatással van az egyes szennyezők jelenléte a módszer által adott magnéziumtartalomra?*
- d) *Mekkora lehet legfeljebb a pH az oldatban, hogy a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ leválása elkerülhető legyen, ha az oldat 200 ml-jének 0,10 g volt a magnéziumtartalma.*

A MgNH_4PO_4 oldhatósági szorzatának meghatározásához a következő kísérletet végezték el. A csapadék leválás kezdetéig NaOH oldatot csepegtettek egy 100 ml oldathoz, amelyben a MgCl_2 , a NH_4Cl és a Na_2HPO_4 koncentrációja is 0,010 M volt. A csapadék 6,48-as pH-nál, elhanyagolható térfogatváltozás után jelent meg.

- e) *Mennyi az oldhatósági szorzat?*

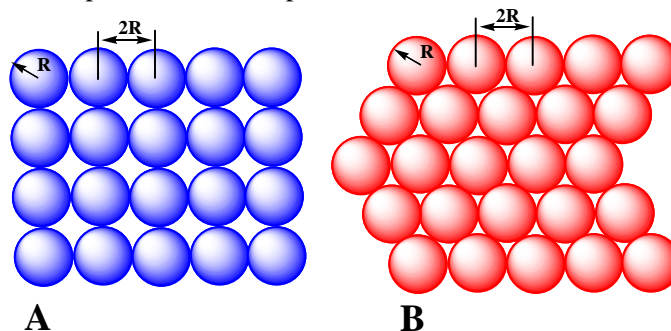
Adatok: H_3PO_4 : $K_{s1} = 7,1 \cdot 10^{-3}$; $K_{s2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$; $K_{s3} = 5,0 \cdot 10^{-13}$
 NH_3 : $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $\text{Mg}(\text{OH})_2$: $L = 6,0 \cdot 10^{-10}$

H70. „A feladat összeállítása során sem gyümölcsnek, sem zöldségnek nem esett bántódása.”

A paradicsomokat érdemes szállításhoz egyenletes rétegben elrendezni a polcokon. Tekintsük az alábbi ábrán bemutatott két elrendezést.

- a) *Mi a két esetben a polc kitöltési hányadosa? Melyik elrendezés igényel kevesebb felületet?*

A keményebb zöldségek, mint a káposzta, ládába is pakolhatóak. Több elrendezés is lehetséges:



1. Az első réteg elrendezése az ábrán mutatott **A**. A második réteg ennek pontos másolata úgy, hogy a zöldségek a rétegekben épp egymás fölött vannak. Ez az ún. egyszerű köbös térkitöltés.
2. Az első réteg ismét **A** típusú, de második rétegben épp az üres helyek fölé kerülnek a zöldségek (tércentrált köbös elrendezés).
3. Az első réteg **B** típusú. A második ennek pontos másolata úgy, hogy a zöldségek a rétegekben épp egymás fölött vannak. Ez az ún. hexagonális térkitöltés.
4. Az első réteg **B** típusú, de a második rétegben a zöldségek épp az üres helyek fölé kerülnek (hexagonális szoros térkitöltés).

- b) *Mi a fenti elrendezések térkitöltési hányadosa? Melyik a leggazdaságosabb?*

A 4. elrendezés esetében igazából két változat létezik. Ha a harmadik réteg zöldségei épp az első réteg zöldségei fölé kerülnek, akkor kapjuk az igaz hexagonális szoros térkitöltést (4a). Ha a harmadik rétegben a zöldségek alatt az első és második rétegben is üres helyek vannak, akkor a lapcentrált köbös elrendezést (4b) kapjuk.

- c) *Mekkora lesz ennek az elrendezésnek a térkitöltési hányadosa? Milyen hatással van a térkitöltésre, ha a 4. elrendezés két változata keveredik?*

Egy vállalkozó kedvű és türelmes zöldséges barack és dinnye gazdaságos szállításához azt találta ki, hogy a barackot a szépen elrendezett dinnyék között maradó üres helyekre pakolja.

- d) *Legfeljebb mennyi lehet a barackok és dinnyék sugarának hányadosa, hogy a barack ne nyomódjon meg, ha*
- i. a dinnyék elrendezése 1. szerinti és a barackok a 8 dinnye által közrefogott (köbös) helyekre kerülnek?
 - ii. a dinnyék elrendezése 2. szerinti és a barackok a 6 dinnye által közrefogott (oktaédes) helyekre kerülnek?

iii. a dinnyék elrendezése 4b. szerinti és a barackok a 6 dinnye által közrefogott (oktaéderes) helyekre kerülnek?

e) *Dinnyénként hány barackot lehet a fenti három elrendezésben bepakolni és milyen értékig mehet fel a térkitöltési hányados ezekben az esetekben?*

f) A jobb szellőzés miatt célszerű nem tenni közvetlen egymás melletti helyekre barackot. *Dinnyénként hány barack pakolható be így a ii. és iii. elrendezésben?*

A derék zöldségesnek még egy zseniális ötlete támadt. A iii. elrendezés szerint tölti meg kocsiját dinnyével és barackkal, de a 4 dinnye által körbezárt (tetraéderes) helyekre almákat is pakol. *Hány alma rakható be így dinnyénként?*