



Magyar Kémikusok
Egyesülete

XLIII. Irinyi János Középiskolai

Kémiaverseny

II. forduló¹

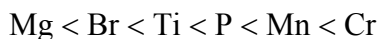
2011. március 16.



Megoldókulcs – Javítási útmutató

I. Általános kémia és anyagszerkezet

(1) Állítsa a következő atomokat a párosítatlan elektronszámuk alapján növekvő sor-rendbe! Adja meg az atomok minimális és maximális oxidációs számát!



3 pont, ha mind jó, ha legalább négy jó sorrendben van, akkor 2 pont, ha három, akkor 1 pont

min. ox. szám:	0	-1	0	-3	0	0	0,5 pont/db
max. ox. szám:	+2	+7	+4	+5	+7	+6	0,5 pont/db

összesen: 9 pont

(2) Töltse ki a következő táblázatot!

	SF_6	SnCl_2	IF_5	XeF_4	COCl_2	POCl_3
σ -kötések száma	6	2	5	4	3	4
π -kötések száma	0	0	0	0	1	1
a nemkötő elektronpárok száma	18	7	16	14	8	11
a molekula alakja	oktaéder	V-alak	négyzetes piramis	négyzet	síkháromszög	tetraéder
kötésszög	90°	$<120^\circ$	90°	90°	$\sim 120^\circ$	$\sim 109,5^\circ$
a központi atom oxidációs száma	+6	+2	+5	+4	+4	+5
a molekula polaritása	apoláris	poláris	poláris	apoláris	poláris	poláris

0,5 pont/db

összesen: 21 pont

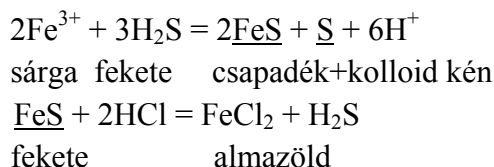
¹Feladatkészítők: Dörnyei Ágnes, Forgács József, Pálinkó István, Petz Andrea, Sipos Pál
Szerkesztette: Pálinkó István

II. Szervetlen kémia

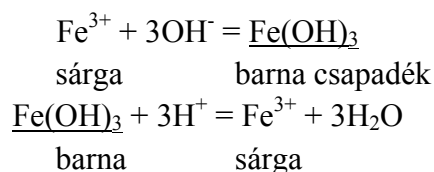
(1) A vegyszerraktárban egy szakadt címkével ellátott folyadéküveget találtunk, mely sárga oldatot tartalmazott. A címkén a klorid felirat még olvasható volt. Többféle reakcióval próbáltuk azonosítani az oldatot tartalmazó kationt. Nevezze meg a kationt és írja fel a reakciók ionegyenleteit.

A végrehajtott próbák:

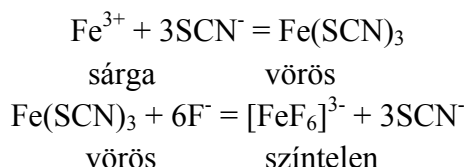
(a) Sárga színű oldatba kén-hidrogén gáz vezetve fekete csapadék válik le, amely sósav oldatban oldódott az oldat halványsárga opálos marad.



(b) Mikor a vizsgálandó oldat egy részletéhez nátrium-hidroxidot adtunk, vöröses barna csapadék vált le, mely sósav oldat hatására világosodott.



(c) Majd a vizsgálandó oldat egy újabb részletéhez KSCN oldatot öntöttünk az oldat színe mélyvörösre változott, majd ehhez az oldathoz egy szintelen ionvegyületet tartalmazó oldatot öntöttünk az oldat vörös színe teljesen eltűnik, szintelen lett.



pontozás: 2 pont/helyes egyenlet, ha az egyenletben kis hiba van, akkor 1 pont, a kation helyes megadása 3 pont

összesen: 15 pont

(2) Öt számozott kémcsőben külön – külön az alábbi szintelen vegyületek vizes oldata van: kálium-nitrát, magnézium-nitrát, ammónium-nitrát, cink-nitrát, ezüst-nitrát.

Válasszon egy olyan reagenst, amellyel mind az öt vegyületet meg tudja különböztetni!

Írja be a táblázatba az észlelt változást és a reakcióterméket, amellyel a többi anyagtól megkülönböztethető.

Megoldás:

A reagens: NaOH-oldat

Képlet	KNO ₃	Mg(NO ₃) ₂	NH ₄ NO ₃	Zn(NO ₃) ₂	AgNO ₃
Az észlelt változás	Nincs változás	Fehér csapadék	Szúrós szagú gázfejlődés	Fehér csapadék, lúgfelesleg oldja	Fekete csapadék
Keletkező vegyület	-----	Mg(OH) ₂	NH ₃	Zn(OH) ₂ , [Zn(OH) ₄] ²⁻	Ag ₂ O

1+9 pont

összesen: 10 pont

III. Szerves kémia

(1) But-1-ént reagáltatunk HBr vizes oldatával. A keletkezett **A** terméket (amely két izomer ekvimoláris elegye) OH⁻ ionokkal reagáltatjuk magas hőmérsékleten. A termékelegy a szerves anyagokra nézve ötkomponensű, tartalmaz át nem alakult **A** anyagot és négyféle terméket (**B**, **C**, **D** és **E**). Méréseink szerint a termékek koncentrációira igazak a következő összefüggések, és az **E** anyag is két izomer ekvimoláris elegye :

$$c_B + c_C + c_D > c_E$$

$$c_B + c_C > c_D$$

$$c_B > c_C$$

Adja meg a kiindulási anyag és az **A**, **B**, **C**, **D** és **E** vegyületek gyökcsoportos képletét és a molekulák szabályos nevét. A **B** és **C** molekulák milyen viszonyban vannak egymással (adjon pontos elnevezést)? Adja meg az **A**, és az **E** molekulák izomerjeinek szerkezeti képletét. Itt milyen izomériáról van szó? A reakciók közben mérjük a reakcióelegy forgatóképességét. Mit tapasztalunk? 25 pont

Megoldás:

A but-1-én: CH₃CH₂CH=CH₂.

1 pont

Az **A** molekula: CH₃CH₂CH(Br)CH₃ – 2-brómbután.

2 + 1 pont

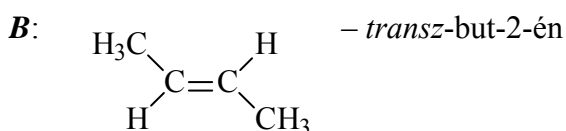
Magas hőmérsékleten és lúgos körülmények között az elimináció dominál, de azért van szubsztitúció is, azaz **E**: CH₃CH₂CH(OH)CH₃ – 2-hidroxibután.

2 + 1 pont

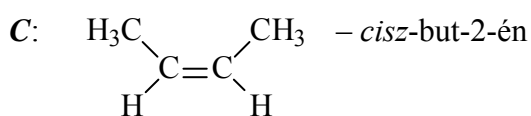
Eliminációkor a szubsztituáltabb termékek képződnek inkább, de azért keletkezik a terminális olefin is, azaz **D**: CH₃CH₂C=CH₂ – but-1-én.

2 + 1 pont

A szubsztituáltabb termékek közül a *transz*-vegyület a stabilisabb és ezért ennek a koncentrációja a nagyobb, azaz



2 + 1 pont

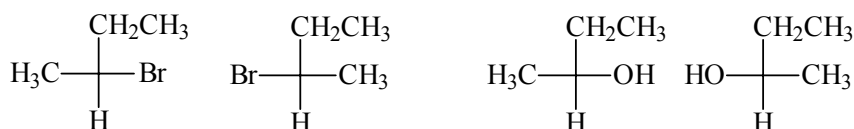


2 + 1 pont

A **B** és **C** molekulák geometriai izomerek.

2 pont

Mind az **A**, mind az **E** molekuláknak két izomerje van, amelyek páronként tükörképi párok:



2 + 2 pont

Itt optikai izomériáról van szó.

1 pont

A reakcióelegy forgatóképessége a reakció minden pillanatában nulla (az optikai izomerek mindig ekvimoláris mennyiségben vannak jelen).

2 pont

összesen: 25 pont

IV. Számítási feladatok

- (1) A HNO₃ vizes oldatában a sav mol% számértéke fele az oldat tömeg%-a szám-értékének.
- (a) Hány tömeg%-os az oldat?
 - (b) Mikor egyezik meg egy oldat mol%-os összetétele a tömeg%-os összetételével?
Írjon egy példát erre az esetre!
 - (c) Hány mol%-os lesz az az oldat, amelyet a salétromsav CaO-dal való semlegesítésekor kapunk?
 - (d) Hány mol%-os lesz az az oldat, amelyet a salétromsav NaOH-dal való semlegesítése-kor kapunk?
- 12 pont

Megoldás:

(a) 100 mol oldatban van x mol, azaz 63x g HNO₃ és (100-x) mol, azaz 18·(100-x) g víz.

2 pont

Felírható az oldott anyag és az oldat közötti tömegarány: $63x/[63x + 18(100 - x)] = 2x/100$,

2 pont

ebből x = **30**, az oldat ennyi mol%-os, azaz **60 tömeg%-os**.

2 pont

(b) Ha az oldószer moláris tömege megegyezik az oldott anyag moláris tömegével.

Pl. etil-benzol xilolos oldata.

2 pont

(c) $2 \text{HNO}_3 + \text{CaO} = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$

1 pont

100 mol oldat semlegesítésekor keletkezik 15 mol Ca(NO₃)₂ és 15 mol víz, a keletkezett oldat **15 mol%-os** lesz.

1 pont

(d) Keletkezik 30 mol NaNO₃ és 30 mol víz. Az oldat tömege: (30 + 30 + 70) = 130 mol.

1 pont

A NaNO₃ anyagmennyiség %-a: $30 \cdot 100/130 = \mathbf{23,08}$.

1 pont

összesen: 12 pont

- (2) Oxálsav [(COOH)₂] oldatot erősen savas közegben permanganát ionokkal reagáltatunk. Az oldat 100,0 cm³-éből a KMnO₄ mérőoldat 20,00 cm³-e 122.5 cm³, 40,00 cm³-e 245.0 cm³, 60,00 cm³-e 300,0 cm³ standard állapotú CO₂-gázt fejlesztett. Az adatokból számítsa ki a KMnO₄ mérőoldat és az oxálsav oldat moláris koncentrációját!

12 pont

Megoldás:

$5(\text{COOH})_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ = 10\text{CO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$

2 pont

A reakcióegyenlet szerint 2 mol MnO₄⁻ 5 mol oxálsavval reagál és 10 mol CO₂-t fejleszt.

1 pont

20 és 40 cm³-es fogyásoknál még maradt elreagálatlan oxálsav az oldatban, de 60 cm³-es MnO₄⁻ fogyásnál már az oxidálószer lesz feleslegben (ha nem így lenne, akkor 60 cm³-nél 36,5 cm³ CO₂-nek kellett volna képződnie).

4 pont

122,5 cm³ (5 mmol) CO₂ -t 1 mmol KMnO₄ fejleszt, ennyi van jelen 20 cm³ mérőoldatban;

1 pont

a KMnO₄ oldat koncentrációja tehát 0.050 M.

1 pont

a 100 cm³ oxálsav oldatból 300 cm³ CO₂ (12.244 mmol) fejlődött, vagyis 6.122 mmol oxálsav volt az oldat 100 cm³-ében;

2 pont

a (COOH)₂ koncentrációja tehát 0.06122 M.

1 pont

összesen: 12 pont

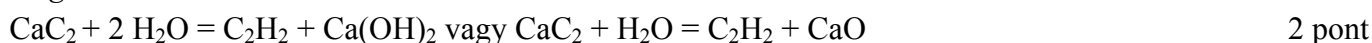
(3) Bátor Béla barlangexpedícióra készül, szeretné kipróbálni az új karbidlámpáját, de nem tudja, hogy mennyi karbidot vásároljon. Segítsen neki!

A karbidlámpák működésének alapja a víz és a kalcium-karbid reakciója, amely során acetilén gáz keletkezik, amit azután az égőfejben elégetünk. Írja fel a reakcióegyenleteket (tökéletes égést feltételezve)! A sportboltban technikai tisztaságú karbidot lehet vásárolni, amelyet kokszból és égetett mészből állítanak elő ívkemencében 2200°C hőmérsékleten. A termék szürkésfekete színű, mert a kalcium-karbid mellett marad benne 20 tömeg% égetett mész és 2 tömeg% koksiz is. Írja fel a karbidgyártás során lejátszódó reakció egyenletét is!

Ha Béla lámpájában 14 liter/óra áteresztőképességű égő van, akkor a 15 °C-os barlangban (atmoszférikus nyomást feltételezve) egy 12 órára tervezett expedícióhoz mennyi (hány g) technikai tisztaságú karbid kell, tudva azt, hogy ennek a világításnak biztonsági okokból a tervezett idő másfélszereséig megfelelő fényt kell biztosítania?

12 pont

Megoldás:



ha az egyenlet kis hibát tartalmaz, akkor 1 pont

A lámpának $1,5 \times 12 = 18$ óráig kell égnie, ez 252 dm^3 acetilént igényel. 2 pont

$$n = (pV)/RT = (101325 \text{ Pa} \times 0,252 \text{ m}^3)/(8,314 \text{ J/mol/K} \times 288 \text{ K}) = 10,66 \text{ mol C}_2\text{H}_2, \quad 2 \text{ pont}$$

amely ugyanennyi CaC_2 -ből képződik, tömege $m = 10,66 \text{ mol} \times 64,10 \text{ g/mol} = 683,6 \text{ g}$. 2 pont

Ha technikai tisztaságú karbidnak csak 78 (m/m)%-a CaC_2 , akkor a 100% $683,6 \text{ g} / 0,78 = \underline{876,4 \text{ g}}$. 2 pont

összesen: 12 pont

(4) Egy kristályvíztartalmú fém-szulfát 5,26 mol%-a a fém-szulfát. A vegyület melegítve feloldódik kristályvizében. A keletkezett oldat 51,35 tömeg%-os. Határozza meg a kristályvíztartalmú fém-szulfát képletét!

8 pont

Megoldás:

A fém-szulfát és a víz anyagmennyiség aránya: $n_{\text{fém-szulfát}}/n_{\text{víz}} = 5,36/94,65 = 1/18$.

A fém-szulfátnak 18 kristályvize van 2 pont

Az oldatban a fém-szulfát és a víz tömegaránya: $M_{\text{fém-szulfát}}/18 \cdot 18 = 51,35/48,65$,
ebből $M_{\text{fém-szulfát}} = 342 \text{ g/mol}$. 2 pont

Ha a fém egy elektronleadásra képes, Me_2SO_4 a képlet, ekkor
 $\text{Me} = (342 - 96)/2 = 123 \text{ g/mol}$, ez nem megoldás. 1 pont

Ha a fémion oxidációs száma +2, akkor a képlet MeSO_4 .
 $\text{Me} = (342 - 96) = 246 \text{ g/mol}$, ez sem megoldás. 1 pont

Ha a fémion oxidációs száma +3, akkor a képlet $\text{Me}_2(\text{SO}_4)_3$.
 $\text{Me} = (342 - 3 \cdot 96)/2 = 27 \text{ g/mol}$, ez a fém az alumínium. 1 pont

A fémion oxidációs számának növekedése nem eredményez jó megoldást.
A vegyület képlete: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$. 1 pont

összesen: 8 pont

(5) Egy vizes oldat KI-ra 0.45 M ($M = \text{mol/dm}^3$), elemi jódra 0.20 M koncentrációjú. Az oldat 100 cm^3 -éhez 50 cm^3 0.20 M koncentrációjú $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -at adunk – a kiegyesítendő reakcióegyenlet $\text{I}_2 + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$. Hányszorosára változik meg a I^- ionok koncentrációja ennek hatására, ha tudjuk, hogy a $\text{I}^- + \text{I}_2 = \text{I}_3^-$ reakció egyensúlyi állandója $K = 800$.

16 pont

Megoldás:



$K = x/(0.45-x)(0.20-x)$ egyenletből 2 pont

$x = [\text{I}_3^-] = 0.199 \text{ M}$, $[\text{I}^-] = 0.251 \text{ M}$ és $[\text{I}_2] = 0.001 \text{ M}$. 2 pont

A reakcióban 1 I_2 két $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ -tal reagál, 1 pont

az eredetileg jelenlévő 20 mmol I_2 -ből 5 mmol átalakul, 15 mmol I_2 marad az oldatban 1 pont

és az eredetileg jelenlévő 45 mmol I^- anyagmennyisége 55 mmol-ra növekszik. 1 pont

Az ebből adódó koncentrációk I^- -ra 0.367 M, I_2 -ra 0.10 M. 1+1 pont

Ezen körülmények között a $K = x'(0.367-x')(0.10-x')$ egyenlet 2 pont

megoldása $x' = [\text{I}_3^-]' = 0.0995 \text{ M}$, $[\text{I}_2]' = 0.0005 \text{ M}$ és $[\text{I}^-]' = 0.267 \text{ M}$. 2 pont

A I^- koncentráció 0.251 M-ról 0.267 M-ra, vagyis 1.065-szörösére nőtt. 2 pont

összesen: 16 pont

A feladat egyszerűsített megoldása, ha figyelembe vesszük, hogy K nagy értéke miatt a I_2 kvantitatívan I_3^- formában van jelen. Ekkor a reakció előtt $[\text{I}^-] = 0.45 \text{ M} - 0.20 \text{ M} = 0.25 \text{ M}$, a reakció után $[\text{I}^-] = 0.367 \text{ M} - 0.10 \text{ M} = 0.267 \text{ M}$, és az eredmény gyakorlatilag megegyezik ez előzővel.

(6) Egy ásvány 48,85 tömeg% oxigént, 10,31 tömeg% alumíniumot, ezeken kívül nátriumot és szilíciumot tartalmaz. Mi az ásvány képlete?

11 pont

Megoldás:

A vegyületet alkotó atomok oxidációs számának összege = 0. 1 pont

Legyen a tömeg%-a a szilíciumnak x , a nátriumnak $(40,84 - x)$. 1 pont

Ekkor felírható: $(+3) \times 10,31/27 + (+4) \times x/28 + (+1) \times (40,84 - x)/23 + (-2) \times 48,85 = 0$. 4 pont

Ebből $x = 32,04 \%$ Si, és 8,80% Na. 2 pont

Az alkotó részek anyagmennyiség aránya:

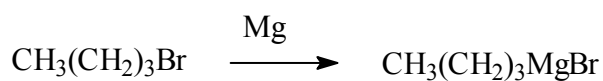
$\text{Al} : \text{Si} : \text{Na} : \text{O} = 10,31/27 : 32,04/28 : 8,80/23 : 48,85/16 = 1 : 3 : 1 : 8$ 2 pont

A képlet: $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$. 1 pont

összesen: 11 pont

(7) Egy Grignard-vegyületet, a butil-magnézium-bromidot szeretnénk elkészíteni. Ez egy fémorganikus vegyület, amelyben a C–Mg kötés egy erősen poláris kovalens kötés, melynek következtében a vegyület egy szerves aniont (karbaniont) "rejt" magában. Ezt a karbaniont jól lehet használni sok reakcióban, ezért a Grignard-vegyületek fontos anyagok a szintetikus szerves kémikusok számára. Célszerűen felhasználás előtt állítják elő őket, mert nagyon érzékenyek a levegő vízgőztartalmára. A vízzel, de bármely mozgékony hidrogént (víz, alkoholok, karbonsavak, stb.) tartalmazó anyaggal elreagálnak. Hogy ez ne történjék meg, ezért száraz háromnyakú gömblombikba, amelyet kalciumkloridos csővel ellátott visszafolyós hűtővel és csepegtetőtölcsérral szerelünk fel, 1,7 g Mg-forgácsot két jódkristályt (ez elősegíti a reakciót, arról, hogy hogyan, még mindig vita folyik) és

mágneses keverőt teszünk, majd annyi vízmentes dietil-étert öntünk hozzá, hogy a Mg-ot elfedje. A csepegtetőtölcsérben $9,8 \text{ cm}^3$ ($\rho = 1,276 \text{ g/cm}^3$) 1-brómbutánt feloldunk 20 ml vízmentes dietil-éterben. Az oldatból 2-3 cm^3 -t a lombikba csepegtetünk. Amikor a reakció beindult (a lombik melegedni kezd) a halogénvegyület éteres oldatát olyan sebességgel csepegtetjük tovább, hogy a reakcióelegy gyengén forrjon. A reakcióelegy feldolgozásakor 8,2 g Grignard-vegyületet kaptunk. Milyen hatékonysággal dolgoztunk, azaz mennyi volt a termelési százalék?



9 pont

Megoldás:

A reakcióelegyben van $1,7/24,3 = 70 \text{ mmol Mg}$ és $9,8 \times 1,276/137,012 = 91,3 \text{ mmol 1-brómbután}$.

1 + 2 pont

Látható, hogy a reakciót a Mg mennyisége fogja meghatározni (a Mg a kulcskomponens), azaz maximum 70 mmol butil-magnézium-bromid képződhet.

2 + 2 pont

A valójában kinyert butil-magnézium-bromid $8,2/161,31 = 50,8 \text{ mmol}$ volt.

1 pont

A hatékonyság, azaz a termelési %: $100 \times 50,08/70 = 71,5 \%$.

1 pont

összesen: 9 pont

