



# XL. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny 2008. Döntő



Magyar Kémikusok  
Egyesülete

Javítókulcs

Összpontszám 160 pont

## I. ÁLTALÁNOS KÉMIA ÉS ANYAGSZERKEZET

(Összesen: 30 pont)

1. Tegye ki a megfelelő relációjelet (>, =, <) a következő mennyiségek közé!

10 pont

1. mennyiség		2. mennyiség
A bronz olvadáspontja	<	A réz olvadáspontja
A desztillált víz fagyáspontja	>	A tengervíz fagyáspontja
Ciklohexán forráspontja	>	<i>n</i> -hexán forráspontja
<i>n</i> -hexán forráspontja 80 kPa nyomáson	<	<i>n</i> -hexán forráspontja 0,1 MPa nyomáson
1 dm <sup>3</sup> térfogatú oxigéngáz tömege 25°C-on, 0,1 MPa nyomáson	<	1 dm <sup>3</sup> térfogatú oxigéngáz tömege 0°C-on, 0,1 MPa nyomáson
Szén-dioxid-gáz sűrűsége 36°C-on, légköri nyomáson	=	Propángáz sűrűsége 36°C-on, légköri nyomáson
1 dm <sup>3</sup> nátrium térfogat-növekedése 10-20°C között melegítve	<	1 dm <sup>3</sup> nátrium térfogat-növekedése 110-120°C között melegítve
Az ólom sűrűsége kg/dm <sup>3</sup> egységben	=	Az ólom sűrűsége g/cm <sup>3</sup> egységben
A mészégetés reakcióhője	>	A mésztoltás reakcióhője
A szőlőcukor optikai aktivitása	>	A glicerin optikai aktivitása

2. D. Mengyelejev (1834-1904) periódusos rendszerének elkészítésekor néhány, akkor még nem ismert elem létezését is megjósolta, ezek tulajdonságait (minőségi, mennyiségi) helytállóan adta meg. Melyek lehetnek ezek? Húzza alá megfelelő válasz(ok)at!

3 pont

a) az elem atomjának elektronszáma

b) az atom elektronegativitása

c) az elem atomsúlya (relatív atomtömege)

d) az elem lángfestésének színe

e) az elem oxidjának képlete

f) az elem halmazállapota

g) az elem első ionizációs energiájának nagysága

(3 helyes válasz 2 pont, 2 helyes válasz 1 pont, 1 helyes válasz 0,5 pont. Hibás válasz kiüt egy jó választ.)

A megjósolt elem egyikét „ekaszilícium”-nak nevezte el, ezt az elemet C. Winkler fedezte fel. A másik elem tulajdonságait az alumíniuméhoz rokonította. Ezt az elemet L. Boisbaudran állította elő. Mindkét tudós hazájáról nevezte el az új elemet. Melyekről van szó?

név<sub>1</sub>: **Germánium**

név<sub>2</sub>: **Gallium**

2 · 0,5 pont

3. Vizes oldatokban számos egyensúlyt ismerünk, ezek közül most hármat vizsgálunk. Mindhárom vizes oldatba különböző gázokat vezetve azt nézzük meg, hogyan tolódik el az egyensúly. A táblázatban nyílal jelölje, hogy merre tolódik el az egyensúly. Írja be azt is, hogy az egyensúlyban résztvevő anyagok közül melyikre volt hatással a gáz oldódása, és annak koncentrációja hogyan változott (csökkent vagy nőtt). Ha nincs változás a gáz hatására, azt is jelölje. (A réz(I)- és (II)-ion klorokomplexének stabilitása igen kicsi, nyugodtan eltekinthetünk tőle.) Az a és b jelű cellákhoz tartozó magyarázatot külön írja le.

(13 + 2 · 2) pont = 17 pont

	$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$	$2 \text{Cu}^{2+} + 4 \text{I}^- \rightleftharpoons 2 \text{CuI} + \text{I}_2$	$\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{NO}_2^-$
HI	← a $\text{CO}_3^{2-}$ protonálódik, csökken a koncentrációja	→ nő a jodidion koncentrációja	← nő az $\text{H}_3\text{O}^+$ koncentrációja
CO <sub>2</sub>	← a $\text{CO}_3^{2-}$ protonálódik, csökken a koncentrációja	nincs változás	← nő az $\text{H}_3\text{O}^+$ koncentrációja
Cl <sub>2</sub>	← a $\text{CO}_3^{2-}$ protonálódik, csökken a koncentrációja	a	b
NH <sub>3</sub>	→ a $\text{CO}_3^{2-}$ kevésbé protonálódik, nő a koncentrációja	← a réz(II)-ion ammin-komplexe képződik	→ csökken az $\text{H}_3\text{O}^+$ koncentrációja
HCl	← a $\text{CO}_3^{2-}$ protonálódik, csökken a koncentrációja	nincs változás	← nő az $\text{H}_3\text{O}^+$ koncentrációja

a) a klór mint erélyes oxidálószer oxidálja a jodidiont és a réz(I)-et is, így ellentétes hatással van, nem tudjuk eldönteni, hogy merre tolódik az egyensúly

b) nő az  $\text{H}_3\text{O}^+$  koncentrációja, de pont ellenkezőleg hat a nitrition oxidációja, nem tudjuk eldönteni, hogy merre tolódik az egyensúly

## II. SZERVETLEN KÉMIA

(Összesen: 25 pont)

1. Egy színes, kristályos anyagot kell azonosítanunk. Az alábbi három kísérlet alapján kell felismerni és megnevezni a kérdéses vegyületet. 10 pont

a) Vegyszeres kanálnyi kristályos anyagot egy jól kiszárított kémcsőben borszeszégő lángjával melegítettünk, majd 10-12 s múlva parázsló gyújtópálcát dugtunk a kémcsőbe.

*Tapasztalat:* a megmelegített anyag pattogó hangot hallatott, gyengén füstölt. A parázsló gyújtópálca lángra lobbant.

b) Egy 30 cm hosszú, 3 cm széles alumíniumlemezre egy ugyanilyen méretű megvizezett szűrőpapírt rásimítottunk, s a szűrőpapír közepébe tettünk egy kristályszemcsét. A lemez két végét krokodilcsipesszel és vezetékkel egy zseblelep pozitív és negatív pólusához kapcsoltuk.

*Tapasztalat:* a kristály körül egy kisebb lila színű folt jelent meg, majd egy vékony rózsaszínű csík kezdett húzódni a papír közepétől az áramforrás pozitív pólusa felé.

c) (Vegyifülke alatt!) Magas üveghenger aljára vegyszeres kanálnyi kristályt szórtunk, majd kevés cc. sósavat öntöttünk rá. Az üveghengerbe, kb. fele magasságig leengedtünk egy jól megvizezett kicsiny, piros szirmú virágot.

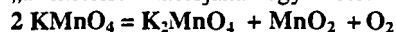
*Tapasztalat:* A sósav hatására sercegő hang kíséretében sárgás zöld színű gáz keletkezett, amely a henger alsó harmadában gyűlt össze. A piros virág előbb rózsaszín, majd teljesen fehér lett.

Mi volt a kísérletekben használt szilárd halmazállapotú kristályos anyag neve, képlete?

**kálium-permanganát,  $\text{KMnO}_4$**

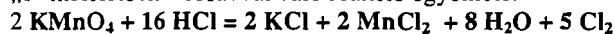
2 pont

„a” kísérlet reakciójának egyenlete:



2 pont

„c” kísérletben a sósavval való reakció egyenlete:



2 pont

Miért színtelenedett el a virág?

**Mert a  $\text{Cl}_2$ -gáz elroncsolta a festéket / színanyagot.**

2 pont

„b” kísérletben hogyan értelmezhető a rózsaszín csík jelenléte és mozgása?

**A vizes oldatban  $\text{K}^+$ - és  $\text{MnO}_4^-$ -ionok vannak, ezek közül az anionok rózsaszínűek. Elektromos mezőben a pozitív pólus felé vándorolnak, mozgásuk a színük miatt láthatóvá vált, a szintelen  $\text{K}^+$ -ionok mozgása nem érzékelhető.**

2 pont

2. A táblázat egy-egy sorában szereplő négy fehér anyagot kell megkülönböztetni egymástól. Ehhez az alább felsorolt anyagok állnak rendelkezésre:

sósavoldat, ezüst-nitrát-oldat, ammóniaoldat, desztillált víz, kálium-jodid-oldat, kálium-klorid-oldat, nátrium-hidroxid-oldat.

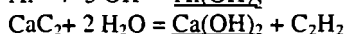
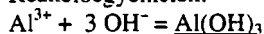
Minden anyag csak egyszer szerepelhet, így persze lesznek olyanok, amelyek kimaradnak.

Az azonosítandó anyag alá írja le a megfigyelést (mit tapasztal a reagens hozzáadására, pl. fehér csapadék válik le, gáz fejlődik, megzöldül az oldat stb.). A csillaggal jelölt ~~három~~ esetben írja fel a reakcióegyenletet vagy egyenleteket, ionos formában! Rossz reagens választás esetén az adott sorra nem jár pont.

(4 + 8 + 3) pont = 15 pont

A választott reagens képlete	Az egymástól megkülönböztetendő anyagok (soronként)			
$\text{AgNO}_3$	Nátrium-szulfid	Nátrium-klorid	Nátrium-nitrát	Nátrium-bromid
	<b>fekete csapadék</b>	<b>fehér csapadék</b>	<b>színtelen oldat</b>	<b>sárgásfehér csapadék</b>
$\text{NaOH}$	Ezüst-nitrát	Kalcium-nitrát	Nátrium-nitrát	Alumínium-nitrát
	<b>barna csapadék</b>	<b>fehér csapadék</b>	<b>színtelen oldat</b>	<b>* fehér csapadék, amely feleslegben oldódik</b>
$\text{KI}$	Ezüst-nitrát	Nátrium-peroxid	Kálium-klorid	Kalcium-szulfát
	<b>sárga csapadék</b>	<b>az oldat megbarnul</b>	<b>színtelen oldat</b>	<b>nem oldódik</b>
$\text{H}_2\text{O}$	Kalcium-karbid	Réz-szulfát	Kalcium-klorid	Kalcium-karbonát
	<b>* fehér csapadék és gázfejlődés</b>	<b>kék oldat</b>	<b>színtelen oldat</b>	<b>nem oldódik</b>

Reakcióegyenletek:



### III. SZERVES KÉMIA

(Összesen: 25 pont)

1. „A következő vegyületek közös tulajdonsága, hogy a moláris tömegük 90 g/mol, valamint csak szén-, hidrogén- és oxigénatomokat tartalmaznak. A táblázat minden sorába más vegyületet írjon. 9 pont

sorszám	Jellemző	Atomcsoportos képlet	Név
1.	Mérgező, szilárd anyag. Előfordul a spenótban.	$\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$ <span style="float: right;">0,5 pont</span>	<b>Oxálsav, vagy etándisav</b> <span style="float: right;">0,5 pont</span>
2.	Kiralitáscentrummal rendelkezik, nátrium-hidroxiddal nem reagál	$\begin{array}{c} \text{CH=O} \\   \\ \text{CH-OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{-OH} \end{array}$ <span style="float: right;">0,5 pont</span>	<b>Glicerín-aldehid</b> <span style="float: right;">0,5 pont</span>
3.	Királis molekula	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ <span style="float: right;">0,5 pont</span>	<b>Tejsav (2-hidroxi-propánsav)</b> <span style="float: right;">0,5 pont</span>
4.	Nincs kiralitáscentruma, nátrium-hidroxiddal nem reagál	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-OH} \\   \\ \text{C=O} \\   \\ \text{CH}_2\text{-OH} \end{array}$ <span style="float: right;">0,5 pont</span>	<b>1,3-dihidroxi-aceton</b> <span style="float: right;">0,5 pont</span>

Az állítások mellé írja be a vegyület sorszámát:

A piroszölősav redukciójakor képződik: **3**

Konstitúciós izomerek: **2, 3, 4**

A kovászos uborka leve tartalmazza: **3**

Kalcium-sója vízben nem oldódik: **1**

Alkalmas a rozsdafoltok eltávolítására: **1**

**5 pont**

2. Az alábbi táblázat kitöltése során a kiindulási szerves vegyületeket kell kitalálni. A reakciók közös sajátossága az, hogy mindegyik vegyület reakciópartnere azonos. A táblázatban csak a szerves terméket tüntettük fel, de + jellel utalunk rá, ha még más anyag is keletkezett. A megoldás során adjuk meg a kiindulási anyag gyökcsoportos képletét, nevét és a reakció típusát is! Az első sorban egy megoldott feladat látható. 7,5 pont

Kiindulási anyag	Termék	Reakciótípus
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ propánsav	nátrium-propanoát +	protolitikus reakció
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ klóretán	etanol +	szubsztitúció
$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ fenol	nátrium-fenolát +	protolitikus reakció/sav-bázis reakció
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3$ metil-pentanoát	nátrium-pentanoát + metanol	észterhidrolízis/szappanosítás
$\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{CH}_3$ 2-klórbután	but-2-én +	elimináció
$\text{NH}_3^+\text{CH}_2\text{COO}^-/\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ glicin/2-aminoetánsav	glicin nátriumsója +	protolitikus reakció/sav-bázis reakció

Pontozási útmutató:

A kiindulási anyagok neve és képlete is 1 pont. Bármilyen hiba a képletben vagy a névben, pontvesztést jelent. A reakciótípus megnevezése 0,5 – 0,5 pont.

3. Gázfejlesztő készülékben etil-alkoholból és tömény kénsavból gázt állítunk elő. 8,5 pont

a) Milyen színű a fejlődő gáz, és hogyan lehet tisztán felfogni?

**Színtelen. Víz alatt.**

**1 pont**

b) A gázt meggyújtjuk és a láng fölé száraz főzőpoharat teszünk. Mit tapasztalunk? Írja föl az égésének reakcióegyenletét!

**A főzőpohár bepárasodik, víz keletkezik.  $\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$**

**0,5 + 1 pont**

c) Mit tapasztalna, ha az égő gáz fölé meszes vízzel kiöblített poharat tenne?

**A meszes víz megzavarosodik.**

**0,5 pont**

d) A láng fölé fehér porcelánlemez helyezve fekete koromréteg képződik. Mi ennek az oka?

**Ha nem tökéletes az égés, akkor korom keletkezik.**

**0,5 pont**

e) A gázt brómos vízbe vezetjük. Mit tapasztalunk? Írjuk fel a reakcióegyenletet! Nevezd el a terméket!

**Elszínteleníti.  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 = \text{BrCH}_2 - \text{CH}_2\text{Br}$  1-2-dibrómetán**

**0,5 + 1 + 0,5 pont**

f) Egy kémcsőbe ezüst-nitrát-oldatot teszünk. Az előző kísérletnél használt brómos vízből öntünk hozzá. Mit tapasztalunk?

**Nem történik változás, (nincsenek  $\text{Br}^-$  ionok az oldatban.)**

**0,5 pont**

g) Az etént kálium-permanganát-oldatba vezetjük. Mit tapasztalunk?

**Az oldatot elszínteleníti.**

**0,5 pont**

h) Milyen vegyületet lehet még előállítani etil-alkoholból és tömény kénsavból? Írja fel a reakcióegyenletét!

**Dietil-éter  $2 \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} = \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$**

**1 + 1 pont**

## IV. SZÁMÍTÁSI FELADATOK

1. 68,75 g vízmentes stroncium-kloridból és vízből forrón telített oldatot készítünk. Ha az oldatot 10 °C-ra hűtjük, akkor a feloldott stroncium-kloriddal azonos tömegű só kristályosodik ki. Ha a vizet hagyjuk teljesen elpárologni, akkor 1,681-szer nagyobb tömegű sóhoz jutunk. 10 °C-on 100,0 gramm víz 28,38 gramm stroncium-kloridot old.

- a) Mi a kristályos stroncium-klorid képlete?  
 b) Mekkora a stroncium-klorid oldhatósága forrón (x g só/100,0 g víz)?

(Összesen 10 pont)

**Megoldás:**

- a)  $M(\text{SrCl}_2) = 158,6 \text{ g/mol}$  1  
 A kristályvizes stroncium-klorid képlete  $\text{SrCl}_2 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ , ennek tömege 1,681-szer nagyobb, mint a vízmentes formáé. Egy mol kristályvizes sóban a kristályvíz tömege  $0,681 \cdot 158,6 \text{ g} = 108,0 \text{ g}$  amiből  $x = 6$  3  
A kristályos stroncium-klorid képlete  $\text{SrCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  1  
 b) 68,75 g kristályvíz tartalmú stroncium-kloridban van 40,90 g  $\text{SrCl}_2$  és 27,85 g víz 1  
 27,85 g  $\text{SrCl}_2$  98,13 g vízben oldódik 10 °C-on. 2  
 Összesen tehát 126,0 g vízben 68,75 g sót oldottunk forrón. 1  
Forrón 54,57 g sót old 100,0 g víz. 1

2. Olajsav ( $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ ) mellett sztearinsavat ( $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ ) vagy palmitinsavat ( $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$ ) tartalmazó minta savszáma 197,5, jódszáma pedig 22,38. Savszám: 1,000 gramm vizsgálati anyagban lévő szabad savak közömbösítéséhez szükséges kálium-hidroxid mennyisége milligramm egységben kifejezve. Jódszám: az a grammban megadott jódmennyiség, amellyel 100,0 gramm tömegű vizsgálati zsiradék reakcióba lép.

- a) Határozza meg, hogy melyik savat tartalmazta a minta és milyen tömegszázalékban?  
 b) Hány gramm hidrogénnel telíthető a minta 100,0 grammja?

(Összesen 12 pont)

**Megoldás:**

- a)  $M(\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2) = 282 \text{ g/mol}$   $M(\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2) = 284 \text{ g/mol}$   $M(\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2) = 256 \text{ g/mol}$  1,5  
 Mivel egy mol olajsav egy mol jóddal reagál, így 100,0 g keverék 0,08818 mmol olajsavat tartalmaz, amely 24,84 g. 2  
 1,000 gramm keverék közömbösítéséhez 3,527 mmol KOH szükséges, 1  
 tehát 3,527 mmol savat tartalmaz, 100,0 g keverék 0,3527 mol savat tartalmaz, ebből 1  
 0,08818 mol az olajsav, a többi 0,2645 mol vagy palmitin- vagy sztearinsav, amelynek a 1,5  
 tömege 75,16 g. Behelyettesítve  $M = m/n = (75,16/0,2645) \text{ g/mol} = 284,1 \text{ g/mol}$ . 1  
 A keverék tehát sztearinsavat tartalmazott. 1  
A minta 24,84 tömegszázalék olajsavat és 75,14 tömegszázalék sztearinsavat tartalmazott. 1
- b) A hidrogén a jóddhoz hasonlóan csak az olajsavval reagál, és az egy kettős kötés miatt egy mol olajsav egy mol hidrogénnel reagál. 1  
 100,0 g keverék 0,08818 mmol hidrogénnel reagál, melynek tömege 0,1734 g 1  
0,1734 g hidrogénnel telíthető a minta 100,0 grammja. 2

Ha monokarbonsav, megkötés, nem van!

3. A nátrium-hidrogénszulfid három vízzel, a nátrium-szulfát hét vízzel, a nátrium-dihidrogén-pirofoszfát ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) pedig hat vízzel kristályosodik. Egy, a fenti három anyagból készített keverék 17,0 tömegszázalékban tartalmaz nátriumot. Adja meg a keverék tömegszázalékos hidrogéntartalmát!

(Összesen 8 pont)

**Megoldás:**

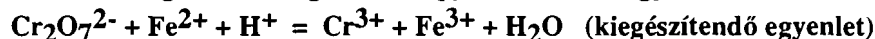
- A három anyag képlete:  $\text{NaHS} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ , és  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  3  
 Mind a három anyagban 1:7 a Na- és a H-atomok számaránya, így 23 g Na mellett mindig 7 g 3  
 hidrogén van, bármilyen összetételű a keverék.  
 17,0 g Na mellett 5,17 g hidrogén van.  
5,17 tömegszázalék hidrogént tartalmaz a keverék. 2

4. Az alkoholszonda az emberi vérben található alkohol (közvetett) kimutatására szolgáló eszköz. Laboratóriumban nagyon pontosan meghatározható a véralkoholszint kevés vérmintából is, de ezt általában csak "vítás esetekben" alkalmazzák. Egyszerűbb és gyorsabb módszer a kilélegzett levegőt vizsgálni. Ennek alapja, hogy az elfogyasztott alkohol (változatlan formában) a véráramba kerül és a tüdő légcseréje során gőzei a kilélegzett levegőben is megjelennek. A kilélegzett levegő alkoholtartalma arányos a vérben lévőével, annak 2100-ad része. A „hagyományos” alkoholszonda (az ismert kis üvegcsövecske) működési alapja az alábbi kémiai reakció:



Az alkohol aldehiddé történő oxidációja során a narancsvörös kálium-dikromát helyett zöld króm-szulfát jelenik meg, vagyis színváltozás történik.

Egy alkoholszonda  $0,500 \text{ cm}^3$   $1,00 \text{ mol/dm}^3$ -es kálium-dikromát-oldatot tartalmaz. Hány mg etil-alkoholt mutatott ki az a szonda, amelynek tartalmát  $0,195 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú vas(II)-szulfát-oldattal titrálva (az alábbi kiegészítendő egyenlet alapján)  $14,4 \text{ cm}^3$  fogyást mértünk?



(Összesen 10 pont)

**Megoldás:**

A szondában levő kálium-dikromát anyagmennyisége: $n = 5,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$	1
A fogyott mérőoldatban levő vas(II)-szulfát anyagmennyisége $n = c \cdot V = 0,195 \cdot 14,4 \cdot 10^{-3} = 2,81 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	1
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6 \text{Fe}^{2+} + 14 \text{H}^+ = 2 \text{Cr}^{3+} + 6 \text{Fe}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$	2
A $\text{Fe}^{2+}$ -ionnal reagáló kálium-dikromát ennek a hatoda: $4,68 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ .	1
Az alkohollal reagált kálium-dikromát $5,00 \cdot 10^{-4} - 4,68 \cdot 10^{-4} = 0,320 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$	1
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 8 \text{H}^+ = 2 \text{Cr}^{3+} + 3 \text{CH}_3\text{CHO} + 7 \text{H}_2\text{O}$	2
Az etil-alkohol anyagmennyisége $3 \cdot 0,320 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 9,60 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$	1
<b>Tömege <math>9,60 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 46 \text{ g/mol} = 4,42 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 4,42 \text{ mg}</math></b>	1

5. Vékony, téglalap alakúra formált ismeretlen anyagi minőségű fémlemez  $100,00 \text{ cm}^3$  térfogatú  $0,2000 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatba merítettünk. Néhány perces várakozás után az oldatból kivett, megszáritott lemez tömege  $1,218 \text{ grammal}$  nőtt, az oldat  $\text{Ag}^+$ -koncentrációja  $0,0400 \text{ mol/dm}^3$  lett. (Az oldat térfogatváltozásától eltekinthetünk.) A kísérletet elvégeztük egy másik, ugyanilyen fémlemizzel és vas(III)-klorid-oldattal. A vas(III)-klorid-oldat kezdeti, és a kísérlet befejezésekor mért koncentrációja ugyancsak  $0,2000 \text{ mol/dm}^3$  illetve  $0,0400 \text{ mol/dm}^3$ .

a) Mi az ismeretlen fém?

b) Mennyivel változott a fémlemez tömege a vas(III)-klorid-oldatból való kivétel (ill. szárítás) után?

(Összesen 11 pont)

**Megoldás:**

a) $\text{Me} + n \cdot \text{Ag}^+ = \text{Me}^{n+} + n \cdot \text{Ag}$	1
A fémlemezre kivált $0,01600 \text{ mol Ag}$	1
Legyen a fém moláris tömege $M$	
$n \text{ mol Ag}^+$ -ion kiválásakor a tömegnövekedés $(107,9 n - M) \text{ g}$	
$0,01600 \text{ mol Ag}^+$ -ion kiválásakor a tömegnövekedés $1,218 \text{ g}$	2
Felírva az aránypárt $1,218 n = 0,01600 \cdot ((107,9 n - M))$	
megoldva $31,77n = M$ , amelynek $n = 2$ esetén van kémiai értelme $M = 63,55 \text{ g/mol}$	2
<b>Az ismeretlen fémlemez rézből készült.</b>	1
b) $2 \text{Fe}^{3+} + \text{Cu} = 2 \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}^{2+}$	2
$0,01600 \text{ mol Fe}^{3+}$ -ion $0,008000 \text{ mol}$ réz oldódását eredményezi, amely $0,5080 \text{ g}$ .	1
<b>A lemez tömege <math>0,5080 \text{ grammal}</math> csökkent.</b>	1

6. Egy egyértékű gyenge sav oldatát tízszeresre hígítva a sav disszociációfoka háromszorosára nő.
- a) Hányszorosára kell hígítani az eredeti oldatot, hogy a gyenge sav disszociációja 10,0%-os legyen?
- b) Mekkora a sav savállandója, ha 10,0%-os disszociáció esetén az oldat pH-ja 4,00.

(Összesen 13 pont)

Megoldás:

- a)  $K_s = \alpha_1^2 c_1 / (1 - \alpha_1) = \alpha_2^2 c_2 / (1 - \alpha_2)$  1  
 $c_1 = 10 c_2$   $3\alpha_1 = \alpha_2$  2  
 $\alpha_1^2 c_2 \cdot 10 / (1 - \alpha_1) = 9\alpha_1^2 c_2 / (1 - 3\alpha_1)$  1  
 $10(1 - 3\alpha_1) = 9(1 - \alpha_1)$  ahonnan  $\alpha_1 = 0,0476$  1  
 $\alpha_3 = 0,100$  1  
 $\alpha_1^2 c_1 / (1 - \alpha_1) = \alpha_3^2 c_2 / (1 - \alpha_3)$  1  
 $c_1 / c_2 = (1 - \alpha_1) \alpha_3^2 / (1 - \alpha_3) \alpha_1^2 = 4,67$  1  
4,67-szeres térfogatra kell hígítani az oldatot. 1
- b)  $c = [H^+] / \alpha = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  2  
 $K_s = \alpha^2 c / (1 - \alpha) = 1,11 \cdot 10^{-5} (\text{mol/dm}^3)^2$  2

7. Egy izooktán-heptán elegy nyomástűrése azonos a 95-ös oktánszámú benzin nyomástűréseivel. Határozzuk meg, hogy az elegy gőzének sztöchiometriai mennyiségű levegőben való elégetésekor a füstgáz anyagmennyisége hányszorosa a kiindulási gázelegy anyagmennyiségének!

(A levegő összetétele: 20 V/V % oxigén és 80 V/V% N<sub>2</sub> nitrogén, a füstgázt hőmérséklete pedig 857°C.)

b) Amennyiben a motor hengerébe 25,0°C hőmérsékletű a belépő szénhidrogénelegy és levegő együttese, s az égés 857°C-on megy végbe, akkor a „kipufogás” előtti pillanatban a hengerben uralkodó nyomás hányszorosa az égés előtti állapothoz képest?

c) Mennyi az oktánszáma annak a benzinnak, amelynek nyomástűrése azonos annak az izooktán-heptán elegyének a nyomástűréseivel, amelynek füstgázában a szén-dioxid és vízgőz anyagmennyiségének aránya CO<sub>2</sub> : H<sub>2</sub>O = 79 : 89 ? Ez a benzin jobb vagy rosszabb minőségű-e a 95-ös oktánszámúnál?

(Összesen 16 pont)

Megoldás:

- a) Az oktán égési egyenlete:  $C_8H_{18} + 12,5 O_2 = 8 CO_2 + 9 H_2O$  1  
A heptán égési egyenlete:  $C_7H_{16} + 11 O_2 = 7 CO_2 + 8 H_2O$  1  
A levegő összetételének figyelembe-vétele  $V(N_2) = 4 \cdot V(O_2)$  ill.  $n(N_2) = 4 \cdot n(O_2)$  1  
Oktán égése:  $(1 + 12,5 + 50 = 63,5)$  mol kiindulási anyagból → 67 mol füstgáz  
Heptán égése  $(1 + 11 + 44 = 56)$  mol kiindulási elegyből → 59 mol füstgáz 2  
A 95:5 térfogatarány figyelembe vétele:  
6312,5 mol kiindulási gázelegyből → 6660 mol füstgáz 1  
Az anyagmennyiség növekedése:  $6660 / 6312,5 = 1,055$  -szeres (5,5%-os) 1
- b) A reakció állandó térfogaton megy végbe. 1  
 $p_2/p_1 = n_2/n_1 \cdot T_2/T_1$   
 $p_2/p_1 = 1,055 \cdot 1130/298 = 4,00$   
A hengerben uralkodó nyomás négyszerese a kiindulási nyomásnak. 2
- c) A kérdéses keverékben jelölje x az oktán, y a heptán anyagmennyiségét. 1  
 $x + y = 100$   
 $C_8H_{18} \rightarrow 8 CO_2 + 9 H_2O$  alapján:  $x C_8H_{18} \rightarrow 8 x CO_2 + 9 x H_2O$   
 $C_7H_{16} \rightarrow 7 CO_2 + 8 H_2O$  alapján:  $y C_7H_{16} \rightarrow 7 y CO_2 + 8 y H_2O$  2  
 $(8x + 7y) : (9x + 8y) = 79 : 89$   
Az egyenlet-rendszer megoldása:  $x = 90$   $y = 10$  azaz 1  
90-es oktánszámú ez a benzin.  
A 90-es oktánszámú benzin a rosszabb minőségű üzemanyag 1

① egybe elvi  
luba