



XL. Irinyi János Középiskolai Kémiaaverseny 2008. Döntő



Magyar Kémikusok
Egyesülete

Munkaidő: 180 perc

Periódusos rendszer a feladatlap 5. oldalán található
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	n-hexán forráspontja
n-hexán forráspontja 80 kPa nyomáson	n-hexán forráspontja 0,1 MPa nyomáson
1 dm ³ térfogatú oxigéngáz tömege 25 °C-on, 0,1 MPa nyomáson	1 dm ³ 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 ³ nátrium térfogat-növekedése 10-20 °C között melegítve	1 dm ³ nátrium térfogat-növekedése 110-120 °C között melegítve
Az ólom sűrűsége kg/dm ³ egységben	Az ólom sűrűsége g/cm ³ egységben
A mészetítés reakcióhője	A mészoltás reakcióhője
A szőlőcukor optikai aktivitása	A glicerín 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 lehettek ezek a tulajdonságok? Húzza alá a megfelelő válasz(ok)at!

3 pont

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> a) az elem atomjának elektronszáma c) az elem atomsúlya (relatív atomtömege) e) az elem oxidjának képlete g) az elem első ionizációs energiájának nagysága | <ul style="list-style-type: none"> b) az atom elektronegativitása d) az elem lángfestésének színe f) az elem halmazállapota |
|---|--|

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?

név₁:

név₂:

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 nyíllal 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.

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			
CO ₂			
Cl ₂		a	b
NH ₃			
HCl			

a)

b)

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 borszeszegő 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 zsebletelep pozitív és negatív pólusához kapcsoltuk.

Tapasztalat: a kristály körül egy kisebb lila színű folt jelent meg, majd egy vékony rózsaszínű csík kezdett húzódní 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?

„a” kísérlet reakciójának egyenlete:

„c” kísérletben a sósavval való reakció egyenlete:

Miért színtelenedett el a virág?

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

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~~ ² esetben írja fel a reakcióegyenletet vagy egyenleteket, ionos formában! 15 pont

A választott reagens képlete	Az egymástól megkülönböztetendő anyagok (soronként)			
	Nátrium-szulfid	Nátrium-klorid	Nátrium-nitrát	Nátrium-bromid
	Ezüst-nitrát	Kalcium-nitrát	Nátrium-nitrát	Alumínium-nitrát
				*
	Ezüst-nitrát	Nátrium-peroxid	Kálium-klorid	Kalcium-szulfát
	Kalcium-karbid	Réz-szulfát	Kalcium-klorid	Kalcium-karbonát
	*			

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-más vegyületet írjon. **9 pont**

	Jellemző	Atomcsoportos képlet	Név
1	Mérgező, szilárd anyag. Előfordul a spenótban.		
2	Kiralitáscentrummal rendelkezik, nátrium-hidroxiddal nem reagál		
3	Királis molekula		
4	Nincs kiralitáscentruma, nátrium-hidroxiddal nem reagál		

Az állítások mellé írja be a vegyület sorszámát:

A piroszőlősav redukciójakor képződik:

Kalcium-sója vízben nem oldódik:

Konstitúciós izomerek:

Alkalmas a rozsdafoltok eltávolítására:

A kovászos uborka leve tartalmazza:

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
CH ₃ CH ₂ COOH propánsav	nátrium-propanoát + etanol + nátrium-fenolát + nátrium-pentanoát + metanol but-2-én + glicin nátriumsója +	protolitikus reakció

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?

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

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

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

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

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

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

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

IV. SZÁMÍTÁSI FELADATOK

(A számításhoz szükséges adatok a 5. oldalon látható periódusos rendszerben találhatóak.)

1. 68,75 g vízmentes stroncium-kloridból és vízből forrón telített oldatot készítünk. Ha az oldatot 10 °C-ra hűtjük 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)

2. Olajsav (C₁₈H₃₄O₂) mellett sztearinsavat (C₁₈H₃₆O₂) vagy palmitinsavat (C₁₆H₃₂O₂) 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!

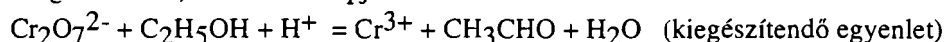
b) Hány gramm hidrogénnel telíthető a minta 100,0 grammja?

(Összesen 12 pont)

3. A nátrium-hidrogénszulfid három vízzel, a nátrium-szulfát hét vízzel, a nátrium-dihidrogén-pirofoszfát (Na₂H₂P₂O₇) pedig hat vízzel kristályosodik. Egy, a fenti három anyagból készített keverék 17,0 tömegszázalékban tartalmaz nátriumot. Adja meg a keverék tömegszázalékos hidrogéntartalmát!

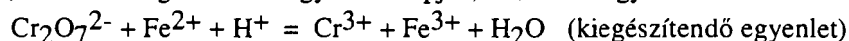
(Összesen 8 pont)

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 üvegsövecske) 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 cm³ 1,00 mol/dm³-es kálium-dikromát-oldatot tartalmaz. Hány mg etil-alkoholt mutatott ki az a szonda, amelynek tartalmát 0,195 mol/dm³ koncentrációjú vas(II)-szulfát-oldattal titrálva (az alábbi kiegészítendő egyenlet alapján) 14,4 cm³ fogyást mértünk?



(Összesen 10 pont)

5. Vékony, téglalap alakúra formált ismeretlen anyagi minőségű fémlemez 100,0 cm³ térfogatú 0,2000 mol/dm³ koncentrációjú ezüst-nitrát-oldatba merítettünk. Néhány perces várakozás után az oldatból kivett, megszáritott lemez tömege 1,218 grammal nőtt, az oldat Ag⁺-koncentrációja 0,04000 mol/dm³ 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 mol/dm³ illetve 0,04000 mol/dm³.

a) Mi az ismeretlen fém?

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

(Összesen 11 pont)

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)

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

(A levegő összetétele: 20 V/V % oxigén és 80 V/V% N₂ 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 hány-szorosa az égés előtti állapothoz képest?

c) Mennyi az oktánszáma annak a benzinnak, amelynek nyomástűrése azonos annak az izooktán-heptán elegynek a nyomástűréésével, amelynek füstgázában a szén-dioxid és vízgőz anyagmennyiségének aránya CO₂ : H₂O = 79 : 89 ? Ez a benzin jobb vagy rosszabb minőségű-e a 95-ös oktánszámúnál?

(Összesen 16 pont)

AZ ELEMÉK PERIÓDUSOS RENDSZERE

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	
	I.A											III.A	IV.A	V.A	VI.A	VII.A	VIII.A		
1.	1 H 1,0 hidrogén	II.A										5 B 10,8 bór	6 C 12,01 szén	7 N 14,01 nitrogén	8 O 16,00 oxigén	9 F 19,0 fluor	10 Ne 20,2 neon		
2.	3 Li 6,94 lítium	4 Be 9,01 berillium											13 Al 27,0 alumínium	14 Si 28,1 szilícium	15 P 31,0 foszfor	16 S 32,0 kén	17 Cl 35,5 klór	18 Ar 39,9 argon	
3.	11 Na 23,0 nátrium	12 Mg 24,3 magnézium	II.B	IV.B	V.B	VI.B	VII.B	VIII.B			LB	II.B							
4.	19 K 39,1 kálium	20 Ca 40,0 kalcium	21 Sc 45,0 szkandium	22 Ti 47,9 títán	23 V 50,9 vanádium	24 Cr 52,0 króm	25 Mn 54,9 mangán	26 Fe 55,9 vas	27 Co 58,9 kobalt	28 Ni 58,7 nikkel	29 Cu 63,5 réz	30 Zn 65,4 cink	31 Ga 69,7 gallium	32 Ge 72,6 germánium	33 As 74,9 arzén	34 Se 79,0 szelén	35 Br 79,9 bróm	36 Kr 83,8 kripton	
5.	37 Rb 85,5 rubídium	38 Sr 87,6 stroncium	39 Y 88,9 ittrium	40 Zr 91,2 cirkónium	41 Nb 92,9 nióbbium	42 Mo 95,9 molibdén	43 Tc (99) technécium	44 Ru 101,1 ruténium	45 Rh 102,9 ródium	46 Pd 106,4 palládium	47 Ag 107,9 ezüst	48 Cd 112,4 kadmium	49 In 114,8 indium	50 Sn 118,7 ón	51 Sb 121,8 antimon	52 Te 127,6 tellúr	53 I 126,9 jód	54 Xe 131,3 xenon	
6.	55 Cs 132,9 cézium	56 Ba 137,3 bárium	57 La* 138,9 lanán	72 Hf 178,5 hafnium	73 Ta 181,0 tantál	74 W 183,9 wolfrám	75 Re 186,2 rénium	76 Os 190,2 ozmium	77 Ir 192,2 irídium	78 Pt 195,1 platina	79 Au 197,0 arany	80 Hg 200,6 higany	81 Tl 204,4 tallium	82 Pb 207,2 ólom	83 Bi 209,0 bizmut	84 Po (210) polonium	85 At (210) asztfácium	86 Rn (222) radon	
7.	87 Fr (223) francium	88 Ra (226) rádium	89 Ac** (227) aktínium	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium										
	lantanoidák*		58 Ce 140,1 cérium	59 Pr 140,9 prazédmium	60 Nd 144,2 neódmium	61 Pm (147) prométtium	62 Sm 150,4 szamárium	63 Eu 152,0 europium	64 Gd 157,3 gadólímium	65 Tb 158,9 terbium	66 Dy 162,5 dizpódmium	67 Ho 164,9 holmium	68 Er 167,3 erzmium	69 Tm 168,9 tómium	70 Yb 173,0 jóbium	71 Lu 175,0 lutécium			
	aktinoidák**		90 Th 232,0 tórium	91 Pa (231,0) proaktínium	92 U 238,1 urán	93 Np (237,0) neptúnium	94 Pu (242,0) plutónium	95 Am (243,0) amerícium	96 Cm (247,0) kurium	97 Bk (249,0) berkélium	98 Cf (251,0) kalifornium	99 Es (254,0) einsteinium	100 Fm (253,0) fermium	101 Md (256,0) mendelévium	102 No (254,0) nobélium	103 Lr (257,0) lauren-cium			