



Magyar Kémikusok
Egyesülete

XLIII. Irinyi János Középiskolai

Kémiaverseny

III. forduló¹

2011. május 7



Munkaidő: 180 perc

Összpontszám: 150 pont

A használandó moláris atomtömegek a feladatok végén találhatóak.

Az elméleti feladatokat a feladatlapon oldják meg, és a feladatlapokat is adják be.

Segédeszközként csak számológép használható.

I. Általános kémia és anyagszerkezet

(1) A periódusos rendszerben, az f-mező elemeit kizárva, hat darab C betűvel kezdődő vegyjelű fém van:

${}_{20}\text{Ca}$, ${}_{24}\text{Cr}$, ${}_{27}\text{Co}$, ${}_{29}\text{Cu}$, ${}_{48}\text{Cd}$, ${}_{55}\text{Cs}$

A következő információk alapján azonosítsd őket! Minden sorba csak egy vegyjel kerüljön.

1. Közülük a legalacsonyabb olvadáspontú:
2. Vízmentes közegben kék, víz jelenlétében rózsaszínű az ionja:
3. Hatszögös rácsban kristályosodik:
4. Nem reagál sósavval:
5. Létezik +7-es oxidációs számú ionja:
6. Vízrel reakcióba lép, a keletkező oldatot CO_2 kimutatására használják:

Összesen: 6 pont

(2) Az alábbi kérdésekre vonatkozó válaszait írja be a megadott helyekre.

/a A felsorolt vegyületek melyikéből állítható elő redukcióval az elemi jód?

Vegyületek:	HI	I_2O_5	KI	ZnI_2	Válasz:
-------------	----	------------------------	----	----------------	---------

/b Hogyan változik a víz mennyisége a nátrium-jodid-oldat grafit elektródákkal történő elektrolízise során?

Lehetőségek:	Csökken	nő	nem változik	Válasz:
--------------	---------	----	--------------	---------

/c A 131-es tömegszámú radioaktív jód izotóp β -bomlással bomlik. Mennyi a tömegszáma a visszamaradó atomnak?

Lehetőségek:	127	129	131	133	Válasz:
--------------	-----	-----	-----	-----	---------

¹Feladatkészítők: Dörnyei Ágnes, Forgács József, Lente Gábor, Márkus Terézia, Pálinkó István, Petz Andrea, Sipos Pál, Tóth Albertné – Szerkesztette: Pálinkó István

/d A $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$ egyensúlyra vezető reakció a HI keletkezésének irányába $v_1 = k \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]$ sebességgel megy végbe. Mi a mértékegysége a „k” sebességi együtthatónak („állandó”-nak)?

Lehetőségek:	$\text{mol}/(\text{dm}^3) \cdot \text{s}$	$\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$	$(\text{mol}/\text{dm}^3)^2 \cdot \text{s}^{-1}$	Válasz:
--------------	---	---	--	---------

/e A felsorolt anyag párok esetén melyiknél nem következhet be kémiai reakció?

Reakció partnerek	$\text{Cl}_2 + \text{KI}$	$\text{Al} + \text{I}_2$	$\text{NaCl} + \text{I}_2$	$\text{CH}_4 + \text{I}_2$	Válasz:
-------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	---------

/f Az emberi szervezet számára is fontos NaI koncentrációja egyes gyógyvizekben elérheti a 75 mg/l mennyiséget. Mennyi a NaI anyagmennyiség-koncentrációja? (M_{Na} : 23 g/mol, M_{I} : 127 g/mol)

Válasz: mol/dm^3

/g Lugol-oldatot adva a felsorolt anyagokhoz, melyiknél nincs lényeges színváltozás?

Anyagok:	alkohol	benzin	C-vitamin	keményítő	Válasz:
----------	---------	--------	-----------	-----------	---------

Összesen: 7 pont

(3) Az alábbi mondatok végére írja azt a kémiai fogalmat, amelyekre a definíció illik!

(a) Olyan anyag, amely azáltal gyorsítja meg a kémiai reakciók sebességét, hogy lecsökkenti a reakció aktiválási energiáját:

(b) A folyadékelegyek csökkentett nyomáson történő forráspont szerinti szétválasztása:

(c) Valamely szerves vegyület olyan szénatomja, amelynek mind a négy vegyértéke más-más ligandumhoz, vagy atomcsoportokhoz kapcsolódik:

(d) Olyan vegyület, amely egyidejűleg pozitív és negatív töltésű is, például a molekulán belüli protonátmenet miatt:

(e) A makromolekuláknak az a keletkezési módja, melynek során a monomerek egyesülése kis molekulatömegű anyagok kilépésével jár.

Összesen: 5 pont

(4) Töltse ki a következő táblázatot.

Rácstípus (amikor szilárd)	Képlet	A rácspontokban lévő részecskéket összetartó erő	Halmazállapot (20 °C-on)
	SiO_2		
	Al_2O_3		
	LiF		
	NaOH		
	Hg		
	SO_2		
	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$		

Összesen: 10,5 pont

II. Szervetlen kémia

(1) Laboratóriumi munkánk során gyakran kell használnunk gázokat. A táblázatban néhány egyszerűbb gáz előállítása, fizikai és kémia tulajdonsága szerepel.

Értelemszerűen töltsé ki az alábbi táblázatot!

Képlet	Nagymennyiségű előállítása laboratóriumban (egyenlet és/vagy szöveg)	Színe/szaga	Vízben való oldhatósága, vizes oldatának kémhatása	Kimutatása (mivel, mit tapasztalunk)
H ₂				
				parázsló gyújtópálca lángra lobban
		sárgászöld szúrós/fojtó szagú	oldódik savas	
CO				–
	CaCO ₃ + 2HCl =			
			nagymértékben oldódik lúgos	tömény sósavba mártott üvegbot környezetében fehér füst
	réz és híg salétromsav			–
		vörösbarna szúrós szagú		–
HCl				
		szintelen szúrós szagú	nagymértékben oldódik savas	
		szintelen, záptojás szagú		ólom-acetáttal fekete szín

Összesen: 17,5 pont

(2)/a „Ennek a szódának elment az ereje” – mondta valaki az asztalon lévő pohárban lévő ásványvízről. Hogyan ment el a szóda ereje?

/b A mosópor a „szóda erejével” kiválóan tisztít, hirdeti a reklám. Miben rejlik a szóda ereje? A szódára vonatkozó megállapítások kémiai tartalmát írja fel kémiai jelölésmóddal is!

Összesen: 6 pont

III. Szerves kémia

A fémorganikus vegyületek alapvető reagensek a modern szerves kémiában. Sok olyan reakciót lehet megvalósítani velük, amely a "hagyományos" szerves vegyületekkel nem vagy csak nagyon körülményesen mennek. Az egyik legrégebbi, és már régóta sokat használt képviselőjük a Grignard-reagens ($\text{RCH}_2\text{-MgX}$, ahol $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$ vagy I) – Victor Grignard e vegyületcsoport megalkotásáért kapott Nobel-díjat 1912-ben.

(a) Milyen kötés a C–Mg kötés?

(b) Milyen a polaritása ennek a kötésnek (másként: milyen töltéssel rendelkeznek a kötés pillératomjai – nem feltétlenül egész töltésekről beszélünk)?

A Grignard-reagenssel végrehajtott reakciókhoz általában vízmentes (abszolút) étert (dietil-étert vagy tetrahidrofuránt) használnak. Mozcékony protont tartalmazó oldószerekkel (H_2O , alkoholok, karbonsavak) a reagens reakcióba lép, és a megfelelő szerves vegyület, valamint a magnéziumsó képződik.

(c) Milyen szerves vegyület vagy vegyületek keletkeznek, ha a $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{MgBr}$ reakcióba lép

- vízzel,
- metanollal,
- etanollal,
- hangyasavval,
- ecetsavval.

Abszolút éteres közegben egy $\text{R}'\text{CH}_2\text{-MgBr}$ Grignard-vegyület és az RCH_2CHO aldehid között enyhe melegítéssel végbemegy egy reakció. A reakcióelegy feldolgozása során, többek között, alkalmazunk vizes-savas mosást, amelynek eredményeképpen a reakcióban képződő intermedierből (másként: közttermék) az $\text{RCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{R}'$ alkohol képződik.

(d) Adja meg az intermedier szerkezeti képletét.

(e) Milyen reakciópartnert alkalmazna (a Grignard-vegyület változatlan), ha feladata

- primer alkohol,
- szekunder alkohol,

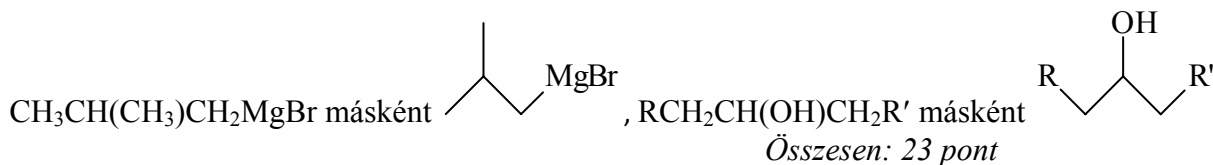
vagy

- terciar alkohol

előállítására lenne.

(f) Milyen reakció típusba sorolná ezeket a reakciókat szerves kémiai és általános kémia megfontolások szerint?

(g) Mi történik, ha a kapott alkoholokat oxidáljuk nem túl erélyes körülmények között, mondjuk CrO_3 -dal cc. H_2SO_4 acetonos oldatával szobahőmérsékleten (Jones oxidáció)? Válaszoljon egyenletekkel (az egyenleteket nem kell rendezni, és csak a szerves terméket kell feltüntetni – általában így csinálják a szerves kémikusok).



IV. Számítási feladatok

(1) Ellenzői azt állítják, hogy a szénsavas üdítőitalok (elsősorban nagy szénhidrát-tartalmuknak köszönhetően) hizlalnak. Hívei erre azt válaszolják, hogy ha az italt megfelelően lehűtve fogyasztjuk, akkor a testhőmérsékletre történő felmelegítés során a szervezet felemészti az ital lebontásakor felszabaduló hőt. Vajon a két táborból kinek van igaza? A számolásokhoz használjuk fel, hogy 500 g szénsavas üdítőital lebontásakor a szervezetben 900 kJ energiának megfelelő hő szabadul fel. Az emberi test hőmérsékletét vegyük 36 °C-nak. Tegyük fel továbbá, hogy az üdítőital fajhője (egységnyi tömegű anyag 1 K-es hőmérsékletemeléséhez szükséges energia) és fagyáspontja (lévén fő tömegében víz) megegyezik a víz fajhőjével (4,18 J/gK) és fagyáspontjával (0 °C). Feltesszük azt is, hogy az üdítőitalt, nem fagyasztott, hanem 0 °C-os folyékony állapotában fogyasztjuk el.

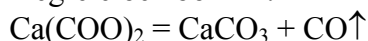
Összesen: 8 pont

(2) Részben kihevített kristályos szóda tömege felére csökkent a szárítás során, miközben kristályvizének 79,45 (m/m)%-át „elveszítette”. Mi a kristályos szóda képlete?

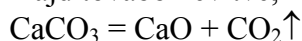
Hány tömeg százalékos nátrium-karbonátra nézve a 80 °C-on telített oldat, ha ezen a hőmérsékleten a kristályos szóda oldhatósága 556,12 g/100 g víz? (M_{Na} : 23 g/mol, M_{O} : 16 g/mol)

Összesen: 10 pont

(3) Egy CaCO_3 -ból és vízmentes kalcium-oxalátból [$\text{Ca}(\text{COO})_2$] álló vesekő-mintának szeretnénk megállapítani az összetételét. Tudjuk, hogy a $\text{Ca}(\text{COO})_2$ 600 °C-ra hevítve az alábbi egyenletnek megfelelően bomlik:



majd tovább hevítve, 1000 °C-on a mészégetési reakció játszódik le:



Egy 1,2144 g-os vesekő-darabot 1000 °C-ra hevítve, 0,5848 g CaO maradt hátra. Számítsa ki a vesekő (m/m) összetételét! Mekkora volt a vesekő tömege 600 °C-on? (M_{Ca} : 40,08 g/mol, M_{O} : 16 g/mol, M_{C} : 12 g/mol)

Összesen: 12 pont

(4) Egy Krugerrand aranyérmében pontosan egy nemesfémuncia tiszta arany van. Ha tiszta aranyból lenne ez az érme, akkor nagyon könnyen deformálódna, ezért egy kevés rézzel ötvözik. Egy kíváncsi kémikus meg akarta határozni a Krugerrand aranytartalmát úgy, hogy közben az érmét nem semmisíti meg. A következő méréseket csinálta:

a) Megmért egy Krugerrand érmét: a tömeg 33,9295 g volt

b) Egy piknométer, vagyis nagyon pontosan azonos térfogatok mérésére alkalmas eszközt megmért üresen és szárazon: a tömeg 45,1337 g volt

c) A piknométert pontosan megtöltötte 22,0 °C-os vízzel. A tömeg így 146,2352 g lett.

d) Beletette a piknométerbe a Krugerrand érmét, majd pontosan megtöltötte 22,0 °C-os vízzel. Így a tömeg 175,1755 g lett.

A kémikus nagyon pontos táblázatokból tudta, hogy a víz sűrűsége 22,0 °C-on 0,99777 g/cm³. A többi szükséges adat meghatározásához 3,200 mm élhosszú kockákat készített különböző anyagokból. A tiszta aranyból készített kocka tömege 0,6324 g volt, a tiszta rézből készítetté 0,2923 g, míg egy 90,00 tömeg% aranyat és 10,00 tömeg% rezet tartalmazó ötvözetből készített kocka 0,5453 g tömegű volt.

Mennyi a Krugerrand érme sűrűsége?

Az arany-réz ötvözetek sűrűsége a tömeg%-kal vagy a mól%-kal van-e lineáris kapcsolatban (egyenes arányosságban)?

Mennyi egy nemesfémuncia?

(M_{Au} : 196,967 g/mol, M_{Cu} : 63,546 g/mol)

Összesen: 17 pont

(5) A 2010. október 4-én bekövetkezett „vörösizap-katasztrófa” Magyarország eddigi legnagyobb ökológiai következményekkel járó ipari katasztrófája. A vörösizap a bauxitból kiinduló alumíniumgyártás mellékterméke. A környezeti károknak és a katasztrófát elszenvedő lakosság sérülésének oka a területet elárasztó vörösizap magas (12-14 körüli) pH értéke, azaz a folyadék erősen lúgos kémhatása. Környezetbarát megoldás lehetne, ha a levegőben lévő CO_2 -tartalmat fel tudnánk használni a lúg semlegesítésére.

Számítsa ki, hogy egy 600 m^3 , 13,00-as pH-jú NaOH-oldat kémhatását (a) hány m^3 szén-dioxid, és (b) hány m^3 390 ppm (ppm: milliomod rész, azaz pl. 1 millió m^3 levegőben 1 m^3 CO_2) CO_2 -tartalmú levegő átbuborékoltatásával lehetne 11,50-es értékre lecsökkenteni 10°C -on, atmoszférikus nyomáson. Feltételezzük azt, hogy a levegő CO_2 -tartalma teljes mértékben elnyelődik az oldatban. (M_{C} : 12 g/mol, M_{O} : 16 g/mol, M_{H} : 1 g/mol)

A szénsav első savi disszociációs állandója: $K_1(\text{H}_2\text{CO}_3)=4,3 \times 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$,

A szénsav második savi disszociációs állandója: $K_2(\text{H}_2\text{CO}_3)=6,3 \times 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$.

Összesen: 18 pont

(6) Egy telített egyértékű alkoholból és egy egyszeresen telítetlen nyíltláncú monokarbonsavból észtert készítünk. Tudjuk, hogy az észterben kétszer annyi hidrogén van, mint a karbonsavban. Azt is tudjuk, hogy a karbonsav és az észter relatív móltömegeinek aránya 18:25. Számítsa ki a komponensek összegképletét és adja meg az alkohol, a karbonsav és az észter nevét! (M_{C} : 12 g/mol, M_{O} : 16 g/mol, M_{H} : 1 g/mol)

Összesen: 10 pont