

**XLVII. Irinyi János
Középiskolai Kémiaverseny
2015. február 11*
Iskolai forduló – I.a, I.b, I.c és III. kategória**

**Munkaidő: 120 perc
Összesen 100 pont**

**A periódusos rendszer az utolsó lapon található.
Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható!**

Megoldókulcs és pontozási útmutató

E1. Általános és szerkezeti kémia (27 pont)

(1) Írd fel az alább jellemzett atomok **vegyjelét!** Több lehetséges jó válasz esetén mindegyik vegyjelet sorold fel!

Főcsoportbeli atom, amelyre igaz:

- (a) a periódus sorszáma azonos az alapállapotú atom párosítatlan elektronjainak számával,
- (b) elem, amelynek 1 és egy másik elem, amelynek 2 egység töltésű kationja argonszerkezetű,
- (c) 1 egység töltésű anionja kriptonszerkezetű,
- (d) elemmolekulájában 16 proton van,
- (e) AB típusú vegyületmolekulájában 14 elektron van,
- (f) halmazának sűrűsége standard nyomáson és 25°C-on 0,163 g/dm³,
- (g) 1 mólja 7,8·10²⁴ protont tartalmaz.

Összesen: 11 pont

Megoldás:

(a) H, C, O, P (b) K, Ca, (c) Br, (d) O, (e) C és O, (f) He, (g) Al

Összesen: 11 pont /Az (e) válasz két vegyjele együtt 1 pont./

(2) Az alábbiak közül melyik molekulát vagy iont jellemezzük így? Mindegyik molekula vagy ion csak egy helyre írható, és minden helyre kell írni egyet.

H₂S, H₂SO₄, S²⁻, SO₄²⁻, H₂S₂O₃, SO₂, SO₃, SF₆

- | | |
|--|--|
| (a) V-alakú: | H ₂ S |
| (b) benne a kötésszög 109,5°: | SO ₄ ²⁻ |
| (c) oktaéderes: | SF ₆ |
| (d) argonszerkezetű: | S ²⁻ |
| (e) hidrogénkötés kialakítására képes: | H ₂ SO ₄ |
| (f) kettős kötések vannak benne: | SO ₂ |
| (g) nátriumsóját régen a fényképészetben használták: | H ₂ S ₂ O ₃ |
| (h) alakja trigonális planáris: | SO ₃ |

Összesen: 16 pont

Összesen: 16 pont

* *Feladatkészítők:* Dóbéné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Nagy Mária, Ósz Katalin, Pálinkó István
Szerkesztő: Pálinkó István

E2. Szervetlen kémia (19 pont)

(1) Add meg az alábbi sók képletét, és ha tudod, a kristályvíz-tartalmát is!

	Megoldás	Pontozás
(a) kősó:	NaCl	1 pont
(b) kálisó:)	KCl	1 pont
(c) sziksó:	Na ₂ CO ₃ ·10H ₂ O	2 pont
(d) keserűsó:	MgSO ₄ ·7H ₂ O	2 pont
(e) fixirsó:	Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	2 pont
(f) szalmiáksó:	NH ₄ Cl	1 pont
(g) repülősó:	(NH ₄) ₂ CO ₃	1 pont
(h) pétság:	NH ₄ NO ₃ + CaCO ₃	2 pont
(i) timsó:	KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	2 pont
(j) Glauber-só:	Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O	2 pont
(k) Mohr-só:	Fe(NH ₄) ₂ SO ₄ ·6H ₂ O	2 pont
(l) Than-só:	KH(IO ₃) ₂	1 pont

Összesen: 19 pont

Sz1. feladat (12 pont)

Összekeverünk 65,0 mg nátrium-kloridot és 164,4 mg bórsavat (H₃BO₃). A keveréket megmelegítve, majd a reakciótermékeket visszahűtve azt mérjük, hogy 27,2 cm³ gáz keletkezik 298 K hőmérsékleten és 101325 Pa nyomáson (standard állapot) mérve. A gázfejlődés után a szilárd anyag tömege 188,8 mg lesz. Milyen gáz keletkezett a reakció során?

Megoldás:

A keletkezett gáz tömege megadható a tömegmegmaradás törvénye alapján:

$$m_{\text{gáz}} = 65,0\text{mg} + 164,4\text{mg} - 188,8\text{mg} = 40,6\text{mg} \quad 3 \text{ pont}$$

A gáz anyagmennyisége a gáztörvény segítségével adható meg.

Ehhez a térfogatot át kell váltani m³-be, a többi jó úgy, ahogy van. 1 pont

$$n_{\text{gáz}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101325\text{Pa} \cdot 0,0000272\text{m}^3}{8,314\text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1} \cdot 298\text{K}} = 1,112 \cdot 10^{-3} \text{mol} \quad 3 \text{ pont}$$

A gáz moláris tömege megadható a tömege és anyagmennyisége alapján.

Ehhez vagy a tömeget váltja g-ba, vagy az anyagmennyiséget mmol-ba. 1 pont

$$M_{\text{gáz}} = \frac{m_{\text{gáz}}}{n_{\text{gáz}}} = \frac{40,6\text{mg}}{1,112\text{mmol}} = 36,5\text{g/mol} \quad 2 \text{ pont}$$

Ez a hidrogén-klorid (HCl) moláris tömegének felel meg. 2 pont

A feladat megoldható a gáztörvény használata nélkül is.

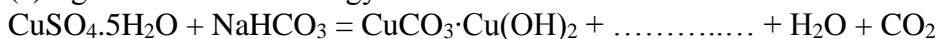
Összesen: 12 pont

Sz2. feladat (12 pont)

Rézből és rézötvetből készült szobrokon, kupolákon a levegő szén-dioxid-, oxigén- és páratartalma miatt zöld bevonat képződik. Ez a zöld színű anyag a bázisos réz-karbonát, amit malachitzöldnek is nevezünk. A gyártott malachitzöldet mikroszkópiai színezékként és az akvarisztikában fertőtlenítőszerként is használják.

60,0 g tömegű, 96,2 tömegszázalékos tisztaságú rézgálicból laboratóriumban malachitzöldet állítunk elő.

(a) Egészítsd ki a reakcióegyenletet!



(b) Mekkora tömegű NaHCO_3 -ra van szükségünk, ha 12,0%-os feleslegben alkalmazzuk?

(c) Mennyi vízben oldjuk ezt fel, hogy 20,0 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

(d) Elméletileg hány gramm malachitzöld keletkezik?

(e) Mekkora a termelési százalék, ha a kinyert száraz malachitzöld tömege 20,2 g?

Megoldás:

(a) $2\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + 4\text{NaHCO}_3 = \text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 11\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2$ 2 pont

(b) A kiindulási rézgálic tömege: $m = 0,962 \cdot 60,0 = 57,72$ g,

anyagmennyisége $n = m/M = 57,72/249,5 = 0,2313$ mol,

NaHCO_3 -ból ennek a kétszerese kell, $n = 0,4626$ mol,

12% felesleggel $1,12 \times 0,4626 = 0,5181$ mol, ennek a tömege:

$m = 0,5181 \times 84 = 43,5$ g

5 pont

(c) A szükséges víz tömege $m = 43,5(80/20) = 174$ g

1 pont

(d) $n(\text{malachit}) = 0,5 \times n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1157$ mol,

$m(\text{malachit}) = nM = 0,1157 \text{ mol} \times 221 \text{ g/mol} = 25,56$ g

2 pont

(e) Kitermelés: $20,2 \times 100/25,56 = 79,0\%$

2 pont

Összesen: 12 pont

Sz3. feladat (8 pont)

475 g 16,0 tömegszázalékos kálium-szulfát-oldatot 20°C-on grafitelektródok között elektrolizálunk, így a víz egy része elbomlik, de a só nem reagál. Az elektrolízis addig tart, amíg az oldott anyag fele kikristályosodik. A kálium-szulfát oldhatósága 20°C-on 11,1 g/100 g víz.

(a) Hány tömegszázalékos a telített oldat 20 °C-on?

(b) Mekkora az elektrolízis után visszamaradó oldat tömege?

(c) Mekkora anyagmennyiségű víz bomlott el?

Megoldás:

(a) $w = (11,1/111,1)100 = 9,99\%$

1 pont

(b) 475 g 16,0 tömegszázalékos oldatban $475 \text{ g} \times 0,160 = 76,0$ g só van,

38,0 g só telített oldatban marad, ezt $38 \times 100/11,1 = 342$ g víz

képes oldatban tartani.

Az oldat tehát $38,0 + 342 = 380$ g tömegű

3 pont

(c) Az elbomlott víz tömege $475 \text{ g} - 380 \text{ g} - 38,0 \text{ g} = 57,0$ g

3 pont

Anyagmennyisége $57/18 = 3,17$ mol

1 pont

Összesen: 8 pont

Sz4. feladat (12 pont)

A laboratóriumban megmaradt sav- és lúgoldatokat a környezet kímélése érdekében kiöntés előtt elegyítjük. Van 320 cm^3 $1,11 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű $16,1$ tömegszázalékos kénsavoldatunk, 540 cm^3 $0,112 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavunk, $1,09 \text{ dm}^3$ $1,05 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű $4,20$ tömegszázalékos nátrium-hidroxid-oldatunk és $96,0 \text{ g/dm}^3$ tömegkoncentrációjú kálium-hidroxid-oldatunk.

- (a) Először a kénsavoldatot és a nátrium-hidroxid-oldatot öntjük össze. Milyen kémhatású lett az oldat?
(b) Ha azt szeretnénk, hogy semleges kémhatású legyen a kiöntött oldat, akkor a maradék oldatok melyikéből és hány cm^3 -t öntsünk hozzá?

Megoldás:

(a) A kénsavoldat tömege $m = 1,11 \times 320 = 352,2 \text{ g}$,

a kénsav tömege $352,2 \times 0,161 = 57,19 \text{ g}$, anyagmennyisége: $0,5835 \text{ mol}$ 3 pont

A lúgoldat tömege $m = 1,05 \times 1090 = 1144,5 \text{ g}$,

a NaOH tömege $0,042 \times 1144,5 = 48,07 \text{ g}$, anyagmennyisége $1,202 \text{ mol}$ 3 pont

$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 1 pont

A kénsav közömbösítéséhez $2 \times 0,5835 = 1,167 \text{ mol}$ NaOH szükséges,

az oldat **lúgos kémhatású** lett. 1 pont

(b) A feleslegben levő NaOH anyagmennyisége: $n = 1,202 - 1,167 = 0,035 \text{ mol}$ 1 pont

Sósavat kell hozzáadni. 1 pont

$\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 1 pont

$0,035 \text{ mol}$ HCl-ra van szükség a semleges kémhatás eléréséhez,

a szükséges sósav térfogata $V = n/c = 0,035/0,112 = 0,3125 \text{ dm}^3 = 313 \text{ cm}^3$ 1 pont

Összesen: 12 pont

Sz5. feladat (10 pont)

Az ammónia termikus disszociációjának egyensúlyát vizsgáljuk.

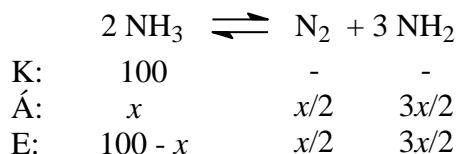
(a) Hány %-os az ammónia bomlása, ha tiszta ammóniagáz hevítése során az egyensúlyi gáz-elegyben egyenlő az ammónia és a hidrogén koncentrációja?

(b) Mennyi az egyensúlyi gázelegy átlagos moláris tömege?

(c) Mekkora az egyensúlyi gázelegy nitrogénre vonatkoztatott relatív sűrűsége?

Megoldás:

(a)



2 pont

$$100 - x = 3x/2 \text{ egyenletből } x = 40$$

Az ammónia bomlása 40%-os.

2 pont

(b) Az egyensúlyi összetétel: 60 mol NH_3 ; 20 mol N_2 és 60 mol H_2 .

Az egyensúlyi elegy összes anyagmennyisége: $n(\text{összes}) = 140 \text{ mol}$

1 pont

Az egyensúlyi móltörtök:

$$x(\text{NH}_3) = 60/140 = 0,429 \quad x(\text{N}_2) = 20/140 = 0,143$$

$$x(\text{H}_2) = 60/140 = 0,429$$

2 pont

Az átlagos moláris tömeg: $0,429 \times 17 + 0,143 \times 28 + 0,429 \times 2 = 12,1 \text{ g/mol}$

2 pont

(c) $d = 12,1/28 = 0,432$

1 pont

Összesen: 10 pont

Természetesen, minden más helyes gondolatmenet elfogadható, és teljes pontszámot ér.

AZ ELEMÉK PERIÓDUSOS RENDSZERE

	1, I.A	2, II.A	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13, III.A	14, IV.A	15, V.A	16, VI.A	17, VII.A	18, VIII.A
1.	1 H 1,008 hidrogén																	2 He 4,0 hélium
2.	3 Li 6,94 lítium	4 Be 9,01 berillium											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
3.	11 Na 23,0 nátrium	12 Mg 24,3 magnézium											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
4.	19 K 39,1 kálium	20 Ca 40,0 kalcium	21 Sc 45,0 szkandium	22 Ti 47,9 titán	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 itrium	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 ródiium	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 lantán	72 Hf 178,5 hafnium	73 Ta 181,0 tantál	74 W 183,9 wolfram	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) asztácium	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 praezodimium	60 Nd 144,2 neodimium	61 Pm (147) prométium	62 Sm 150,4 szamárium	63 Eu 152,0 eurórium	64 Gd 157,3 gadolinium	65 Tb 158,9 terbium	66 Dy 162,5 diszprózium	67 Ho 164,9 holmium	68 Er 167,3 erbbium	69 Tm 168,9 tulium	70 Yb 173,0 itterbbium	71 Lu 175,0 lutécium
	90 Th 232,0 tóriium	91 Pa (231,0) proaktínium	92 U 238,1 urán	93 Np (237,0) neptúnium	94 Pu (242,0) plútónium	95 Am (243,0) amerícium	96 Cm (247,0) kúrium	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) laurenium