



Magyar Kémikusok
Egyesülete



EMBERI ERŐFORRÁSOK
MINISZTERIUMA



Nemzeti
Tehetség Program



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKEZELŐ



Tanuló neve és kategóriája

Iskolája

Osztálya

**XLIX. Irinyi János
Középiskolai Kémiaverseny
2017. február 9.***

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 kémia (24 pont)

(1) Töltsd ki az alábbi táblázatot!

	szén-tetraklorid	ammónia	szén-dioxid
kötő elektronpárok száma a molekulában			
nemkötő elektronpárok száma a molekulában			
a molekula alakja			
a molekula polaritása			
a központi atom vegyértéke			

Összesen: 15 pont

Megoldás

Minden helyesen kitöltött mező 1 pont

	szén-tetraklorid	ammónia	szén-dioxid
kötő elektronpárok száma a molekulában	4	3	4
nemkötő elektronpárok száma a molekulában	12	1	4
a molekula alakja	tetraéder	piramis	egyenes (lineáris)
a molekula polaritása	apoláris	poláris	apoláris
a központi atom vegyértéke	4	3	4

Összesen: 15 pont

*Feladatkészítők: Forgács József, Lente Gábor, Márkus Teréz, Musza Katalin, Ósz Katalin, Pálinkó István, Sipos Pál
Szerkesztő: Pálinkó István

(2) Töltsd ki az alábbi táblázatot!

	O ₂	
	1	3
A molekulában található π kötések száma		0
	4	1
A kötés polaritása		
	apoláris	
		hidrogénkötés

Összesen: 9 pont

Megoldás:

Minden helyes válasz 1 pont.

	O ₂	NH ₃
A molekulában található σ kötések száma	1	3
A molekulában található π kötések száma	1	0
A molekulában található nem kötő elektronpárok száma	4	1
A kötés polaritása	apoláris	poláris
A molekula polaritása	apoláris	dipólus
A molekulák közötti (másodrendű) kölcsönhatás megnevezése	diszperziós kölcsönhatás	hidrogénkötés

Összesen: 9 pont

E2. Szervetlen kémia (26 pont)

Írj a megadott szempontok szerint egy-egy szervetlen oxidot képlettel! Egy vegyület csak egy helyen szerepelhet!

- (a) Fém-oxid: nemfém-oxid:
(b) Poláris oxid: apoláris oxid:
(c) Ionrácsos oxid: atomrácsos oxid: molekularácsos oxid:
(d) Gázhalmazállapotú oxid: folyékony oxid: szilárd oxid:
(e) Savképző oxid: bázisképző oxid: amfoter oxid:
 semleges oxid:
(f) Oxidálószer: redukálószer: oxidáló- és redukálószer:
(g) Színtelen oxid: fehér színű oxid: színes oxid:
(h) Monoxid: dioxid: trioxid: tetraoxid: pentoxid:
 heptoxid:

Összesen: 26 pont

Megoldás:

- (a) Fém-oxid: NiO, nemfém-oxid: F₂O
(b) Poláris oxid: Li₂O, apoláris oxid: SO₃
(c) Ionrácsos oxid: MgO, atomrácsos oxid: SiO₂, molekularácsos oxid: NO₂
(d) Gázhalmazállapotú oxid: N₂O, folyékony oxid: H₂O, szilárd oxid: Al₂O₃

- (e) Savképző oxid: CO_2 , bázisképző oxid: K_2O , amfoter oxid: ZnO , semleges oxid: NO
 (f) Oxidálószer: CuO , redukálószer: CO , oxidáló- és redukálószer: FeO .
 (g) Színtelen oxid: SO_2 , fehér színű oxid: CaO , színes oxid: Fe_2O_3
 (h) Monoxid: BaO , dioxid: MnO_2 , trioxid: As_2O_3 , tetraoxid: N_2O_4 , pentoxid: P_2O_5 ,
 heptoxid: Mn_2O_7 .

Más helyes megoldás is elfogadható!

Minden jó képlet 1 pont.

Összesen: 26 pont

Sz1. feladat (9 pont)

Pontosan 100 g vízhez hozzáadunk előbb 1,00 g NaOH -ot, majd 2,00 g Na_2CO_3 -ot, végül 3,00 g NaHCO_3 -ot. (Mindhárom vegyület kristályvízmentes.) Add meg az így képződött oldatban a szilárd vegyületek teljes feloldódását és a lehetséges reakció(k) lejátszódását követően a NaOH , a Na_2CO_3 és a NaHCO_3 koncentrációját tömegszázalékban kifejezve! Írj reakcióegyenlet(ek)et is!

Megoldás:

Az egyes vegyületek anyagmennyiségei: NaOH : 25,00 mmol; Na_2CO_3 : 18,87 mmol;
 NaHCO_3 : 35,71 mmol 1 pont

A három vegyület közül kettő lép reakcióba egymással 1 pont

$\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 1 pont

Mivel a NaOH -hoz képest a NaHCO_3 feleslegben van, az összes NaOH elreagál, így a NaOH -ra nézve az oldat koncentrációja 0 % (m/m). 1 pont

A NaHCO_3 -ból 25,00 mmolnyi Na_2CO_3 -tá alakul 1 pont

ez plusz az eredetileg hozzáadott 18,87 mmol Na_2CO_3 (összesen 43,87 mmol) 4,65 g tömegű, ez osztva az oldat össztömegével (106,0 g), Na_2CO_3 -ra 4,39 % (m/m)-ot eredményez.

2 pont

Az el nem reagált NaHCO_3 anyagmennyisége $35,71 - 25,00 = 10,71$ mmol, ami 0,900 g tömeget jelent, és így NaHCO_3 -ra 0,85 % (m/m)-ot eredményez. 2 pont

Összesen: 9 pont

Sz2. feladat (13 pont)

Charles Blagden (1748-1820) brit tudós munkásságának egyik legérdekesebb eredménye annak a törvényszerűségnek a felismerése, hogy a nem túlságosan tömény vizes oldatok fagyáspontjának csökkenését elég általánosan leírja a következő képlet:

$$\Delta T_f = K_F \cdot m$$

A képletben ΔT_f a tiszta oldószer és az oldat fagyáspontjának különbsége, m az oldat molalitása (tehát 1 kg *oldószerben* feloldott anyagmennyiség mólban), K_F pedig a molális fagyáspont-csökkenési állandó (mértékegysége $\text{K} \cdot \text{kg/mol}$), amelynek értéke független attól, hogy mi az oldott anyag. A szabály segítségével meg lehet határozni ismeretlen anyagok moláris tömegét, de ehhez nagy pontosságú hőmérsékletmérésre van szükség.

Egy erre alkalmas készülékben a tiszta víz fagyáspontját 0,000 °C-nak mérték. A jól ismert fagyásálló-adalék, az etilén-glikol (C₂H₆O₂) 1,32 tömeg%-os oldatának fagyáspontja ugyanebben a készülékben –0,399 °C-nak bizonyult.

Ezzel a módszerrel egy olyan anyagot is vizsgáltak, amelyet korábban használtak fagyállóként. A vegyület 1,475 g-ját 100,000 g vízben oldották. Az oldat kémhatása semleges volt, fagyáspontját –0,297 °C-nak mérték. A vegyület 322 mg-ját oxigénfeleslegben elégették, ekkor 462 mg szén-dioxid és 252 mg víz keletkezett. Mi a vegyület molekulaképlete?

Megoldás:

Az etilén-glikol oldat molalitását a következőképpen számolhatjuk ki:

100 g oldatban van 1,32 g etilén-glikol, aminek az anyagmennyisége: $1,32 \text{ g} / 62,068 \text{ g/mol} = 0,021267 \text{ mol}$. 1 pont

Ugyanebben a 100 g oldatban az oldószer tömege $100 \text{ g} - 1,32 \text{ g} = 98,68 \text{ g} = 0,09868 \text{ kg}$. 1 pont

A molalitás tehát: $m = 0,021267 \text{ mol} / 0,09868 \text{ kg} = 0,2155 \text{ mol/kg}$. 1 pont

A feladatban szereplő képlet segítségével most már kiszámolhatjuk a víz K_F értékét: $K_F = 0,399 \text{ K} / 0,2155 \text{ mol/kg} = 1,85138 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$. 1 pont

A régi fagyálló esetében a fagyáspont alapján kiszámolható a molalitás, ha felhasználjuk az előbb meghatározott K_F értéket: $m = 0,297 \text{ K} / 1,85138 \text{ K} \cdot \text{kg/mol} = 0,160421 \text{ mol/kg}$. 1 pont

Mivel a feladat szövege szerint 100 g vízben 1,475 g anyag van feloldva, 1000 g vízben (azaz 1 kg vízben) 14,75 g anyag van, aminek az anyagmennyisége 0,160421 mol. Ebből megadható a vegyület moláris tömege: $M = 14,75 \text{ g} / 0,160421 \text{ mol} = 91,95 \text{ g/mol}$. 4 pont

Ebből a vegyületből, ha 1 mól (azaz 91,95 g-ot) égetünk el, akkor – arányosság alapján – 132 g (azaz 3 mol) CO₂ és 72 g (azaz 4 mol) H₂O keletkezik. 2 pont

A fagyállóban tehát 3 mol C és 2×4 mol H van. A képlete: **C₃H₈O₃** (a moláris tömeg ismeretében jön ki az O együtthatója: $[91,95 - (3 \times 12) - (8 \times 1)] / 16 = 3$). 2 pont

Megjegyzés: Az ismeretlen anyag a glicerín, de ezt a megadott adatokból nem lehet egyértelműen kikövetkeztetni.

Összesen: 13 pont

Sz3. feladat (10 pont)

Kristályos réz-szulfáthoz (CuSO₄·5H₂O) kétszeres tömegű vizet adunk. A kristályos só hány %-a marad feloldatlanul 20 °C-on? Milyen tömegarányban kell hozzá vizet adni, hogy a só teljes mennyisége feloldódjék? (A réz-szulfát oldhatósága 20 °C-on: 20,7 g só/100 g víz.)

Megoldás:

CuSO₄·5H₂O m/m% = $(159,5/249,5) \cdot 100 = 63,93\%$ 1 pont

Vegyünk 100 g kristályos réz-szulfátot és 200 g vizet és tételezzük fel, hogy x g kristályos só marad feloldatlanul. 2 pont

20 °C-on a telített oldat $(20,7/120,7) \cdot 100 = 17,15 \%$ -os 1 pont

Felírható a keverési egyenlet:

$$100 \cdot 63,93 = x \cdot 63,93 + (300 - x) \cdot 17,15$$

$x = 26,678$ 2 pont
 A 100 g kristályos só 26, 68 %-a marad feloldatlanul. 1 pont
 Ahhoz, hogy feloldódjék 100 g kristályos só, y g vizet kell hozzáadni; a keverési egyenlet:
 $100 \cdot 63,93 = (100 + y) \cdot 17,15$
 $y = 272,77$ g víz 2 pont
 $100/272,77$ (1:2,73) arányban kell vizet adni hozzá, hogy az összes só feloldódjék. 1 pont

Összesen: 10 pont

Sz4. feladat (8 pont)

Adottak a következő termokémiai folyamatok és a folyamathőjük.



Számítsd ki a C–H kötési energiát a metánban (CH_4)!

Megoldás:



$$\Delta_r H = \Delta_k H + \Delta H_2 + 2 \cdot \Delta H_3 = -74,9 + (-719) + 2 \cdot (-436) = -1665,9 \text{ kJ/mol}$$

3 pont

A C–H kötési energiája: $1665,9/4 \approx 416 \text{ kJ/mol}$ 2 pont

Ennyi energia (+) kell a kötés felszakításához, ennyi szabadul fel (–), ha a kötés kialakul.

1 pont

Összesen: 8 pont

Sz5. feladat (10 pont)

Metánt (CH_4) 10-szeres mennyiségű azonos állapotú levegőben tökéletesen elégetünk. Határozd meg a vízgőz nélküli füstgáz átlagos moláris tömegét! A levegő átlagos moláris tömege: 28,856 g/mol, és feltételezzük, hogy csak nitrogént és oxigént tartalmaz.

Megoldás:

A levegő összetételének számítása:

$$1 \text{ mol levegőben van } x \text{ mol } O_2 \text{ és } 1 - x \text{ mol } N_2, 32x + 28,02 \cdot (1 - x) = 28,856, x = 0,21, 21\%$$

O_2 és 79% N_2 3 pont



Égessünk el 1 dm³ metánt. Ehhez 10 dm³ levegőt adunk. 1 pont

10 dm³ levegőben 2,1 dm³ O_2 és 7,9 dm³ N_2 van. 1 pont

Égés utáni gázelegy összetételének számítása:

Égés után (vízgőz nélkül) van 7,9 dm³ N_2 , 1 dm³ CO_2 és 0,1 dm³ O_2 , összesen: 9 dm³.

1 pont

A gázelegy %-os összetétele: 11,11% CO_2 ; 1,11% O_2 ; 87,78% N_2 1 pont

A gázelegy átlagos moláris tömege:

$$M = 0,1111 \times 44,01 + 0,0111 \times 32 + 0,8778 \times 28,02 = 29,84 \text{ g/mol} \quad 2 \text{ pont}$$

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 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 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 ólm	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*

aktinoidák**

58 Ce 140,1 cérium	59 Pr 140,9 praeodimium	60 Nd 144,2 neodimium	61 Pm (147) prométium	62 Sm 150,4 szamárium	63 Eu 152,0 európium	64 Gd 157,3 gadolinium	65 Tb 158,9 terbium	66 Dy 162,5 diszpróziium	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) berkéliium	98 Cf (251,0) kalifornium	99 Es (254,0) einsteinium	100 Fm (253,0) fermium	101 Md (256,0) mendelévium	102 No (254,0) nobéliium	103 Lr (257,0) laurenccium