



A program részben a Miniszterelnökség Családokért Felelős Tárcá Nélküli Miniszter megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-21-B-0029 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

Tanuló neve:

Kategóriája:

Iskolája:

Osztálya:

..... **II.b/2.**
.....

54. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2022. január 13.

Iskolai forduló – II.b/2. kategória

Munkaidő:

120 perc

Összesen:

100 pont

- ✓ A periódusos rendszer az utolsó oldalon található. A periódusos rendszert nyugodtan letépheted a feladatlap végéről, ha úgy könnyebben tudod használni. Ezt az utolsó oldalt nem kell beadnod.
- ✓ Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
- ✓ Az elméleti és a számolási feladatokat is a feladatlapon oldd meg!

PONTÖSSZESÍTŐ Az iskola, illetve a javító tanár tölti ki!		maximális	elért pont
		E1.	12
	E2.	18	
	E3.	18	
	Sz1.	10	
javító tanár:	Sz2.	13	
	Sz3.	8	
	Sz4.	14	
	Sz5.	7	

Feladatkészítők: Dóbbéné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Musza Katalin, Nagy Mária, Tóth Albertné, Tóth Imre, Várnagy Katalin

Szerkesztő: Ósz Katalin (oszk@gamma.ttk.pte.hu)

Lektorok: Nagy Mária, Várnagy Katalin

Feladatsor

Elmélet

E1. feladat

12 pont

Három gázhalmazállapotú vegyület (A, B és C) egyaránt szennyezi a levegőt. A három vegyületben ugyanannyi atom van, és az összetételükben az egyik atom azonos.

A gázokat lehűtve A színe megváltozik. Hűtéskor B szilárdul meg a legnagyobb hőmérsékleten, és ez a szilárd halmazállapotú vegyület szobahőmérsékleten, légköri nyomáson szublimál.

Mindhárom vegyület oldódik vízben, illetve reagál vízzel.

A és C lehet oxidáló- és redukálószer is. Az A vegyület képes oxidálni a C vegyületet.

a) Mi a három gáz?

A: NO ₂ 1 pont	B: CO ₂ 1 pont	C: SO ₂ 1 pont
--	--	--

b) Hogyan reagál A C-vel? Reakcióegyenlettel válaszolj!

NO ₂ + SO ₂ = NO + SO ₃ 2 pont
--

c) Hogyan változik meg az A gáz színe hűtéskor? Reakcióegyenlettel indokold a változást!

Az A gáz vörösbarna (sárgás barna), ami lehűtéskor színtelen lesz. 2 pont
$2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ 2 pont

d) Hogyan tudnád megkülönböztetni a három gázt? Írd le, hogy milyen módon és milyen tapasztalatok alapján tennél különbséget a gázok között!

A NO ₂ sárgásbarna színű, a másik kettő színtelen. 1 pont
A CO ₂ a mésztejjel fehér csapadékot ad: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 1 pont
A SO ₂ a jóddoldatot elszínteleníti. $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{HI}$ 1 pont
Más jó megoldás is elfogadható. Ha nem ír egyenletet (nem kértük, hogy írjon), akkor is megkapja a 3 pontot jó válasz esetén.

E2. feladat**18 pont**

A foszforsav (vagy más néven ortofoszforsav) háromértékű sav, amely egyik lépésében sem erős, ezért nátrium-hidroxiddal a kiindulási anyagmennyiség-arányoktól függően többféle reakcióba is léphet. Ezekben a reakciókban szabályos és savanyú sók képződhetnek.

- Írd fel azt a reakciót, amelyben a foszforsav háromszoros anyagmennyiségű nátrium-hidroxiddal reagál, s a vízén kívül csak egyetlen, *régebben duguláselhárításra használt* termék, a trinátrium-foszfát képződik!
- Mi a trinátrium-foszfát hétköznapi neve?
- Írd fel azt a reakciót, amelyben a *régebben műtrágyákban használt* dinátrium-hidrogénfoszfát képződik!
- Írd fel azt a reakciót, amelyben a *régebben fogkrémekben használt* nátrium-dihidrogénfoszfát képződik!



2 pont

b) Trisó

1 pont



2 pont



2 pont

A foszforsav hajlamos úgynevezett izopolisavak képzésére is (miközben oxidációs szám-változás nem történik). Ezeket elsősorban nátriumsóként, szilárd formában könnyű előállítani.

- Írd fel azt a reakciót, amelyben 2 mol nátrium-dihidrogénfoszfátból melegítés hatására 1 mol víz és egyetlen másik, *régebben egyes sütőporokban használt* anyag (dinátrium-dihidrogén-difoszfát) képződik!



2 pont

- Írd fel azt a reakciót, amelyben 1 mol dinátrium-dihidrogén-difoszfátból melegítés hatására 1 mol víz és egy másik anyag (nátrium-metafoszfát) 2 molja képződik!



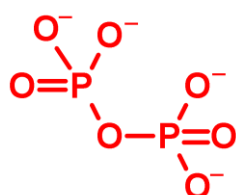
2 pont

- Írd fel azt a reakciót, amelyben 2 mol dinátrium-hidrogénfoszfátból melegítés hatására vízén kívül csak egyetlen, *régebben főzés nélkül elkészíthető pudingokban használt* anyag (tetranátrium-difoszfát) képződik!



2 pont

- Rajzold fel a négyszeresen negatív difoszfácion szerkezeti képletét! Mennyi a foszfor oxidációs száma itt, és a korábbi kérdésekben szereplő foszfácionok esetén?



(Ha delokalizált pi-elektronokat írsz és jelzi a 4- töltést is, az is helyes.)

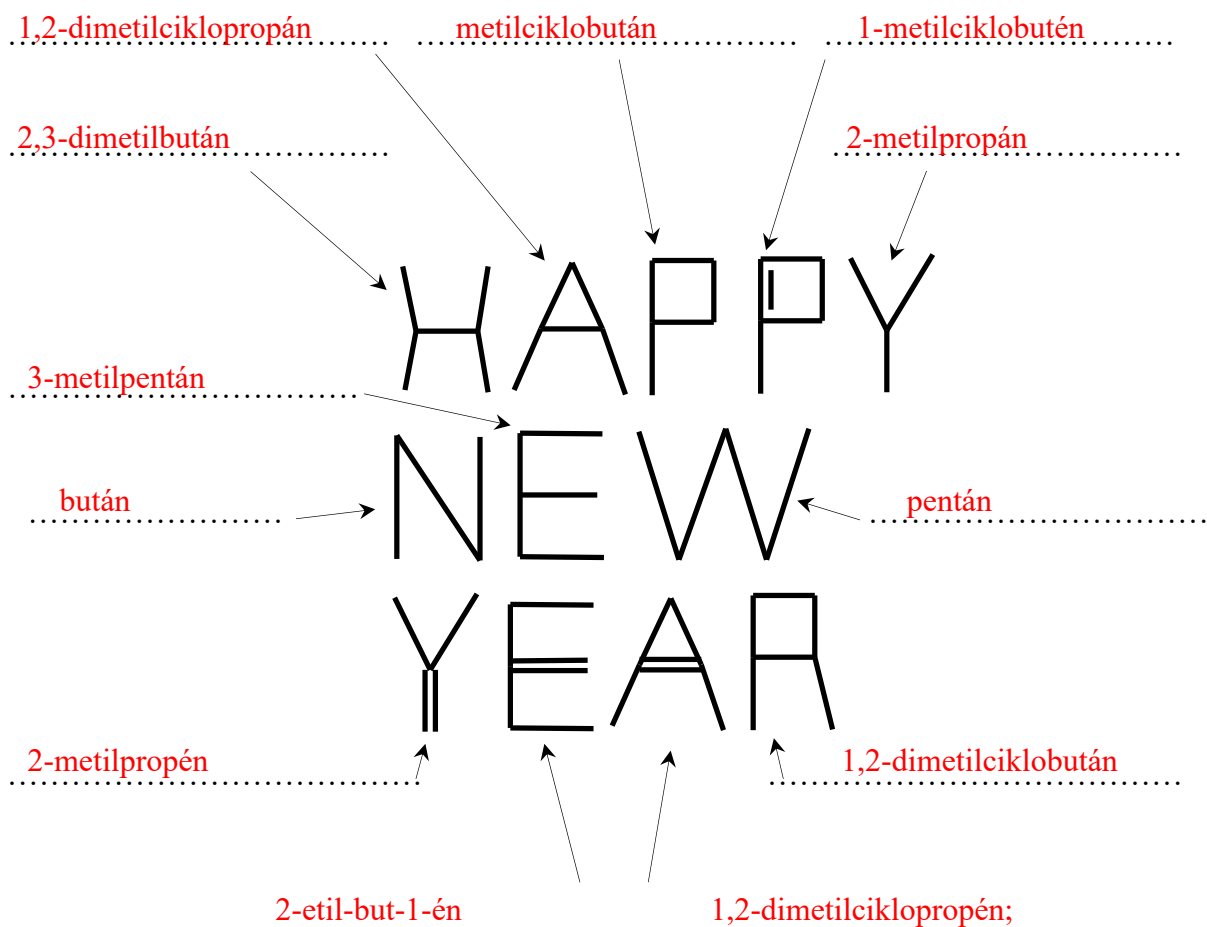
3 pont

Mindenhol +5. (2 pont)

E3. feladat

18 pont

A szilveszteri hangulatban néhány szénhidrogén szerkezeti képletét a szokottnál vidámabb formában írtuk fel (a szerkezetekben a hidrogéneket nem jelöltük). A pontozott vonalakon add meg mindegyik vegyület szabályos nevét!



Minden jó név 1 pont, összesen 12 pont

Válaszolj a következő kérdésekre a fenti ábrán szereplő szerkezeti képletek felrajzolásával vagy a hozzájuk tartozó nevek megadásával:

a) Melyik szerkezet(ek)ben van királis szénatom?

1,2-dimetilciklopropán és 1,2-dimetilciklobután (vagy ugyanez szerkezettel:



b) Melyik(ek)ben van a legkevesebb hidrogénatom?

1,2-dimetilciklopropén és 2-metilpropén (vagy ugyanez szerkezettel:



c) Melyik(ek)ben nincsen olyan szén, amelyhez pontosan két hidrogén kapcsolódik?

2,3-dimetilbután és 2-metilpropán (vagy ugyanez szerkezettel:



Minden jó válasz 1 pont, összesen 6 pont.

Számolás

A számolási feladatokat is a feladatlapon oldd meg!

Sz1. feladat

10 pont

100,0 g tiszta etil-alkoholból (C₂H₆O) és elemi jódból (I₂) fertőtlenítő oldatot készítünk. Az oldatban a jód tömegszázaléka éppen ötszöröse a jód anyagmennyiség-százalékának. Mennyi jódot oldottunk az etil-alkoholban?

Tegyük fel, hogy m g I₂-t oldunk. Ekkor a tömeg%: $\frac{m}{100,0+m} \times 100$

2 pont

Az etanol anyagmennyisége: $\frac{100,0}{46,0} = 2,174$ mol

1 pont

A jód anyagmennyisége: $\frac{m}{253,8} = 0,003940 \times m$ mol

1 pont

Az anyagmennyiség% tehát: $\frac{0,003940m}{2,174+0,003940m} \times 100$

2 pont

Ebből felírható a következő egyenlet: $\frac{m}{100,0+m} = 5 \times \frac{0,003940m}{2,174+0,003940m}$

2 pont

Az egyenlet megoldása: $m = 12,93$ g I₂-t oldottunk.

2 pont

Sz2. feladat**13 pont**

Valamily ismeretlen (X) elem az oxigénnel igen változatos összetételű vegyületeket alkot. Az X_mO_n összetételű vegyület tömegszázalékos oxigéntartalma 18,39 %, az X_nO_m képletű vegyületé 47,41 %. Mi a tömegszázalékos összetétele az X_2O_7 vegyületnek? Mi lehet az X elem?

Az X_mO_n vegyület 100 g-jában 18,39 g O és $100 - 18,39 = 81,61$ g X van, azaz 1 oxigénre (16,0 g) $16,0 \times 81,61 / 18,39 = 71,0$ g X jut. **2 pont**

Az X_nO_m vegyület 100 g-jában 47,41 g O és $100 - 47,41 = 52,59$ g X van, azaz 1 oxigénre (16,0 g) $16,0 \times 52,59 / 47,41 = 17,75$ g X jut. **2 pont**

Ez pontosan egynegyede az előzőnek, 71,0 g-nak. **1 pont**

Így felírhatjuk a következő egyenletet: $\frac{m}{n} = 4 \frac{n}{m}$, **1 pont**

amiből átrendezéssel azt kapjuk, hogy $m^2 = 4n^2$, **1 pont**

és ebből $m = 2n$. **1 pont**

Mivel az m és n sztöchiometriai számok (egészek), így $m = 2$ és $n = 1$. **1 pont**

Ebből X mőtömege már kiszámolható: 35,5 g/mol, azaz $X = Cl$. **2 pont**

A Cl_2O_7 vegyület tömegszázalékos összetétele pedig: 61,2 % oxigén, 38,8 % klór. **2 pont**

Sz3. feladat**8 pont**

A kémiaszakkörös diákok is készülnek a karácsonyra: az iskola udvarán felállított karácsonyfa díszítéséhez 10 db, egyenként 200 cm^2 felületű gömböt szeretnének $0,01 \text{ mm}$ vastagságú ezüstréteggel bevonni. Mennyi ideig kell $3,0 \text{ A}$ erősségű árammal elektrolizálniuk ezüst-nitrát-oldatot, hogy elérjék a gömbökön a kívánt rétegvastagságot? Az ezüst sűrűsége $10,5 \text{ g/cm}^3$.

A szükséges ezüst térfogata egy gömbre: $V(\text{Ag}) = 200 \text{ cm}^2 \times 0,001 \text{ cm} = 0,2 \text{ cm}^3$, **1 pont**

a szükséges ezüst tömege egy gömbre: $m = \rho \times V = 10,5 \text{ g/cm}^3 \times 0,2 \text{ cm}^3 = 2,1 \text{ g}$, **1 pont**

10 gömbre $m(\text{Ag}) = 10 \times 2,1 = 21 \text{ g}$. **1 pont**

Az elektrolízis egyenlete: $\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$ **1 pont**

1 mól ezüst leválasztásához 1 mól elektron, azaz 96500 C töltés szükséges, **1 pont**

így $n(\text{Ag}) = m(\text{Ag})/M(\text{Ag}) = 21/107,9 = 0,1946 \text{ mol}$. **1 pont**

$Q = n \times 96500 \text{ C/mol} = 0,1946 \text{ mol} \times 96500 \text{ C/mol} = 18781,3 \text{ C}$ **1 pont**

$Q = I \times t$, így $t = \frac{Q}{I} = \frac{18781,3}{3,0} = 6260,4 \text{ s} = 1,74 \text{ óra}$ (kb. $1 + \frac{3}{4}$ óra). **1 pont**

Akkor is jó a megoldás, ha csak s-ban adja meg és nem váltja át órára.

Sz4. feladat**14 pont**

Egy $1,00 \text{ m}^3$ térfogatú tartályba $35,0 \text{ mol H}_2$ -t és $35,0 \text{ mol I}_2$ -t adunk. A tartály hőmérsékletét $440 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra melegítjük és megvárjuk, amíg beáll az egyensúly. Egyensúlyban a HI koncentrációja $54,6 \text{ mol/m}^3$. Ezután a tartályhoz – a hőmérséklet és a térfogat változtatása nélkül – még $10,0 \text{ mol}$ hidrogént és $15,0 \text{ mol}$ neont adunk. Számítsd ki az új egyensúly beállta után az elegy anyagmennyiség-százalékos összetételét!

Az egyensúlyi reakció: $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$

1 pont

A HI anyagmennyisége az egyensúlyi elegyben: $54,6 \text{ mol}$,

így a H_2 és I_2 anyagmennyisége: $35,0 - 54,6/2 = 7,7 \text{ mol}$

2 pont

Az egyensúlyi állandó: $K_c = \frac{54,6^2}{7,7 \times 7,7} = 50,28$

2 pont

A hozzáadott H_2 hatására megváltoznak az egyensúlyi koncentrációk:

2 pont

	H_2	I_2	HI
Kiindulás:	$45,0 \text{ mol/m}^3$	$35,0 \text{ mol/m}^3$	0 mol/m^3
Átalakul:	$x \text{ mol/m}^3$	$x \text{ mol/m}^3$	$2x \text{ mol/m}^3$
Egyensúly:	$(45,0 - x) \text{ mol/m}^3$	$(35,0 - x) \text{ mol/m}^3$	$2x \text{ mol/m}^3$

A Ne nem befolyásolja az egyensúlyt.

1 pont

Az egyensúlyi állandó: $K_c = \frac{(2x)^2}{(45,0 - x) \cdot (35,0 - x)} = 50,28$

1 pont

Átrendezve: $(4/50,28) x^2 = 1574 - 80x + x^2$

$$0,920 x^2 - 80 x + 1575 = 0$$

$$\text{Ebből } x = 30,12,$$

2 pont

így az elegyben levő komponensek anyagmennyisége (1 m^3 -ben):

$14,88 \text{ mol H}_2$

$4,88 \text{ mol I}_2$

$15,0 \text{ mol Ne}$

$60,24 \text{ mol HI}$

Összesen: 95 mol

2 pont

Így az elegy anyagmennyiség-százalékos összetétele:

H_2 : $15,66 \%$

I_2 : $5,14 \%$

Ne: $15,79 \%$

HI: $63,41 \%$

1 pont

Sz5. feladat**7 pont**

Valamily ionvegyület moláris tömege 100 g/mol, kationjának és anionjának tömegaránya 2:3. A vegyületnek kb. 1000 °C-on való hevítése gázfejlődéssel jár, a visszamaradó szilárd vegyületnek 28,58 tömeg%-a oxigén. Mi a feladatban szereplő két ionkötésű vegyület képlete és hétköznapi neve? Mi az 1000 °C-on való hevítéskor bekövetkező folyamat hétköznapi neve?

A moláris tömeg és a tömegarány alapján a kation moláris tömege 40 g/mol, **1 pont**

az anioné 60 g/mol. **1 pont**

Ha 1 a kation sztöchiometriai együtthatója, akkor lehet Ca^{2+} (40,1 g/mol) - ez a feladat szövegében használt pontosság esetén még elfogadható, **1 pont**

összetett kationt ilyen moltömeeggel nem találunk. Ha 2 a kation sztöchiometriai együtthatója, akkor megint csak nem találunk olyat, aminek 20 g/mol lenne a moltömege (NH_4^+ „csak” 18 g/mol, H_3O^+ „csak” 19 g/mol).

Ha 1 az anion sztöchiometriai együtthatója, akkor egyszerű aniont 60 g/mol moltömeeggel nem találunk, összetett anion viszont lehet a CO_3^{2-} (60,0 g/mol). **1 pont**

Ha 2 az anion sztöchiometriai együtthatója, akkor sem egyszerűt, sem összetettet nem találunk, aminek 30 g/mol lenne a moltömege.

Bárhogy is jut arra az eredményre, hogy a CaCO_3 -ról van szó, az eddig adható 4 pontot megkapja.

CaCO_3 (mészkő) és **1 pont**

CaO (égetett mész) a két vegyület képlete (neve). **1 pont**

A CaO tömeg%-os összetételének a kiszámolása segít, hogy biztos legyen a válaszban, de ha nem ellenőriz, akkor is megvan az előző 2 pont jó nevek és képletek esetén.

A folyamat hétköznapi neve mészégetés. **1 pont**

1

1	H 1,0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
2	He 4,0																		
3	Li 6,9	Be 9,0																	
11	Na 23,0	Mg 24,3																	
19	K 39,1	Ca 40,1	Sc 45,0	Ti 47,9	V 50,9	Cr 52,0	Mn 54,9	Fe 55,8	Co 58,9	Ni 58,7	Cu 63,5	Zn 65,4	Ga 69,7	Ge 72,6	As 74,9	Se 79,0	Br 79,9	Kr 83,8	
37	Rb 85,5	Sr 87,6	Y 88,9	Zr 91,2	Nb 92,9	Mo 96,0	Tc -	Ru 101,1	Rh 102,9	Pd 106,4	Ag 107,9	Cd 112,4	In 114,8	Sn 118,7	Sb 121,8	Te 127,6	I 126,9	Xe 131,3	
55	Cs 132,9	Ba 137,3	La 138,9	Hf 178,5	Ta 180,9	W 183,8	Re 186,2	Os 190,2	Ir 192,2	Pt 195,1	Au 197,0	Hg 200,6	Tl 204,4	Pb 207,2	Bi 209,0	Po 209,0	At 210,0	Rn 222,0	
87	Fr -	Ra -	Ac -	Rf -	Db -	Sg -	Bh -	Hs -	Mt -	Ds -	Rg -	Cn -	Nh -	Fl -	Mc -	Lv -	Ts -	Og -	

Ezt a periódusos rendszert tartalmazó utolsó lapot nyugodtan tépd le a feladatsorról, hogy könnyebben tudd használni. Ezt a lapot nem kell beadnod a verseny végén.

58	Ce 140,1	Pr 140,9	Nd 144,2	Pm -	Sm 150,4	Eu 152,0	Gd 157,2	Tb 158,9	Dy 162,5	Ho 164,9	Er 167,3	Tm 168,9	Yb 173,0	Lu 175,0
90	Th 232,0	Pa 231,0	U 238,0	Np -	Pu -	Am -	Cm -	Bk -	Cf -	Es -	Fm -	Md -	No -	Lr -