

A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-M-22-B-0039 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

VERSENYZŐ AZONOSÍTÁSA:

Jelöld -szel, hogy a differenciált (D) feladatokból a SZERVETLEN, vagy a SZERVES KÉMIA témakörű feladatokat választod-e! Csak egyfelét választhatsz, a feladatokat nem lehet „vegyesen” megoldani. Csak az alább bejelölt témakörnek megfelelő elméleti feladat-megoldásaidat fogjuk kijavítani és pontozni, a másikat nem, akkor sem, ha helyes lenne a megoldás!

Választott témakör a DE1-DE2. és DSz1-DSz2. differenciált feladatoknál: Kérjük, hogy csak az egyiket X-eld be!

SZERVETLEN
SZERVES

55. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny 2023. február 23.

Fővárosi, megyei forduló – II. kategória

- Munkaidő:** ✓ 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.
- 150 perc**
- Összesen:** ✓ Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
- 150 pont** ✓ Az elméleti és a számolási feladatokat is a feladatlapon oldd meg!

		maximális	elért pont
PONTÖSSZESÍTŐ Az iskola, illetve a javító tanár tölti ki!	DE1.	36 pont (SZERVETLEN) vagy 30 pont (SZERVES)	
	DE2.	29 pont (SZERVETLEN) vagy 30 pont (SZERVES)	
	E3.	32 pont	
javitó tanár:	DSz1.	14 pont (SZERVETLEN) vagy 23 pont (SZERVES)	
	DSz2.	16 pont (SZERVETLEN) vagy 12 pont (SZERVES)	
	Sz3.	13 pont	
	Sz4.	10 pont	

Feladatkészítők: Bárány Zsolt Béla, Forgács József, Lente Gábor, Musza Katalin, Tóth Albertné,
Tóth Imre

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

Lektor: Várnagy Katalin

Feladatsor

Elmélet

Az elméleti feladatokat a feladatlapon oldd meg!

DE1. feladat (SZERVETLEN KÉMIA)

36 pont

Az ENSZ a 2022-es esztendőzt az Üveg Nemzetközi Évének nyilvánította (IYOG 2022). Indoklásában az üveg az „emberiség leginnovatívabb találmánya” megállapítás szerepel.

A DE1. feladat öt részből (I.-V.) áll. Minden feladatrész valamilyen módon kapcsolódik az üveghez, de az egyes részfeladatok egymástól függetlenül is megoldhatók, így, ha valamelyik feladatrésznél elakadsz, akkor is nézd meg a többi részt, hátha azt meg tudod oldani!

I. Az üveg legfontosabb, nélkülözhetetlen alapanyaga a kvarc/kvarchomok. A szilícium-dioxid mellett azonban számos összetevő is szerepel különböző arányokban. Néhányuk e táblázatban található. Töltsd ki az üres cellákat!

Hétköznapi név:	szóda	hamuzsír	mészke	timföld	bórax
Képlet:	Na_2CO_3	K_2CO_3	CaCO_3	Al_2O_3	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Minden jó válasz 1 pont (összesen 5 pont). Rossz válaszáért nincs pontlevonás.

II. Add meg a kérdéses folyamatokat vagy képleteket:

- a) A kvarc és a szóda 1:1 mol arányú keverékét összeolvastva nátrium-szilikát keletkezik, miközben az olvadékból szén-dioxid gáz távozik. Reakcióegyenlet:



(Kiindulási anyagok és termékek helyes felírása 1 pont; rendezés 1 pont.)

- b) A fenti céltermékhez vezet a kvarc és a marónátron (azaz nátrium-hidroxid) reakciója is, hasonlóan gáz/gőzfejlődéssel. Reakcióegyenlet:



(Kiindulási anyagok és termékek helyes felírása 1 pont; rendezés 1 pont.)

- c) A nátrium-szilikát vízben jól oldódik, a vizes oldatot vízüvegnek nevezzük. A nátrium-szilikát elektrolitisan disszociál a következő egyenlet szerint:



(Kiindulási anyagok és termékek helyes felírása 1 pont; rendezés 1 pont.)

- d) A nátrium-szilikátot nátrium-metaszilikátnak is hívjuk, megkülönböztetésül a Na:Si:O = 4:1:4 atom-arányú vegyületétől, melynek nátrium-ortoszilikát a neve. Képlete:



- e) A nátrium-metaszilikátból az erős savak „felszabadítják a gyengébb savat”, jelen esetben a gél állagú kovasavat (metakovasavat). A nátrium-metaszilikát reakciója kénsavval:



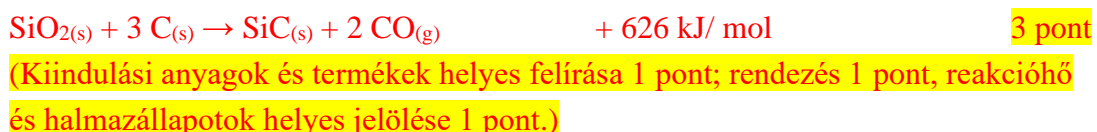
- f) Az ortokovasavat a tetraetil-ortoszilikát hidrolízisével állítják elő. Egészítsd ki és rendezd az alábbi egyenletet:



- g) Az üveg és a kvarc nagyon vegyszerálló, csupán a folyosav (hidrogén-fluorid) képes megtámadni. A reakció kiegészítendő egyenlete:



- h) A kvarchomoknak fontos egy másik reakciója is: koksszal kb. 2000 °C-on szilícium-karbidot eredményez szén-monoxid keletkezése közben. Ennek az endoterm folyamatnak a reakcióhője 626 kJ/ mol. Írd fel a reakció termokémiai egyenletét!



III. Az üveg színezéséhez (és más okokból is) az adalékokat még az olvasztás előtt az alapanyagokhoz keverik. Az alábbi táblázatban ezek közül az adalékanyagok közül szerepel néhány. Írd az üres cellákba a nevezett anyagok képleteit!

Kémiai név:	kobalt(II)-oxid	réz(I)-oxid	bázisos réz-karbonát	barnakő	mínium	arzen(III)-oxid
Képlet:	CoO	Cu ₂ O	Cu(OH) ₂ · CuCO ₃	MnO ₂	Pb ₃ O ₄	As ₂ O ₃
Hatás:	kék szín	vörös szín	kékes-zöld (Malachit-zöld) szín	barna szín színtelenít	sárga szín fénytörést növeli	gáztalanít

Minden jó válasz 1 pont (összesen 5 pont). Rossz válaszáért nincs pontlevonás.

A kobaltüveget az ionok minőségi elemzésében a lángfestéses módszer alkalmazásakor használjuk, mikor a nátrium zavaró lángfestését kell kiszűrni ahhoz, hogy egy esetleges **fakó ibolyaszín** láthatóvá váljon. Melyik elem/ion fakó ibolya lángfestéséről lehet szó? (név, vagy kémiai jel)

K VAGY kálium VAGY K^+ VAGY káliumion

1 pont

Miért lehet a nátrium lángfestését kiszűrni a kobaltüveggel? (Gondolj arra, hogy milyen színű a lángfestés, és milyen színű az üveg.)

**A nátrium lángfestése sárga,
és ennek a komplementer/kiegészítő színe a kobaltüveg kékje.**

1 pont

1 pont

IV. Milyen szakkifejezésekre ismersz rá a következő meghatározásokból?

- A. A Föld légkörének erélyes felmelegedése annak következtében, hogy a Nap bolygónkra érkező elnyelt és visszavert sugárzásának aránya kedvezőtlenül változott meg a légköri gázok minőségi és mennyiségi változása miatt.
- B. Az üveg képlékenysége olvadási intervallum jellemző, mert szabálytalan a térrács szerkezete, azaz
- C. Titrálásoknál mindig használjuk: pontos térfogatmérésre alkalmas laboratóriumi üvegeszköz.

üvegházhatás

amorf

büretta (ha pipettát ír, azt is elfogadjuk, bár azt nem mindig használjuk)

Minden jó szakkifejezés 1 pont. Rossz válaszáért nincs pontlevonás.

V. Tedd ki a megfelelő relációs jelet (<, > vagy =) az összehasonlítandó mennyiségek közé!

Si-atom oxidációs száma:

metakovasavban

=

ortokovasavban

Hőtágulási együttható:

hőmérő üveg részében

<

töltőfolyadékban

Elektromos- és hőszigetelés:

üvegben

>

vasban

Gömb mérete:

50 nm átmérőjű pigment szemcsében

=

0,05 μm átmérőjű fémszemcsében

Minden jó relációs jel 1 pont. Rossz válaszáért nincs pontlevonás.

DE2. feladat (SZERVETLEN KÉMIA)
29 pont

Kreatív kémikusok utazás közben azon versenyeztek, hogy a forgalomban lévő magyar rendszámokból ki talál minél több olyat, mely valamely vegyület képletének felel meg az alábbi módon: a betűk jelentik a vegyjeleket, míg a számok az együtthatókat. A 0-s számjegy jelentse azt, hogy az a betű nincs a vegyületben.

Pl. KSO – 214 az nem más, mint a K_2SO_4 , míg CRO – 102 a CO_2 , azaz a szén-dioxid.




Töltsd ki a táblázatot a hiányzó adatokkal, válaszokkal!

Rendszám:	Képlet:	Szabályos vagy hétköznapi név	Oldódására vagy az oldatára vonatkozó kérdés*
NA PO – 314	Na_3PO_4	nátrium-foszfát vagy trisó	Vizes oldatának kémhatása: lúgos
HB CL – 101	HCl	hidrogén-klorid vagy sósavgáz	Vizes oldatának (hétköznapi) neve: sósav
NZO - 204	N_2O_4	dinitrogén-tetroxid	Minden jó válasz 1 pont. Minden jó aláhúzás 0,5 pont. Rossz válaszáért nincs pontlevonás.
PLO - 205	P_2O_5	foszfor-pentoxid	Vízben való oldásakor keletkező vegyület képlete vagy neve: H_3PO_4 vagy foszforsav (ortofoszforsav)
AG NO - 113	$AgNO_3$	ezüst-nitrát	Oldódik-e vízben? igen / <u> </u> nem
NA SO - 223	$Na_2S_2O_3$	nátrium-tioszulfát vagy fixírsó	Oldódik-e vízben? igen / <u> </u> nem
MG CO - 113	$MgCO_3$	magnézium-karbonát	Oldódik-e vízben? igen / <u> </u> nem
CA SO - 114	$CaSO_4$	kalcium-szulfát vagy gipsz vagy agyonégetett gipsz	Oldódik-e vízben? igen / <u> </u> nem
HSO - 214	H_2SO_4	kénsav	Vizes oldatának kémhatása: savas
NA NO - 113	$NaNO_3$	nátrium-nitrát vagy chilei salétrom	Vizes oldatának kémhatása: semleges
KOH - 111	KOH	kálium-hidroxid	Vizes oldatának kémhatása: lúgos

* Írd be a pontozott vonalra, vagy húzd alá az igen / nem közül a helyes választ!

DE1. feladat (SZERVES KÉMIA)
30 pont

I. Tekintsd át a fehér mezőkben szereplő **A, B, ... H** jelű vegyületeket! Ezek közül néhány vízzel reakcióba lép, vagy víz volt a reakciópartner a reakcióban, melynek során keletkezett.

A: CH ₃ OH $2 \text{CH}_3\text{OH} + 2 \text{Na} \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{ONa} + \text{H}_2$	B: CH ₃ COH $\text{CH}_3\text{COH} + 2 [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$	C: HCOOH $\text{HCOOH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{HBr}$ vagy $\text{HCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$
D: CH ₃ COOH $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ vagy $2 \text{CH}_3\text{COOH} + 2 \text{Na} \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2$	<i>Na</i> <i>NaOH</i> <i>CuO</i> <i>cc. H₂SO₄</i> <i>[Ag(NH₃)₂]OH</i> <i>Br₂</i> <i>fény, hő (melegítés)</i>	E: CH ₃ CH ₂ OH $2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{Na} \rightarrow 2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2$ vagy $2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} (\text{cc. H}_2\text{SO}_4) \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{-O-CH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
F: CH ₃ CH ₂ Cl $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaCl}$	G: C ₆ H ₅ OH $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ vagy $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 3 \text{Br}_2 \rightarrow$  $+ 3 \text{HBr}$	H: $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH-OH})\text{CH}_3 + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3(\text{CO})\text{CH}_3 + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$

Jól kiválasztott reagens és a termék(ek) helyes felírása 1 pont.
 Helyes egyenletrendezés 1 pont. (Összesen max. 16 pont.)
 Egy cellában csak egy egyenletet veszünk figyelembe.

II. Az alábbi mondatokhoz tartozó üres cellákba írd annak/azoknak a vegyületeknek (**A, B, ... H**) a betűjelét, amelyre a kijelentés vonatkozik! Minden üres cellába csak egy betűt írd!

E	Az etén víz-addíciójával keletkezik.
A	+ C A metil-formiát hidrolízisének két terméke.
G	Vizes oldatában az oxóniumionok többségben vannak a fenolátionokhoz képest.
D	Víz hatására protolitikus reakció megy végbe vele, a keletkező anion az acetátion.

Minden jó betű 1 pont (összesen 5 pont). Rossz válaszáért nincs pontlevonás.

III. A fenti táblázat vegyületeinek (**A, B, ... H**) ismeretesek olyan reakciói is, melynek során víz keletkezik/lép ki. (A kénsav általánosan használt vízelvonószer.) Írd fel a kijelölt reagensekkel a reakcióegyenletet, és nevezd meg a keletkező szerves vegyületet!

	Reakcióegyenlet:	A szerves vegyület neve:
A + D	$(\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	metil-acetát / metil-metanoát
A + A (kb. 130 °C-on)	$(2 \text{CH}_3\text{OH}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	dimetil-éter
E (kb. 160 °C-on)	$(2 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (Elég megadni a termékeket a max. ponthoz.)	etén

Minden jó egyenlet 2 pont.
 Minden jó név 1 pont.
 Egy sor max. 2+1 = 3 pontot ér.

IV. A legfelső táblázat szürke mezőjében egy vegyszerekkel teli „tálca” található. Minden vegyülethez (**A, B, ... H**) válassz egy-egy reakciópartnert/körülményt a tálcáról, és írd fel a reakcióegyenletüket a képletük alá a fehér cellába! Egy-egy tálcán lévő vegyszert többször is használhatsz!

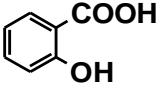
DE2. feladat (SZERVES KÉMIA)**30 pont**

Kreatív kémikusok utazás közben azon versenyeztek, hogy a forgalomban lévő magyar rendszámokból ki talál minél több olyat, mely valamely vegyület képletének felel meg az alábbi módon: a betűk jelentik a vegyjeleket, míg a számok az együtthatókat. A 0-s számjegy jelentse azt, hogy az a betű nincs a vegyületben.

Pl. $\boxed{\text{KSO} - 214}$ az nem más, mint a K_2SO_4 , míg $\boxed{\text{CRO} - 102}$ a CO_2 , azaz a szén-dioxid.



Töltsd ki a táblázatot a hiányzó adatokkal!

Rendszám:	Képlet:	Kémiai név és hétköznapi név (ha van):	
CHN - 551	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	piridin	
CA CO - 124	CaC_2O_4	kalcium-oxalát	
CHO - 661	$\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$	hidroxibenzol	fenol
CXH - 202	C_2H_2	etin	acetilén
CHO - 261	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	etanol vagy etil-alkohol	
		dimetil-éter	
CZ CL - 104	CCl_4	szén-tetraklorid	
CHN - 151	CH_5N	metil-amin	
CH CL - 113	CHCl_3	triklórmétán	kloroform
CC LF - 122	CCl_2F_2	diklór-difluor-metán	freon-12 vagy freon
CB RF - 122	CBr_2I_2	dibróm-dijód-metán	
CHO - 763		2-hidroxi-benzoésav	szalicilsav
CH BR - 651	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$	brómbenzol	

E3. feladat (MINDENKINEK)**32 pont**

Az alábbi táblázat első oszlopában a mellette levő oszlopban szereplő molekulákban a nemkötő és kötő elektronpárok hányadosa szerepel. Töltsd ki a táblázat üres celláit: a megadott molekuláknál határozd meg a hányados értékét; a megadott hányados esetén írd olyan molekulá(ka)t (molekulaképlettel megadva), amelyre az teljesül. **A 2. oszlop minden üres cellájába csak egy megoldást írd!** Ha több molekula képlete szerepel egy cellában, akkor az első képletet tekintjük a megoldásnak!

$\frac{\text{nemkötő elektronpárok száma}}{\text{kötő elektronpárok száma}}$	Molekula (képlettel megadva):
0	<i>pl.</i> H ₂ , CH ₄ , C ₂ H ₆ , 1 pont
	(bármilyen szénhidrogén) 1 pont
1/4 2 pont	C ₂ H ₆ O
1/3 2 pont	<i>pl.</i> NH ₃
2/5 2 pont	CH ₄ O
1/2 1 pont	CH ₂ O
2/3 1 pont	N ₂
	<i>pl.</i> P ₄ , CO 2 pont
1	<i>pl.</i> H ₂ O, CO ₂ , H ₂ S, H ₂ SO ₄ , 2 pont
	HNO ₃ 2 pont
5/4 2 pont	SO ₂
4/3 2 pont	H ₂ O ₂
2 2 pont	S ₈
9/4 2 pont	CHF ₃
	<i>pl.</i> CHCl ₃ 2 pont
3 2 pont	<i>pl.</i> HCl, HF, SF ₆ , CCl ₄
6 2 pont	<i>pl.</i> F ₂ , Cl ₂ , 2 pont
	Br ₂ 2 pont

A felsorolt képletek közül (illetve bármely további helyes megoldás közül) egy megoldást fogadunk el cellánként. Ha egy cellába több megoldást írsz, akkor is!

Ha egynél több molekulát írsz egy cellába, akkor az első megoldást vesszük figyelembe!

Rossz megoldásért nincs pontlevonás.

Számolás

A számolási feladatokat a feladatlapon oldd meg!

DSz1. feladat (SZERVETLEN KÉMIA)

14 pont

Valamely porkeverék fémet, valamint ennek a fémnek kétféle oxidvegyületét tartalmazza, amely oxidokban a fém +2, illetve +3 oxidációs állapotú. A porkeveréket felhevítjük, az így kapott olvadékról pedig a következő információk állnak rendelkezésünkre: Az oxidion mennyisége 17,24 tömegszázalék, ez 42,10 anyagmennyiségsszázaléknak felel meg. Az olvadék összetételéről ismeretes továbbá, hogy benne a fématomok és fémionok számaránya 4:7.

- Melyik fémről, és mely oxidjairól lehet szó?
- Mi a keverék anyagmennyiségsszázalékos összetétele?

Tekintsünk 100 g keveréket! Ebben 17,24 g oxidion (O^{2-}) van, melynek anyagmennyisége

$$n(O^{2-}) = \frac{m}{M} = \frac{17,24 \text{ g}}{16,0 \text{ g/mol}} = 1,0775 \text{ mol.}$$

1 pont

A fématom és fémion együttes tömege $100 \text{ g} - 17,24 \text{ g} = 82,76 \text{ g}$.

1 pont

A fématom és fémion együttes anyagmennyisége ($\sum n(\text{Me})$) annyszor több az oxidion anyagmennyiségétől, ahányszor több az anyagmennyiségsszázalékban kifejezett értékük:

$$\frac{\sum n(\text{Me})}{n(O^{2-})} = \frac{100-42,10}{42,10} = 1,375.$$

1 pont

Mivel $n(O^{2-}) = 1,0775 \text{ mol}$, ezért $\sum n(\text{Me}) = 1,375 \times 1,0775 = 1,482 \text{ mol}$.

1 pont

A fém-komponensek tömege és anyagmennyisége ismeretében a fém moláris tömege

$$\text{kiszámítható: } M = \frac{m}{\sum n(\text{Me})} = \frac{82,76 \text{ g}}{1,482 \text{ mol}} = 55,8 \text{ g/mol,}$$

1 pont

azaz a keresett fém a vas (Fe).

1 pont

A keverék összetevői: Fe, FeO és Fe₂O₃

1 pont

A fentiek alapján a keverékben: $n(\text{Fe}):n(\text{O}) = 1,482:1,0775 = 11:8$

1 pont

$$n(\text{Fe-atom}):n(\text{Fe-kation}) = 4:7$$

1 pont

Ez alapján, ha a keverékben 4 mol Fe van, akkor emellett 7 mol Fe-kationhoz 8 mol oxidion tartozik.

1 pont

x mol FeO és y mol Fe₂O₃ vegyületre felírható:

$$x + 2y = 7$$

$$x + 3y = 8$$

$$y = 1 \text{ és } x = 5$$

2 pont

Tehát a keverékünk 4 mol Fe-t, 1 mol FeO-t és 5 mol Fe₂O₃-t tartalmaz.

1 pont

A keverék anyagmennyiségsszázalékos összetétele:

40% Fe, 50%FeO és 10% Fe₂O₃.

1 pont

DSz2. feladat (SZERVETLEN KÉMIA)**16 pont**

A magnézium egy nemfémes elemmel (X) Mg_aX_b összetételű vegyületet képez, amelyben 27,75 tömegszázalék X elem van. A vegyület vízzel való reakciójakor fehér csapadék és jellegzetes, szúrós szagú, színtelen A-gáz keletkezik. Az eredeti vegyület oxigénnel hevítve szilárd anyagot és egy színtelen, szagtalan B-gázt ad, ez utóbbinak 53,33 tömegszázalék az oxigéntartalma.

- a) Mi a Mg_aX_b vegyület, valamint az A- és B-gáz képlete?
 b) Add meg a végbement folyamatok reakcióegyenleteit!

I. megoldás:

A vegyület 100 g-jában a Mg $100 - 27,75 = 72,75$ g, az X alkotó: 27,25 g
 amely $72,75 \text{ g} / 24,3 \text{ g/mol} = 2,97 \text{ mol}$.

1 pont

1 pont

A Mg +2-es oxidációs számú, így a lehetséges összetételek: MgX_2 , MgX vagy Mg_3X_2
 (esetleg Mg_2X).

1 pont

* MgX_2 (a = 1, b = 2) esetén: $n(\text{Mg}) = 2,97 \text{ mol}$, $n(\text{X}) = 5,94 \text{ mol}$
 $M(\text{X}) = 27,25 \text{ g} / 5,94 \text{ mol} = 4,67 \text{ g/mol}$, ilyen nem létezik.

* MgX (a = 1, b = 1) esetén: $n(\text{Mg}) = 2,97 \text{ mol}$, $n(\text{X}) = 2,97 \text{ mol}$
 $M(\text{X}) = 27,25 \text{ g} / 2,97 \text{ mol} = 9,34 \text{ g/mol}$, ilyen nem létezik.

Mg_3X_2 (a = 3, b = 2) esetén: $n(\text{Mg}) = 2,97 \text{ mol}$, $n(\text{X}) = 1,98 \text{ mol}$
 $M(\text{X}) = 27,25 \text{ g} / 1,98 \text{ mol} = 14,0 \text{ g/mol}$, ez a N.

3 pont

Így a vegyület: Mg_3N_2

1 pont

* Mg_2X (a = 2, b = 1) esetén: $n(\text{Mg}) = 2,97 \text{ mol}$, $n(\text{X}) = 1,485 \text{ mol}$
 $M(\text{X}) = 27,25 \text{ g} / 1,487 \text{ mol} = 18,68 \text{ g/mol}$, ilyen nem létezik.

Ha a *-gal jelöltek közül legalább néhány esetet ellenőriz, az

1 pont.

A fehér csapadék a $Mg(\text{OH})_2$, keletkező szúrós szagú gáz: A = NH_3

1 pont

$Mg_3N_2 + 6 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2 \text{NH}_3$

2 pont

Oxigénnel való reakció: a keletkező anyag a MgO , a gáz valamelyik nitrogén-oxid.

1 pont

A tömegszázalék alapján: $\frac{53,33}{16,0} : \frac{46,67}{14,0} = 3,333 : 3,333 = 1:1$

2 pont

A keletkező gáz: B = NO

$2 \text{Mg}_3\text{N}_2 + 5 \text{O}_2 = 6 \text{MgO} + 4 \text{NO}$

2 pont

II. megoldás:

A vegyület 100 g-jában a Mg $100 - 27,75 = 72,75$ g,
 amely $72,75 \text{ g} / 24,3 \text{ g/mol} = 2,97 \text{ mol}$.

1 pont

1 pont

100 g B-gázban lévő oxigén 53,33 g, azaz $53,33 / 16 = 3,333 \text{ mol}$.

1 pont

Az oxigén oxidációs száma mindig -2, a B gázban lévő X elemre +1-től végigpróbálva a lehetséges egész számokat, csak a +2 ad értelmes eredményt. Ekkor X anyagmennyisége 3,333 mol, moláris tömege $46,67 / 3,333 = 14 \text{ g/mol}$: ez N, tehát a B-gáz NO,

3 pont

X = nitrogén, a vegyületben $27,75 / 14 = 1,98 \text{ mol}$,

2 pont

Így 100 g Mg_aX_b vegyületben 2,97 mol Mg-ra 1,98 mol N jut, vagyis a = 3 és b = 2.

2 pont

A vegyület Mg_3N_2 , B = NO, A = NH_3 ,

2 pont

$2 \text{Mg}_3\text{N}_2 + 5 \text{O}_2 = 6 \text{MgO} + 4 \text{NO}$

2 pont

$Mg_3N_2 + 6 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Mg}(\text{OH})_2 + 2 \text{NH}_3$

2 pont

(Mindkét megoldás esetén, mindkét reakcióegyenletnél: helyes kiindulási anyagok és reakciótermékek: 1 pont, helyes rendezés: 1 pont)

DSz1. feladat (SZERVES KÉMIA)**23 pont**

Egy alkanol és egy monoalkánsav bármilyen arányú elegyének átlagos moláris tömege megegyezik. Ha a két vegyület reagál egymással, akkor a keletkező reakciótermékben 2,5-szer annyi hidrogén van, mint az egyik kiindulási anyagban.

- Add meg az alkanol és a monoalkánsav képletét, valamint a nevüket!
- Nevezd meg egy olyan reagenst, amely mindkét kiindulási vegyülettel reakcióba lép! Írd fel a reakcióegyenleteket is!

I. megoldás

Ha két anyag bármilyen arányú elegyének átlagos moláris tömege megegyezik, az azt jelenti, hogy a két anyag moláris tömege is megegyezik. 2 pont

Az alkanol általános képlete: $C_xH_{2x+2}O$, a monokarbonsavé: $C_nH_{2n}O_2$, 1+1 pont

A két vegyület között lejátszódó reakció egyenlete:



A két vegyület moláris tömege azonos, ezért $14n + 32 = 14x + 18$, 1 pont

$$x = n + 1$$
2 pont

A vízben nem lehet több hidrogén, mint akár az alkanolban, akár a monoalkánsavban, így az észterben van 2,5-szer annyi hidrogén, mint az egyik kiindulási anyagban. 2 pont

- (Ha az észterben az alkanolhoz képest van 2,5-szer annyi hidrogén, akkor $2n + 2x = 2,5 \cdot (2x + 2)$, az $x = n + 1$ egyenletet is figyelembe véve $n = -8$, $x = -7$ adódna, ami lehetetlen.) (Ha ezt nem ellenőrzi, akkor is jár a következő részre adandó pont, ha jó a számolás.)
- Ha az észterben a savhoz képest van 2,5-szer annyi hidrogén, akkor $2n + 2x = 2,5 \cdot 2n$. 1 pont
Így a két egyenletből: $n = 2$, $x = 3$. 2 pont

CH_3COOH , ecetsav, 1+1 pont

$CH_3CH_2CH_2OH$, propanol vagy $CH_3CH(OH)CH_3$, izopropanol. 1+1 pont

(Az egyik alkohol megadása elég!)

(Ha akár a karbonsav, akár az alkohol képlete nem jó, de megadja a megfelelő reagenst és a helyes reakcióegyenletet, akkor az alábbi pontok járnak!)

Reagensek: O_2 vagy Na . (Bármilyen más, helyes megoldás elfogadható.) 1 pont

Reakcióegyenletek (Bármilyen más, helyes megoldás elfogadható.):

Égetés: Na-mal lejátszódó reakció:



A reakcióegyenleteknél helyes kiindulási anyagok és reakciótermékek (akár általános képlettel is): 1 pont, helyes rendezés: 1 pont

II. megoldás

Ha két anyag bármilyen arányú elegyének átlagos moláris tömege megegyezik, az azt jelenti, hogy a két anyag moláris tömege is megegyezik. 2 pont

Az alkanol általános képlete: $C_xH_{2x+1}OH$, a monokarbonsav: $C_nH_{2n+1}COOH$, 2 pont

A két vegyület között lejátszódó reakció egyenlete:



A két vegyület moláris tömege azonos, ezért $14n + 1 + 45 = 14x + 1 + 17$, 1 pont
 $x = n + 2$ 2 pont

A vízben nem lehet több hidrogén, mint akár az alkanolban, akár a monoalkánsavban, így az észterben van 2,5-szer annyi hidrogén, mint az egyik kiindulási anyagban. 2 pont

- (Ha az észterben az alkanolhoz képest van 2,5-szer annyi hidrogén, akkor $2n + 1 + 2x + 1 = 2,5 \cdot (2x + 2)$, az $x = n + 2$ egyenletet is figyelembe véve $n = -9$, $x = -7$ adódna, ami lehetetlen.) (Ha ezt nem ellenőrzi, akkor is jár a következő részre adandó pont, ha jó a számolás.)

- Ha az észterben a savhoz képest van 2,5-szer annyi hidrogén, akkor $2n + 1 + 2x + 1 = 2,5 \cdot (2n + 2)$, 1 pont

az $x = n + 2$ egyenletet is figyelembe véve a két egyenletből: $n = 1$, $x = 3$. 2 pont

CH_3COOH , ecetsav, 1+1 pont

$CH_3CH_2CH_2OH$, propanol vagy $CH_3CH(OH)CH_3$, izopropanol. 1+1 pont

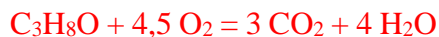
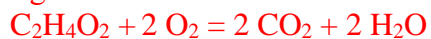
(Az egyik alkohol megadása elég!)

(Ha akár a karbonsav, akár az alkohol képlete nem jó, de megadja a megfelelő reagenst és a helyes reakcióegyenletet, akkor az alábbi pontok járnak!)

Reagensek: O_2 vagy Na. (Bármilyen más, helyes megoldás elfogadható.) 1 pont

Reakcióegyenletek (Bármilyen más, helyes megoldás elfogadható.):

Égetés:



vagy Na-mal lejátszódó reakció:



2 pont

2 pont

A reakcióegyenleteknél helyes kiindulási anyagok és reakciótermékek (akár általános képlettel is): 1 pont, helyes rendezés: 1 pont

DSz2. feladat (SZERVES KÉMIA)**12 pont**

Egy oldalláncot nem tartalmazó cikloalkánt azonos állapotú, 50-szeres térfogatú szintetikus levegőben (olyan gázban, amiben a nitrogén- és oxigénmolekulák molaránya 4:1) tökéletesen elégetünk. Szobahőmérsékletre visszahűtve a termékelegyben a gázfázisban lévő, különböző molekulákban kötött nitrogénatomok és oxigénatomok számának aránya 5:1 lesz. Melyik cikloalkánról van szó? Mi a cikloalkán szerkezeti képlete?

I. megoldás:

Azonos állapotban a térfogatarányok azonosak a molarányokkal.

1 pont

Így 1 mol cikloalkánt 40 mol N₂-vel (80 mol nitrogénatom) és 10 mol O₂-vel (20 mol oxigénatom) égetünk el.

2 pont

A nitrogénmolekulával nem történik semmi az égés során, így a gázhalmazállapotú égéstermékben is 80 mol nitrogénatom lesz.

1 pont

Az oxigénatomok száma így $80/5 = 16$ mol a gázfázisban, vagyis 4 mollaal csökkent.

1 pont

Az égés egyetlen nem gázhalmazállapotú terméke a víz,

1 pont

így a keletkező víz 4 mol oxigénatomot tartalmaz, vagyis 4 mol H₂O keletkezik.

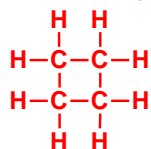
1 pont

A keletkező víz az eredeti cikloalkánban lévő összes hidrogénatomot tartalmazza, vagyis hidrogénatomból 8 mol volt a cikloalkán 1 moljában,

1 pont

vagyis az a cikloalkán a C₄H₈ (ciklobután).

2 pont



Szerkezete:

2 pont

II. megoldás:

Azonos állapotban a térfogatarányok azonosak a molarányokkal.

1 pont

Így 1 mol cikloalkánt 40 mol N₂-vel (80 mol nitrogénatom) és 10 mol O₂-vel (20 mol oxigénatom) égetünk el.

2 pont

A cikloalkán általános képlete: C_nH_{2n}

1 pont

Az égés általános egyenlete: C_nH_{2n} + (n + 0,5n) O₂ = n CO₂ + n H₂O

1 pont

A nitrogénmolekulával nem történik semmi az égés során, így a gázhalmazállapotú égéstermékben is 80 mol nitrogénatom lesz.

1 pont

Az oxigénatomok száma így $80/5 = 16$ mol a gázfázisban, ami CO₂ és (a maradék) O₂ formájában van jelen,

1 pont

így az O-atomokra felírható: $16 = 2n + 20 - 2(n+0,5n)$

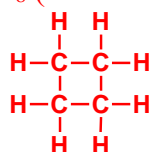
1 pont

$n = 4$

1 pont

A cikloalkán a C₄H₈ (ciklobután).

1 pont



Szerkezete:

2 pont

Sz3. feladat (MINDENKINEK)**13 pont**

600 cm³ 0,120 mol/dm³ koncentrációjú (1,00 g/cm³ sűrűségű) sósavoldatra vonatkozóan válaszolj a kérdésekre!

- Mekkora térfogatú standard nyomású, 25,0 °C-os sósavgáz szükséges az oldat készítéséhez?
- Hány cm³ 30,00 tömegszázalékos, 1,153 g/cm³ sűrűségű sósavoldatból állíthatnánk elő hígítással?
- Hányszorosára hígítsuk, ha 0,015 mol/dm³ koncentrációjú oldatot szeretnénk készíteni?
- Mekkora lesz az oldat pH-ja, ha 400 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú (1,00 g/cm³ sűrűségű) NaOH-oldatot öntünk hozzá? (A keletkezett oldat sűrűsége 1,00 g/cm³.)

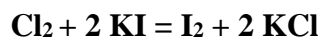
- $n = c \times V = 0,600 \text{ dm}^3 \times 0,120 \text{ mol/dm}^3 = 0,0720 \text{ mol HCl}$ 1 pont
 $V = n \times V_m = 0,0720 \text{ mol} \times 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 1,764 \text{ dm}^3 \text{ HCl gáz szükséges}$ 2 pont
- $n = 0,0720 \text{ mol HCl}$,
 ennek tömege $m = n \times M = 0,0720 \text{ mol} \times 36,5 \text{ g/mol} = 2,628 \text{ g}$ 1 pont
 $30,00\% = \frac{2,628 \text{ g}}{m_{\text{oldat}}} \times 100\%$; ebből kiszámolható, hogy $m_{\text{oldat}} = 8,76 \text{ g}$ 1 pont
 $V_{\text{oldat}} = \frac{m_{\text{oldat}}}{\rho_{\text{oldat}}} = \frac{8,76 \text{ g}}{1,153 \text{ g/cm}^3} = 7,60 \text{ cm}^3 \text{ 30 m/m\%-os oldatból állítható elő.}$ 1 pont
- $n = 0,0720 \text{ mol HCl}$ és $c = 0,0150 \text{ mol/dm}^3$. Ebből $V = n/c = 4,8 \text{ dm}^3$ 1 pont
 Az eredeti térfogat 0,600 dm³ volt, tehát $4,8/0,6 = 8$ -szorosára kell hígítani. 1 pont
- $n_{\text{NaOH}} = c \times V = 0,400 \text{ dm}^3 \times 0,100 \text{ mol/dm}^3 = 0,0400 \text{ mol}$ 1 pont
 A reakció egyenlete: $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 vagy 1 mol NaOH 1 mol HCl-dal lép reakcióba, 1 pont
 tehát marad $0,0720 - 0,0400 = 0,0320 \text{ mol HCl}$ 1 pont
 Mivel az elegyítés során valamennyi oldat sűrűsége 1,00 g/cm³, így a térfogatok összeadhatók.
 $V_{\text{oldat}} = 0,600 + 0,400 = 1,00 \text{ dm}^3$,
 az oldat koncentrációja $c = n/V = 0,0320 \text{ mol}/1,00 \text{ dm}^3 = 0,0320 \text{ mol/dm}^3$. 1 pont
 $\text{pH} = -\lg(0,0320) = 1,495$ 1 pont

Sz4. feladat (MINDENKINEK)**10 pont**

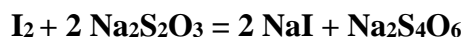
A kereskedelmi forgalmú hipónak az ún. szabad klórtartalmát (Cl_2) az oldat tömegkoncentrációjával fejezik ki. A klórtartalom meghatározása jodometriás titrálással történik.

Mérési elv:

A hipót tartalmazó mintához feleslegben kálium-jodidot adunk. A lejátszódó reakció egyenlete:



A keletkező jód mennyiségét nátrium-tioszulfát oldattal való titrálással határozzuk meg:



A kereskedelmi forgalomban kapható hipó mennyiségi elemzéséhez $0,1125 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -mérőoldatot használtunk. A rendelkezésre álló mérőlombikba $20,00 \text{ cm}^3$ hipó-mintát öntöttünk, majd a desztillált vízzel való hígítás és homogenizálás után a törzsoldat $3 \times 10,00 \text{ cm}^3$ -es részleteihez a receptúra szerinti KI-mennyiséget adtunk. A kellő reakcióidő betartása után a felszabaduló jódot a pontos koncentrációjú mérőoldattal megtitráltuk. Az átlagos fogyás $8,00 \text{ cm}^3$ -nek adódott. Válaszold meg a következő kérdéseket!

- A titrálólombikban levő oldathoz közvetlenül a titrálás megkezdése előtt keményítő oldatot adtunk. Milyen színű lett az oldat?
- Milyen színű volt az oldat, amikor elértük a titrálás végpontját?
- Hány gramm Cl_2 -t tartalmazott a törzsoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -es részlete?
- Hány cm^3 -es volt a rendelkezésre álló mérőlombik, ha a törzsoldatban lévő szabad Cl_2 mennyiség $11,25 \text{ mmol}$ volt?
- Mennyi a kereskedelmi forgalomban lévő hipó szabad klórtartalmának tömegkoncentrációja?

- A keményítőtől és a még jelen lévő jódtól az oldat sötétkék színű volt, 1 pont
- amely a sztöchiometriai mennyiségű $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -mérőoldat hatására elszíntelenedett. 1 pont
- $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c \times V = 0,00800 \text{ dm}^3 \times 0,1125 \text{ mol/dm}^3 = 9,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$. 1 pont
Ebből következnek: $n(\text{I}_2) = 4,50 \times 10^{-4} \text{ mol}$,
továbbá $n(\text{Cl}_2) = 4,50 \times 10^{-4} \text{ mol}$. 1 pont
 $m = n \times M$ alapján $0,03195 \text{ g Cl}_2$ van a törzsoldat $10,00 \text{ cm}^3$ -es részletében. 1 pont
- A törzsoldatban van $11,25 \text{ mmol}$ szabad klór, míg a $10,00 \text{ cm}^3$ mintában $0,450 \text{ mmol}$
Így $V(\text{törzsoldat}) = 10 \times 11,25 / 0,450 = 250,0 \text{ cm}^3$, a mérőlombik $250,0 \text{ cm}^3$
térfogatú volt. 2 pont
- A $250,00 \text{ cm}^3$ törzsoldatban annyi szabad klór van, mint az eredeti $20,00 \text{ cm}^3$ -es hipó-
mintában. A törzsoldatban $11,25 \text{ mmol Cl}_2$ van, így $m(\text{Cl}_2) = 11,25 \times 71,0 = 799 \text{ mg}$
($m(\text{Cl}_2) = 0,03195 \text{ g} \times 25,0 = 0,799 \text{ g}$) 1 pont
 $c_m = m_a/V$ összefüggés alapján a hipó tömegkoncentrációja $0,799 \text{ g} / 0,02 \text{ dm}^3 =$
 $39,95 \text{ g/dm}^3 \approx 40,0 \text{ g/dm}^3$ 2 pont

Nagyon tanulságos és dicséretes lehet, ha a versenyző felismeri, hogy a e.) kérdésre a válasz a reakcióegyenletek és sztöchiometria nélkül is megadható:

$$c_m = n \times M/V = 11,25 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 71,0 \text{ g} / 0,02 \text{ dm}^3 = 40,0 \text{ g/dm}^3.$$

