

Feladatsor

Elmélet

E1. feladat

15 pont

- a) A következő anyagokból válaszd ki azt a hármat, amelyek közös tulajdonsága, hogy reagálnak kálium-jodiddal! A kiválasztott anyagokkal írd fel a rendezett reakcióegyenleteket!
H₂, H₂O, H₂O₂, NaOH, NaNO₃, AgNO₃, Al(NO₃)₃, N₂, Cl₂

$2 \text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{I}_2 + 2 \text{KOH}$	Minden helyesen felírt egyenlet 2-2 pont. Ha jók a reaktánsok és termékek, de nem jól van rendezve az egyenlet, akkor csak 1 pont. Az egyenletek sorrendje felcserélhető.
$\text{KI} + \text{AgNO}_3 = \text{AgI} + \text{KNO}_3$	
$2 \text{KI} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{I}_2$	
Összesen: max. 6 pont	

- b) A következő anyagokból válaszd ki azt a hármat, amelyek közös tulajdonsága, hogy vizes oldatuk savas kémhatású! A kiválasztott anyagok esetében írd fel a kémhatást igazoló egyenletet! **Al(NO₃)₃, NH₄NO₃, NaNO₃, NaHSO₄, Na₂SO₄, NaHCO₃, NaCl, piridin, etanol**

$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+} + \text{H}_3\text{O}^+$	
$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$	Minden helyesen felírt egyenlet 1-1 pont. Az egyenletek sorrendje felcserélhető.
$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	
Összesen: max. 3 pont	

- c) A következő anyagokból válaszd ki azt a hármat, amelyek közös tulajdonsága, hogy levegőn való hevítés hatására megváltozik a színük! A kiválasztott anyagokkal írd fel a hevítés hatására bekövetkező változás kémiai egyenletét! Add meg a kiindulási vegyület és a keletkező termék színét is! **CaCO₃, Cu, CuO, Cu(OH)₂, CuSO₄, CuSO₄·5H₂O, H₂O, NaCl**

$2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$	Minden helyesen felírt egyenlet 1-1 pont. Az egyenletek sorrendje felcserélhető. Minden helyesen megadott szín 0,5-0,5 pont. Összesen: max. 6 pont
Kiindulási anyag színe: vörös	
Termék színe: fekete	
$\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$	
Kiindulási anyag színe: (világos)kék	
Termék színe: fekete	
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$	
Kiindulási anyag színe: kék	
Termék színe: fehér	

E2. feladat**10 pont**

Egy, a TNT-hez hasonló robbanóanyag, a hexogén összetétele: 16,22 tömeg% szén, 37,84 tömeg% nitrogén, 43,24 tömeg% oxigén mellett hidrogént is tartalmaz. Milyen tapasztalati képletre következtethetünk ebből?

Számolás:

$C_xH_yN_zO_w$ képletű, benne a H-tartalom $100\% - 16,22\% - 37,84\% - 43,24\% = 2,70$ tömeg%

$$x:y:z:w = \frac{16,22}{12,01} : \frac{2,70}{1,008} : \frac{37,84}{14,01} : \frac{43,24}{16,00} = 1,35:2,68:2,70:2,70 \approx$$

$$\approx 1:2:2:2$$

1 pont

1 pont

1 pont

Tapasztalati képlet: $(CH_2N_2O_2)_n$ ahol $n = 1, 2, 3, \dots$ vagy $CH_2N_2O_2$

1 pont

Moláris tömege: 222 g/mol. Mi a molekulaképlete?

Számolás:

$$n = 222 : [12,01 + (2 \cdot 1,008) + (2 \cdot 14,01) + (2 \cdot 16,00)] = 3$$

Molekulaképlet: $C_3H_6N_6O_6$ vagy $(CH_2N_2O_2)_3$

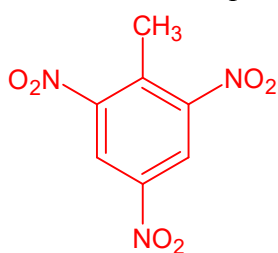
1 pont

Mit rövidít a TNT név? Írd fel szerkezeti képletét! A TNT szabályos neve: 2-metil-1,3,5-trinitrobenzol.

Mit rövidít a TNT?

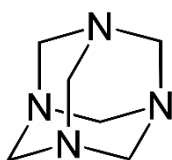
trinitro-toluol

1 pont

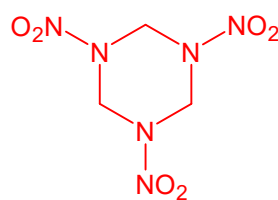
TNT szerkezeti képlete:

2 pont

A hexogén előállítható a lent látható hexametilén-tetraminból (aminek a szabályos neve: 1,3,5,7-tetraaza-triciklodekán), tömény salétromsavval. A hexogén nem aromás, de gyűrűs vegyület. Mi lehet a szerkezeti képlete, ha tudjuk, hogy benne N–N kötések vannak?



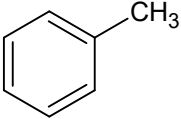
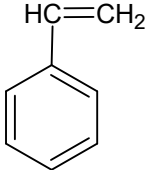
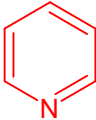
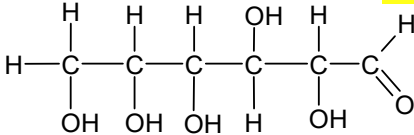
A hexametilén-tetramin
(1,3,5,7-tetraaza-
triciklodekán) szerkezete

Hexogén szerkezeti képlete:

2 pont

E3. feladat
15 pont

a) Töltsd ki a táblázat hiányzó adatait!

Sorszám	A vegyület szabályos vagy hétköznapi neve:	A vegyület atomcsoportos képlete:
1.	2-klórbután	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\overset{\text{Cl}}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_3$
2.	2-hidroxi-propánsav vagy tejsav	$\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{COOH}$
3.	metilbenzol vagy toluol	
4.	buta-1,3-dién	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
5.	i-bután vagy 2-metilpropán	$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_3$
6.	aminoecetsav vagy glicin	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} \text{ vagy } ^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$
7.	vinil-benzol vagy sztírol	
8.	1,2-diklóretén	$\text{ClCH}=\text{CHCl}$
9.	piridin	
10.	szőlőcukor vagy glükóz vagy D-glükóz	

 Minden helyesen felírt név vagy képlet 1-1 pont.
 Összesen: max. 10 pont

- b) A következő sorokban olyan kémiai fogalmak, jelenségek, reakciótípusok vannak, amelyek az előző oldali táblázatban szereplő vegyületekre vonatkoznak. Az állítások utáni oszlopba írd be a megfelelő vegyület sorszámát (1-10)! Minden szám csak egyszer szerepelhet!

Paraffin, és a molekulájában van harmadrendű szénatom.	5
Heteroaromás vegyület.	9
Van olyan reakciója, melyben a Zajcev-szabály érvényesül.	1
A polimerizációja szintetikus kaucsukot eredményez.	4
Vizes oldatban a molekula ikerionként van jelen.	6
A molekula gyűrűs szerkezete is ismert.	10
A molekulának <i>cisz-transz</i> izomerje van.	8
Hosszú ideig az izomláz okozójának hitt, optikailag aktív vegyület.	2
Poliaddíciós termékét nem vulkanizálják.	7
Halogénnel való szubsztitúciós reakciója az alkalmazott katalizátor anyagi minőségétől függően az oldallácon, vagy az aromás gyűrű szénatomján megy végbe.	3

Összesen: max. 5 pont
Minden helyes sorszám 0,5-0,5 pont.

E4. feladat

8 pont

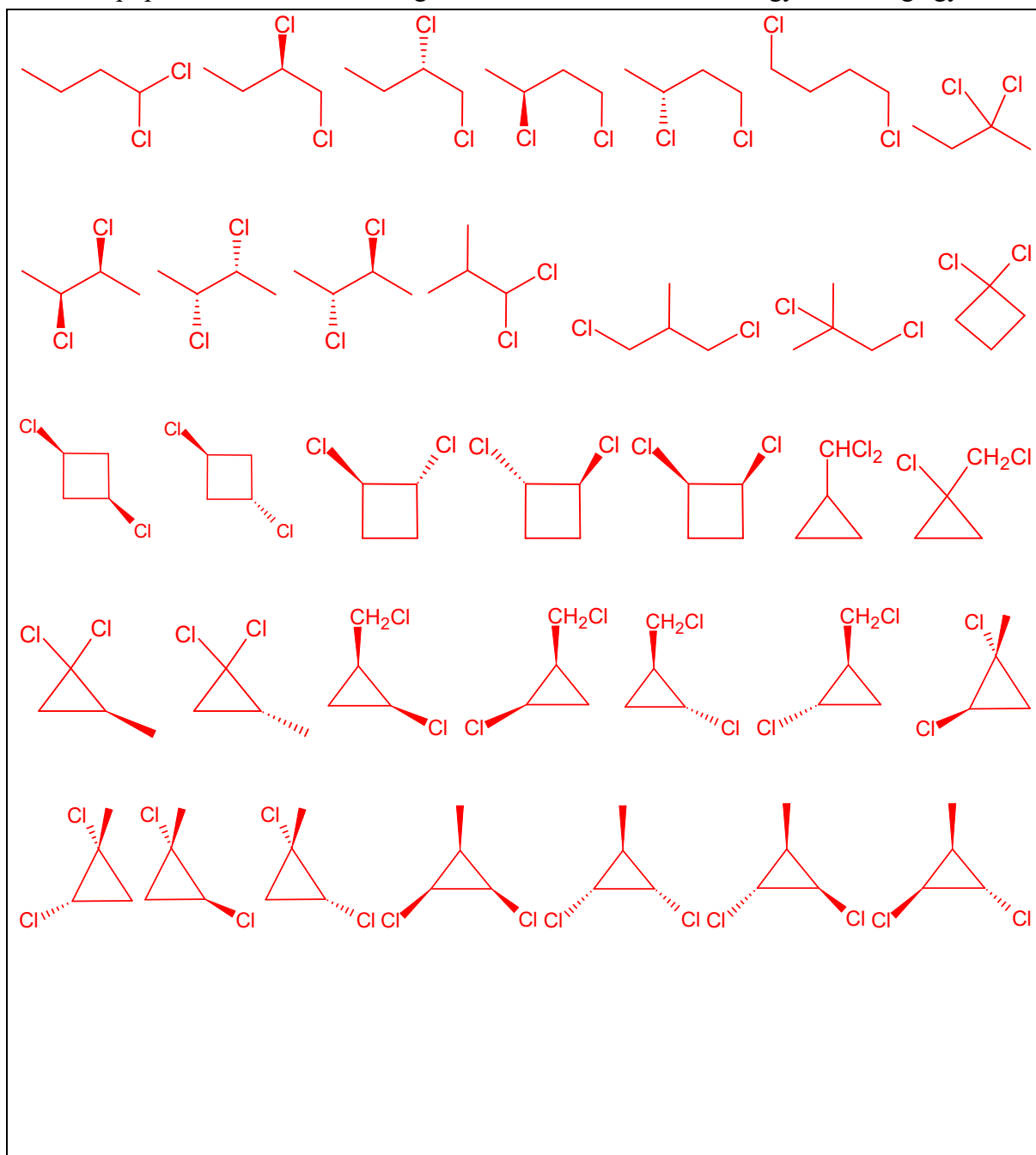
Állítsd növekvő sorrendbe az alábbi anyagokat az alábbi tulajdonságok alapján:

C–C–C kötőszöge alapján: benzol, ciklohexán, propin				
ciklohexán	<	benzol	<	propin
forráspont alapján: <i>n</i>-pentán, neopentán (2,2-dimetilpropán), pentanol, ciklopentanon				
neopentán	<	<i>n</i> -pentán	<	ciklopentanon < pentanol
izomerjeinek száma alapján: pentán, propán, butén, bután				
propán	<	bután	<	pentán < butén
a szénatom oxidációs állapota szerint: metán, szénsav, metanol, formamid				
metán	<	metanol	<	formamid < szénsav

Csak teljesen jó sorbaállításra jár pont, soronként 2-2 pont!

E5. feladat**20 pont**

Rajzold fel a 35 lehetséges közül 20 (azaz maximum 20!), négy szénatomos telített vegyület szerkezeti képletét, amelyek a szén- és hidrogénatomokon kívül két klóratomot tartalmaznak! A tükörképi párok is külön-külön megoldásnak számítanak, ha nem egyeznek meg egymással!



Minden helyes szerkezet 1-1 pont. **Összesen: max. 20 pont (akkor is, ha többet felrajzolt!)** Ha vannak hibásak is, azért nem jár pontlevonás.

E6. feladat**10 pont**

Egy kémcsőállványban 4 kémcsőben oldatok voltak. A kémcsövek jelölése: A, B, C és D. A kémcsövekben az alábbi öt vegyület vizes oldata közül négy található meg: **cink(II)-klorid**, **kálium-jodid**, **ólom(II)-nitrát**, **réz(II)-klorid**, **hidrogén-klorid**. Az alábbiakat tudjuk a kémcsövekben levő oldatokról:

- A: színtelen oldat
- B: kékszínű oldat
- C: színtelen oldat
- D: színtelen oldat

Kísérletek: valamennyi mintából kémcsövekbe kb. fél ujjnyi magasságú folyadékot töltöttünk.

Minden oldatot minden másikkal összeöntöttünk, és az alábbi tapasztalatokat jegyeztük fel:

- A + B: fehér csapadék
 A + C: fehér csapadék
 A + D: élénksárga csapadék
 B + D: fekete csapadék, az oldat színe halványodik

(A felsorolásban nem szereplő párok esetén nem tapasztaltunk változást.)

Határozd meg, hogy melyik kémcső mit tartalmazott, és írd fel a megadott tapasztalatokat leíró reakcióegyenleteket!

Tapasztalatok elemzése

A fentebb szereplő ismereteknek a birtokában határozd meg, milyen vegyületet tartalmaznak az A, B, C és D kémcsövek! A vegyületeket ne névvel, hanem képlettel add meg!

Az egyes kémcsövekben lévő vegyületek:

	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat
Vegyület:	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	CuCl_2	HCl	KI

A kimaradt vegyület:

ZnCl_2

Mind az 5 jó képlet jó helyen 1-1 pont, összesen 5 pont.

Írj reakcióegyenletet minden csapadékképződéssel járó reakcióhoz! Akármilyen reakció-egyenlet (akár ionegyenlet is) elfogadható, de csak ha helyesek a képletek és jó a rendezés!

Reakcióegyenletek

Kémcsövek betűjelei:	Az összeöntés során bekövetkezett változások reakcióegyenletei:
A + B	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{CuCl}_2 = \text{PbCl}_2 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ vagy $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{PbCl}_2$ 1 pont
A + C	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HCl} = \text{PbCl}_2 + 2\text{HNO}_3$ vagy $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{PbCl}_2$ vagy $\text{Pb}^{2+} + 2\text{HCl} = \text{PbCl}_2 + 2\text{H}^+$ 1 pont
A + D	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} = \text{PbI}_2 + 2\text{KNO}_3$ vagy $\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- = \text{PbI}_2$ 1 pont
B + D	$2\text{CuCl}_2 + 4\text{KI} = 2\text{CuI} + \text{I}_2 + 4\text{KCl}$ vagy $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} + \text{I}_2$ 2 pont (Ha jó a keletkezett termékek közül vagy a CuI (esetleg Cu^+) vagy a I_2 vagy mindkettő, de nem jó a rendezés: 1 pont)

Számolás

Sz1. feladat

22 pont

Két háztulajdonos vitatkozik, hogy melyikük fűtési rendszere korszerűbb és gazdaságosabb. Aladár elektromos fűtőfóliát telepített, mely az elektromos áram hőhatását szinte teljes mértékben kihasználva, a padlót melegíti. Béla kondenzációs gázkazánt terveztetett a házába, melynek lényege, hogy az égéstermékek a hagyományos gázkazánoknál alacsonyabb hőmérsékleten távoznak a kéményen át. A kondenzációs kazánokban – ahogy a nevük is utal erre – a füstgázok vízgőztartalma már jórészt a készülék belsejében lecsapódik, így a fűtési rendszernek átadja a benne rejlő rejtett hőenergiát is.¹

Béla havi földgázfogyasztása – mely csak fűtésre fordítódik – mintegy 200 m³ egy átlagos téli hónapban. A szolgáltató tájékoztatása alapján a gáz összetétele 97% metán, 1% etán, a többi gáz mennyisége elhanyagolható.

- Írd fel a földgáz égésének kémiai egyenleteit, és számítsd ki a folyamatok reakcióhőjét hagyományos és kondenzációs gázkazán esetére is! (Tételezzük fel, hogy a hagyományos kazánban csak vízgőz, a kondenzációsban csak cseppfolyós víz keletkezik!)
- Mennyi a földgáz égéshője a két esetben MJ/m³ egységben kifejezve, standard állapotban?
- Mennyi lenne Béla havi fogyasztása, ha nem kondenzációs kazánja lenne? Mennyit spórol egy hónapban, ha egy m³ gáz ára 100 Ft körül van?
- Hány kWh villamos energia tudná Béla házának energiaigényét fedezni és ez mennyibe kerülne, ha tudjuk, hogy 1 kWh más mértékegységben 3,6 MJ-nak felel meg? 1 kWh villamos energia ára közelítőleg 35 Ft. Energiatartalmukat nézve melyik az olcsóbb?
- Hány tonna szén-dioxid távozik évente Béla kéményén, ha évente 1500 m³ földgázt fogyaszt?

A következő képződéshő adatok ismertek: $\Delta_f H(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}_{(f)}) = -286 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -242 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H(\text{CH}_4) = -75 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_f H(\text{C}_2\text{H}_6) = -84 \text{ kJ/mol}$.

- $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (1. egyenlet) 1 pont
 $\text{C}_2\text{H}_6 + 3,5 \text{ O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$ (2. egyenlet) 1 pont
 $\Delta_r H = [(-394)+2(-242)]-[-75] = -803 \text{ kJ/mol}$ (1. vízgőzzel – hagyományos) 1 pont
 $\Delta_r H = [(-394)+2(-286)]-[-75] = -891 \text{ kJ/mol}$ (1. foly. vízzel – kondenzációs) 1 pont
 $\Delta_r H = [2(-394)+3(-242)]-[-84] = -1430 \text{ kJ/mol}$ (2. vízgőzzel – hagyományos) 1 pont
 $\Delta_r H = [2(-394)+3(-286)]-[-84] = -1562 \text{ kJ/mol}$ (2. foly. vízzel – kondenzációs) 1 pont
- 1 m³ földgáz standard állapotban 1000/24,5 = 40,8 mol 1 pont
Ebből metán: 40,8 mol · 0,97 = 39,6 mol → 39,6 mol · 0,803 MJ/mol = 31,8 MJ
(hagyományos) vagy 35,3 MJ (kondenzációs) 2 pont

¹ KIEGÉSZÍTÉSEK az Sz1 feladathoz, melyek ismerete nem szükséges a feladat megoldásához:

Valójában sem a normál kazánban, sem a kondenzációsban nem használódik fel a teljes képződött hő, hiszen az égéshőben mind a kiindulási anyagok, mind az égéstermékek normál állapotúak, tehát a forró füstgázok által elvitt látens hőt a számítások elhanyagoljuk. Ez a kondenzációs kazán előnyéhez képest nyilván nem sok, de elvi hiba.

Ha kiszámolnánk, hogy egy gázzal működő hőerőmű mennyi szén-dioxidot ereszt ki ahhoz, hogy a feladatban kiszámolt adott hőt kiadó villamos fűtőrendszer energiamennyiséget megtermelje, sokkal több tonna szén-dioxid jönne ki, tekintettel arra, hogy a gázturbinás hőerőművek a bevitt szénhidrogén égéshőjének csak 20-40%-át hasznosítják, a feladatban meg szinte az egészet. Ezért is olyan drága a villamosenergia, de egyáltalán nem környezetbarátabb, ha hőerőművekben állítjuk elő.

- Etán: $40,8 \text{ mol} \cdot 0,01 = 0,408 \text{ mol} \rightarrow 0,58 \text{ MJ}$ (hagyományos) vagy $0,64 \text{ MJ}$ (kond.) 2 pont
- Így az égéshő: $32,4 \text{ MJ/m}^3$ vagy $35,9 \text{ MJ/m}^3$. 1 pont
- c) Béla fogyasztása havonta $200 \cdot 35,9 / 32,4 = 221,6 \text{ m}^3$ lenne. 1 pont
- Havonta $21,6 \text{ m}^3$ -t, azaz $21,6 \cdot 100 = 2160 \text{ Ft}$ -ot takarít meg. 2 pont
- d) $200 \cdot 35,9 / 3,6 = 1994 \text{ kWh}$, ami $1994 \cdot 35 = 69805 \text{ Ft}$, a gáz lényegesen olcsóbb. 2 pont
- e) 1500 m^3 az $1500 \cdot 40,8 \text{ mol} = 61200 \text{ mol}$ földgáz. 1 pont
- Ebből metán 59364 mol , amiből szén-dioxid keletkezik 59364 mol . 1 pont
- Etán 612 mol , amiből szén-dioxid keletkezik 1224 mol . 1 pont
- Összesen 60588 mol CO_2 , ami $2665872 \text{ g} = 2,67 \text{ t}$. 2 pont

Sz2.

22 pont

Valamely szénhidrogént (A) 1:1 anyagmennyiség arányban klórgázzal reagáltatnak. Amennyiben a vegyület homológ sorozatának következő tagjával (B) is elvégzik ugyanezt a reakciót, akkor a halogénezett származék moláris tömege 11,08%-kal tér el az előző klórozott vegyület moláris tömegétől. Mi a két szénhidrogén (A és B) neve? Addíció vagy szubsztitúció történt? Nevezd meg az A szénhidrogén klórozásával előállítható vegyületeket, és írd fel a szerkezeti képletüket! *Fontos, hogy a címlapon található periódusos rendszerben szereplő pontos atomtömegekkel számolj!*

Ha azt feltételezzük, hogy szubsztitúció történik, akkor az első klórozott szénhidrogén a C_xH_yCl lesz, ennek a moláris tömege: $M_{A-Cl} = 12,01x + 1,008y + 35,45$ 1 pont

Szomszédos tagjának moláris tömege: a $-CH_2-$ (metilén csoport) miatt $12,01 + (2 \cdot 1,008) = 14,026 \text{ g/mol}$ -al nagyobb. 1 pont

ha 11,08% eltérés = $14,026 \text{ g}$, 1 pont

akkor 100% = $126,59 \text{ g}$, ennyi a klórozott vegyület moláris tömege (M_{A-Cl}) 1 pont

$M_{A-Cl} = 12,01x + 1,008y + 35,45$ alapján:

$126,59 = 12,01x + 1,008y + 35,45 \rightarrow 91,14 = 12,01x + 1,008y$. 2 pont

Ennek alapján megállapítható, hogy „x” legnagyobb értéke 7 lehet, ekkor $y = 7$, azaz A-Cl képlete C_7H_7Cl és A képlete C_7H_8 . 2 pont

(Amennyiben $y = 6$ lenne, akkor $y = 19$ lenne ($C_6H_{19}Cl$ és C_6H_{20}), ez semmiképp nem lehet megoldás.)

Ha azt feltételezzük, hogy addíció történik, akkor az első klórozott szénhidrogén a $C_xH_yCl_2$ lesz, ennek a moláris tömege: $M_{A-Cl_2} = 12,01x + 1,008y + 2 \cdot 35,45$ 1 pont

Szomszédos tagjának moláris tömege: a $-CH_2-$ (metilén csoport) miatt $12,01 + (2 \cdot 1,008) = 14,026 \text{ g/mol}$ -al nagyobb. Erre már nem kell ismét pontot adni.

ha 11,08% eltérés = $14,026 \text{ g}$,

akkor 100% = $126,59 \text{ g}$, ennyi a klórozott vegyület moláris tömege (M_{A-Cl_2})

$M_{A-Cl_2} = 12,01x + 1,008y + 2 \cdot 35,45$ alapján:

$126,59 = 12,01x + 1,008y + 70,90 \rightarrow 55,69 = 12,01x + 1,008y$. 2 pont

Ennek alapján megállapítható, hogy „x” legnagyobb értéke 4 lehet, ekkor $y = 7,59$, azaz nem addíció történik, mert ez nem egész szám! 2 pont

Tehát szubsztitúció történik (ha ezt nem fogalmazza meg így, de leírja pl., hogy nem lehet addíció és/vagy a feladat folytatásában a monoklór származékkal foglalkozik, akkor is jár az 1 pont). 1 pont

A vegyületben nincs kettős kötés (másképp addíció lenne), így a C_7H_8 képletben gyűrű(k) és delokalizált kettős kötések lehetnek csak. A keresett szénhidrogén a metilbenzol (toluol, A), illetve az etilbenzol (B).

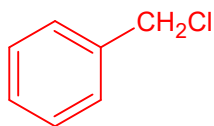
2 pont

A klórozás katalizátortól függően történhet oldalláncban (UV-fény), vagy az aromás gyűrű szénatomjain; ez utóbbi esetben *orto*- vagy *para*-helyzetben.

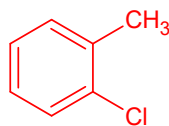
Minden helyes név és képlet

1-1 pont.

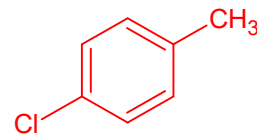
6 pont



benzil-klorid (vagy fenil-
klórmétán vagy α -klórtoluol)



orto-klórtoluol (vagy 1-klór-
2-metilbenzol)



para-klórtoluol (vagy 1-
klór-4-metilbenzol)

Sz3.

10 pont

X gramm X tömeg%-os kénsavoldatban X gramm kén-trioxidot oldva a kénsav tömegszázalékának számértéke X-szel növekszik. Mennyi az X értéke?

100 g oldatban van X g kénsav, tehát X g oldatban van $X^2/100$ g kénsav.

1 pont

Ha ebben feloldok X g kén-trioxidot, akkor az oldat tömege 2X g lesz,

1 pont

a benne lévő kénsav tömeg%-a 2X, azaz a kénsav tömege $4X^2/100$ g.

1 pont

A reakció egyenlete: $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$

1 pont

80,06 g SO_3 -ból ez alapján lesz 98,076 g H_2SO_4 , azaz X g SO_3 -ból lesz $98,076/80,06 \cdot X = 1,225X$ g H_2SO_4 .

2 pont

A kénsav mennyisége a kétféle számolás alapján ugyanannyi kell, hogy legyen, azaz $X^2/100 + 1,225X = 4X^2/100$.

2 pont

Ezt megoldva (nem kell tudni hozzá a másodrendű egyenlet megoldóképletét, mert nincs nulladrendű része, vagyis lehet az egész X-szel osztani): $X = 40,843$.

2 pont

Sz4.

15 pont

A Bejrútban 2020. augusztus 4-én történt nagy robbanást ammónium-nitrát okozta, amelyet az óvatossági szabályokat figyelmen kívül hagyva tároltak. Az ammónium-nitrát sűrűsége $1,72 \text{ g/cm}^3$, magas hőmérsékleten úgy bomlik, hogy belőle csak nitrogén, oxigén és víz keletkezik.

a) Mi a bomlási reakció egyenlete?

b) Becsüld meg, hogy mekkora lehet a nyomás egy $10\,000 \text{ m}^3$ térfogatú, robbanás előtt 35°C hőmérsékletű és légköri nyomású raktáráépületben, ha benne 2700 tonna ammónium-nitrát hirtelen felrobban és közben a hőmérséklet 1500°C -kal növekszik?² Vedd figyelembe, hogy a raktárban eredetileg is volt valamennyi levegő, amelynek az összetételét az egyszerűség kedvéért tekintjük 80 mol% N_2 -nek és 20 mol% O_2 -nek.

a) $2NH_4NO_3 \rightarrow 4H_2O + 2N_2 + O_2$

1 pont

b) 2700 tonna ammónium-nitrát = $2700000 \text{ kg}/(80,052 \text{ kg/kmol}) = 33730 \text{ kmol}$.

1 pont

Ebből a robbanás során lesz 67460 kmol H_2O , 33730 kmol N_2 és 16865 kmol O_2 .

2 pont

² KIEGÉSZÍTÉS az Sz4 feladathoz, mely nem szükséges a feladat megoldásához:

A hőmérsékletnövekedést (ha nem lenne megadva a feladatban) akár kiszámolhatnánk a következő termodinamikai adatokból is: az ammónium-nitrát képződéshője $-365,6 \text{ kJ/mol}$, a vízgőzé $-241,8 \text{ kJ/mol}$; a vízgőz mólhője $25,3 \text{ J/K/mol}$, az oxigéné $21,1 \text{ J/K/mol}$, a nitrogéné $20,8 \text{ J/K/mol}$.

Az épületben levő NH_4NO_3 térfogata: $2700000 \text{ kg}/(1720 \text{ kg/m}^3) = 1570 \text{ m}^3$ 1 pont

Az épületben eleve volt $10\,000 \text{ m}^3 - 2700000 \text{ kg}/(1720 \text{ kg/m}^3) = 8430 \text{ m}^3$ levegő. 1 pont

A 35°C -os, légköri nyomású levegő anyagmennyisége:

$$n = \frac{8430 \text{ m}^3 \cdot 101325 \text{ Pa}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 308 \text{ K}} =$$
 2 pont

$$3,34 \cdot 10^5 \text{ mol} = 334 \text{ kmol.}$$
 1 pont

$$\text{Ebből } 334 \text{ kmol} \cdot 0,8 = 267 \text{ kmol } \text{N}_2 \text{ és } 334 \text{ kmol} \cdot 0,2 = 67 \text{ kmol } \text{O}_2.$$
 1 pont

Így összesen robbanás után 67460 kmol vízgőz, 33997 kmol nitrogén és 16932 kmol oxigén lesz a raktárépületben. 1 pont

$$\text{A gázok teljes anyagmennyisége } 67460 \text{ kmol} + 33997 \text{ kmol} + 16932 \text{ kmol} = 118389 \text{ kmol.}$$
 1 pont

$$\text{A hőmérséklet } 308 + 1500 = 1803 \text{ K}$$
 1 pont

Így az ideális gáztörvénnyel a nyomást meg lehet becsülni: $p =$

$$\frac{118389000 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 1803 \text{ K}}{10000 \text{ m}^3} = 1,77 \cdot 10^8 \text{ Pa} = 177 \text{ MPa}$$
 2 pont

(Ez nagyjából a légköri nyomás 1770-szerese.)

Sz5.

13 pont

70,00 tömeg%-os foszforsav-oldat és 50,00 tömeg%-os nátrium-hidroxid-oldat 7:12 tömegarányban összeöntött oldata közömbösíti egymást. A keletkező 57,76 gramm tömegű anyag maradék nélkül, teljes egészében kristályos só.

Mi a kristályos só képlete? Hány gramm a közömbösített foszforsav-oldat tömege? A kiindulási oldatok oldószeréül használt víz tömege hány %-át teszi ki a kristályvíz tömegének?

A közömbösítés után oldat nem marad, tehát az összeöntött oldatok tömegének az összege is 57,76 g volt. 1 pont

Ha X a foszforsav-oldat tömege, akkor a nátrium-hidroxid-oldaté $(57,76 - X)$ g, 1 pont
és mivel $X/(57,76 - X) = 7/12$, így X értéke kiszámolható: 21,28 g a közömbösített foszforsav-oldat tömege. 1 pont

Vegyünk tehát 21,28 g foszforsav-oldatot (ez $21,28 \cdot 0,70 = 14,896 \text{ g } \text{H}_3\text{PO}_4$, 1 pont

aminek az anyagmennyisége $14,896 \text{ g}/(97,994 \text{ g/mol}) = 0,152 \text{ mol}$) 1 pont

és $57,76 - 21,28 = 36,48 \text{ g}$ nátrium-hidroxid-oldatot (ez $36,48 \cdot 0,50 = 18,24 \text{ g } \text{NaOH}$, 1 pont

aminek az anyagmennyisége $18,24 \text{ g}/(39,998 \text{ g/mol}) = 0,4560 \text{ mol}$). 1 pont

Közömbösítéskor Na_3PO_4 keletkezik ($0,1520 \text{ mol}$, azaz $0,1520 \cdot 163,94 = 24,92 \text{ g}$), vagyis a víz teljes mennyisége $57,76 \text{ g} - 24,92 \text{ g} = 32,84 \text{ g}$, 1 pont

ami $32,84 \text{ g}/(18,016 \text{ g/mol}) = 1,823 \text{ mol}$. 1 pont

A kristályvizek száma tehát $1,823 \text{ mol}/0,152 \text{ mol} = 12$, a képlet tehát $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$. 2 pont

Az eredeti oldószer tömege $21,28 \cdot 0,3 + 36,48 \cdot 0,5 = 24,624 \text{ g}$, 1 pont

ez a $32,84 \text{ g}$ -nak $24,624/32,84 = 0,75$ része, azaz 75%-a. 1 pont

Sz6.

20 pont

$250,00 \text{ cm}^3$ térfogatú $1,075 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű 2,28 anyagmennyiség%-os kénsavoldatot $8,00 \text{ A}$ -es egyenárammal elektrolizáltunk. A folyamat végén kapott oldat 11,75 tömeg%-os és $1,078 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű.

a) Számítsd ki a kénsavoldat tömegét az elektrolízis végén!

- b) Nevezd meg az elektródokat, írd fel a rajtuk végbemenő reakciók egyenleteit!
- c) Mennyi ideig tartott az elektrolízis?
- d) Az elektrolízis végén kapott oldat $1,00 \text{ cm}^3$ -ét 100-szorosára hígítjuk. Hány cm^3 térfogatú, 12,00-es pH-jú NaOH-oldat közömbösíti ennek az oldatnak a $10,00 \text{ cm}^3$ -ét?

A kiindulási kénsavoldat tömege $250,00 \text{ cm}^3 \cdot 1,075 \text{ g/cm}^3 = 268,75 \text{ g}$

1 pont

A kiindulási kénsavoldat 100 móljában van $2,28 \text{ mol H}_2\text{SO}_4$ (ennek a tömege $2,28 \cdot 98,076 = 223,61 \text{ g}$) és $97,72 \text{ mol}$ víz (ennek a tömege $97,72 \cdot 18,016 = 1760,52 \text{ g}$), így a 100 mol oldat tömege $223,61 + 1760,52 = 1984,13 \text{ g}$ lenne.

1 pont

Mivel nincs ennyi oldatunk, csak $268,75 \text{ g}$, így persze arányosan ($268,75/1984,13 = 0,13545$ -ször) kevesebb benne a kénsav és a víz:

- H_2SO_4 : $0,308826 \text{ mol}$, $30,29 \text{ g}$

1 pont

- H_2O : $13,236174 \text{ mol}$, $238,46 \text{ g}$

1 pont

a) Az elektrolízis végén ugyanennyi lesz a kénsav ($30,29 \text{ g}$), és ez ekkor már $11,75$ tömeg%, azaz a teljes oldat tömege (100%) $30,29 \cdot 100/11,75 = 257,79 \text{ g}$.

2 pont

b) Anód (oxidáció): $3\text{H}_2\text{O} = 2\text{e}^- + 0,5\text{O}_2 + 2\text{H}_3\text{O}^+$ vagy $\text{H}_2\text{O} = 2\text{e}^- + 0,5\text{O}_2 + 2\text{H}^+$

1 pont

Katód (redukció): $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

1 pont

c) Az elektrolízis során vízbontás történt. A reakcióban $268,75 - 257,79 = 10,96 \text{ g}$ víz bomlott el; ez $10,96/18,016 = 0,608 \text{ mol}$ víz bomlása,

2 pont

amihez $2 \cdot 0,608 = 1,216 \text{ mol}$ elektron kell.

1 pont

Ez megfelel $96500 \cdot 1,216 = 117344 \text{ C}$ töltésnek,

1 pont

azaz $117344 \text{ C}/8,00 \text{ A} = 14668 \text{ s}$ időnek ($4,07$ óra).

1 pont

d) Olyan ez, mintha az elektrolízis végén $0,1 \text{ cm}^3$ kénsavoldatot titrálnánk.

1 pont

$m(\text{oldat}) = 0,10 \cdot 1,078 \text{ g} = 0,1078 \text{ g}$

1 pont

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1078 \cdot 0,1175 \text{ g} = 0,01267 \text{ g}$

$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,293 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

1 pont

$n(\text{NaOH}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

1 pont

Ha $\text{pH} = 12,00$, akkor $c_{\text{NaOH}} = 0,01 \text{ mol/dm}^3$,

2 pont

így $V(\text{NaOH}) = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol}/(0,01 \text{ mol/dm}^3) = 2,58 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3$ vagy $25,8 \text{ cm}^3$.

1 pont