

II. kategória

Döntő



XI. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny

II. kategória feladatainak megoldása

A feladatsorokat lektorálta:

Borszák István Mihály

Együttműködő partnerek:



Támogatók:



Nemzeti Tehetség
Program



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM

NTP-TMV-24-0109



NEMZETI KULTURÁLIS
TÁMOGATÁSKEZELŐ



GEDEON RICHTER LTD.



Döntő (02.28.-03.01.)

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

II. kategória
Döntő



XI. Oláh György

Országos Középiskolai

Kémiaverseny

A feladatokat írta:

Balázs Bálint

Pócsik Bálint

Dúzs Zsuzsanna

Fehér Anna

Fenyvesi Bence

Maróti Lelle

Nagy Orsolya

Márton Ágnes

Nagy Dóra

Köszönjük munkájukat!

Döntő (02.28.-03.01.)

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

II. kategória

Döntő



XI. Oláh György

Országos Középiskolai

Kémiaverseny

1) Feleletválasztás (10p)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B	A	B	A	A	B	B	A	B	A
D	C	E	D	C	C	C	B	C	B
				E		D	C		D

Döntő (02.28.-03.01.)

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

2) Számolási feladat (17p)

a) 2p

igen

1p

egyenlet felírásával kiderül, hogy egy-egy aránynál biztosan nagyobb kell a cikloalkán elégetéséhez

1p

vagy a kiszámított 52,2 g/mol-os füstgáz móltömeeggel is lehet indokolni, ami nagyobb, mint bármilyen szén-dioxid+víz elegy átlagos móltömege => maradt elreagálatlan szénhidrogén

b) 10p

A füstgáz átlagos móltömege:

$$M = \frac{dRT}{p} = \frac{2299 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 273,15 \text{ K}}{100000 \text{ Pa}} = 52,21 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad 1\text{p}$$

Vegyünk egy 1:1 molarányú $C_nH_{2n}:O_2$ elegyet!

A reakcióegyenlet:



Ha az egyenlet rossz, elvi hibás a megoldás, nem jár pont innentől.

[mol]	C_nH_{2n}	O_2	CO_2	H_2O
Kiindulási	1	1	0	0
Átalakul	$-\frac{2}{3n}$	-1	$+\frac{2}{3}$	$+\frac{2}{3}$
Marad	$1 - \frac{2}{3n}$	0	$+\frac{2}{3}$	$+\frac{2}{3}$

Az átlagos moláris tömegre felírható egyelőség másodfokú egyenletre vezet:

$$M = \frac{\left(1 - \frac{2}{3n}\right) \cdot M_{CH_2} \cdot n + \frac{2}{3} M_{CO_2} + \frac{2}{3} M_{H_2O}}{\left(1 - \frac{2}{3n}\right) + \frac{2}{3} + \frac{2}{3}} \quad 3\text{p}$$

Rendezve:

$$0 = 3M_{CH_2} \cdot n^2 + \left(2(M_{CO_2} + M_{H_2O} - M_{CH_2}) - 7M\right) \cdot n + 2M$$

Megoldva n-re ($M_{CH_2} = 14 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$; $M_{CO_2} = 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$; $M_{H_2O} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$):

$$n = 5,97 \approx 6 \quad 2\text{p}$$

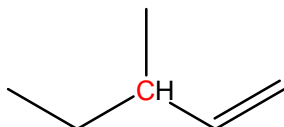
Tehát a cikloalkán összegképlete: C_6H_{12}

1p

c) 4 db ilyen van, nincs királis köztük

2p

d) 3p



1p

3 - metilpent(- 1 -)én

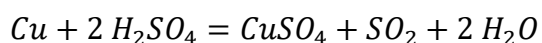
1p

a pirossal jelölt szén a kir. centrum

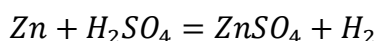
1p

3) Számolási feladat (22p)

a) Írd fel a kénsavas oldás közben lejátszódó reakció(k) rendezett egyenletét!

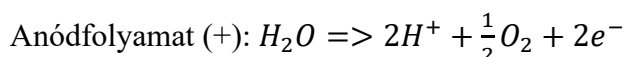


1p

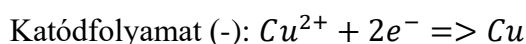


1p

b) Mi a lejátszódó anód- és a katód folyamat 14:00-kor? Írd fel ezek egyenletét! Indokold, miért ez a katód folyamat játszódik le! Jelöld, melyik elektród a pozitív és melyik a negatív!

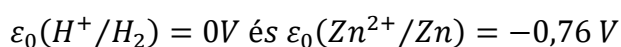
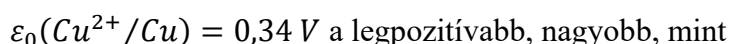


2,5p



1,5p

Indoklás:



1p

Vagy más egyenértékű.

c) Mi az ötvözet tömegszázalékos összetétele?

Az anódon fejlődő oxigéngáz anyagmennyisége 10 perc alatt:

$$n_{\text{O}_2} = \frac{pV_{\text{O}_2}}{RT} = \frac{101,325 \text{ kPa} \cdot 65 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (22+273,15)\text{K}} = 2,684 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

1p

Vagy a móltérfogat $RT/p = 24,22 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}$, ezzel is lehet számolni.Ebből számítható az elektrolízis során a tényleges/effektív áramerősség ($z=4$, mivel 1 mol oxigéngáz fejlődéséhez 4 mol elektron szükséges az anódon):

Döntő (02.28.-03.01.)

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



$$I = \frac{Q}{t} = \frac{nzF}{t} = \frac{2,684 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 4 \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}}{10 \cdot 60 \text{ s}} = 1,727 \text{ A} \quad 2\text{p}$$

Az ötvözet kénsavas oldásakor fejlődő gáz összes anyagmennyisége:

$$n_{\text{ö}} = \frac{V_{\text{ö}}}{V_m} = \frac{0,800 \text{ dm}^3}{24,22 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol}}} = 0,03303 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

Ez egyenlő az összes fém mennyiségével, mivel mindkét egyenletben 1:1 a sztöchiometriai arány. *Elég, ha a megoldásból derül ki. Ha ez rossz, akkor a feladat további, ebből következő része elvi hibának minősül.*

Tehát:

$$n_{\text{fém}} = n_{\text{ö}} = 0,03303 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

A gáz akkor kezd leválni a katódon, ha az összes réz levált már. *Ez elég, ha a megoldásból derül ki. Ha ez rossz, akkor a feladat további, ebből következő része elvi hibának minősül.*

Az összes réz anyagmennyisége tehát:

$$n_{\text{Cu}} = \frac{It_{\text{teljes}}}{zF} = \frac{1,727 \text{ A} \cdot 50 \cdot 60 \text{ s}}{2 \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 0,02684 \text{ mol} \quad 2\text{p}$$

A cink anyagmennyisége ebből:

$$n_{\text{Zn}} = n_{\text{ö}} - n_{\text{Cu}} = 0,03303 \text{ mol} - 0,02684 \text{ mol} = 0,006194 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

A réz és a cink tömege a mintában:

$$m_{\text{Cu}} = n_{\text{Cu}} \cdot M_{\text{Cu}} = 0,02684 \text{ mol} \cdot 63,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1,704 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

$$m_{\text{Zn}} = n_{\text{Zn}} \cdot M_{\text{Zn}} = 0,006194 \text{ mol} \cdot 65,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,4051 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

A tömegszázalékos összetétel (a kettő együtt): 1p

$$w_{\text{Cu}} = \frac{m_{\text{Cu}}}{m_{\text{Cu}} + m_{\text{Zn}}} = \frac{1,704 \text{ g}}{1,704 \text{ g} + 0,4051 \text{ g}} = 80,8\%$$

$$w_{\text{Zn}} = 100\% - w_{\text{Cu}} = 100\% - 80,8\% = 19,2\%$$

d) Mekkora az elektrolízis hatásfoka?

A hatásfok az effektív és a mért áramerősség hányadosa:

$$\eta = \frac{I}{I_{\text{mért}}} = \frac{1,727 \text{ A}}{2 \text{ A}} = 86,3\% \quad 1\text{p}$$

e) Hány mL kénsavfelesleget alkalmazott a sárgaréz minta oldásakor Tivadar? Ez hány százalékos kénsavfelesleget jelent?

A minta oldásához szükséges kénsav anyagmennyisége:

$$n_{sav} = n_{Zn} + 2 \cdot n_{Cu} = 0,006194 \text{ mol} + 2 \cdot 0,02684 \text{ mol} = 0,05987 \text{ mol} \quad 1,5\text{p}$$

Ha ez nem volt jó, az elvi hiba.

A szükséges kénsav tömege, ebből a szükséges kénsavoldat tömege:

$$m_o = \frac{n_{sav} M_{sav}}{w_o} = \frac{0,05987 \text{ mol} \cdot 98 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,96} = 6,112 \text{ g} \quad 1\text{p}$$

A szükséges kénsavoldat térfogata:

$$V_o = \frac{m_o}{\rho_o} = \frac{6,112 \text{ g}}{1,84 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 3,322 \text{ mL} \quad 0,5\text{p}$$

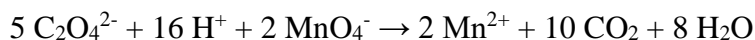
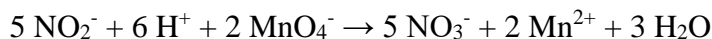
Tehát a kénsav-felesleg mL-ben:

$$V_{felesleg} = V - V_o = 5 \text{ mL} - 3,322 \text{ mL} = 1,678 \text{ mL} \quad 1\text{p}$$

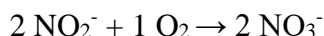
3) Számolási feladat (15p)

a)

A rendezett, kiegészített egyenletek:



Az oxidáció egyenlete:



Egyenletenként 1 p, összesen **3 p**.

b) A mérőoldatoknak van egy névleges koncentrációja (pl. 0,1 M), amire a készítésekor bemérték. Időközben azonban párolog/bomlik az oldószer/oldott anyag, így a koncentrációja idővel változik. Ezért időnként titrálással meghatározzuk a valódi koncentrációját. A faktor a valódi koncentráció és a névleges koncentráció hányadosa, mértékegység nélküli szám. **(2 p)**



c)

A második feleslegként öntött oxálsav:

$$V=20 \text{ ml}; c=0,05 \text{ M}; f=0,9901$$

$$n_{\text{oxálsav}}=20 \cdot 0,05 \cdot 0,9901 = \underline{0,9901 \text{ mmol}} \text{ (1 p)}$$

Ez az anyagmennyiség két reakcióban vett részt:

→ Először a ráméréskor a nitrit feleslegével

→ Majd a titráláskor a permanganáttal, ami az oxálsav feleslegét mutatja: **(1 p)**

Az utóbbit a titrálás adataiból (permanganát fogyása) kiszámítható:

$V=9,79 \text{ ml}; c=0,02 \text{ M}; f=0,9819$; a reakcióegyenlet szerint a permanganáthoz képest 2,5-szer annyi kell.

$$n_{\text{ox.sav, fel}}=9,79 \cdot 0,02 \cdot 0,9819 \cdot 2,5 = \underline{0,4806 \text{ mmol}} \text{ (1 p)}$$

Így az (1.) permanganát feleslegére: $0,9901 - 0,4806 = 0,5095 \text{ mmol}$ oxálsav fogyott, az ehhez tartozó permanganát mennyisége $0,5095 \cdot (2/5) = \underline{0,2038 \text{ mmol}} \text{ (1 p)}$

Az (1.), feleslegben adott permanganát :

$$V=20 \text{ cm}^3; c=0,02 \text{ M}; f=0,9819$$

$$n_{\text{perm, 1}}=20 \cdot 0,02 \cdot 0,9819 = 0,3928 \text{ mmol}, \text{ amiből } 0,2038 \text{ mmol} \text{ felesleg volt, így a nitrittel csak } 0,3928 - 0,2038 = \underline{0,1890 \text{ mmol}} \text{ reagált. (1 p)}$$

A nitrit mennyisége 2,5-szer ennyi volt, azaz 0,4725 mmol NO_2^- . **(1 p)**

A teljes mintában ennek 25-szerese, vagyis 11,81 mmol nitrition volt, (ugyanennyi NaNO_2), tömege

$$(M=69 \text{ g/mol}=69 \text{ mg/mmol}) = \underline{814,9 \text{ mg}} \text{ (1+1 p)}$$

Az egész bemért só tömege 1113 mg, tehát a szennyezés tömege: $1113 - 814,9 = \underline{298,1 \text{ mg}}$, ennek tömeg%a az egész mintában: $298,1/1113 = \underline{26,8\%}$ **(1 p)**

A c) feladatrész összesen 9 p

d) Pl. húsok pácolása, egyes gyógyszerek gyártása, nitrozálás (gumiipar), stb.. (1 elég, **1 p**)

Döntő (02.28.-03.01.)

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

5) Gondolkodtató kérdések (11p)

1. Miért lehet látni a leheletet hideg időben, míg melegben nem?

A kilélegzett levegő meleg és **magas páratartalmú**. (1p)

Hideg környezetben a kilélegzett levegő **vízgőzre telítetté** válik, így a vízgőz **kondenzálódik/kicsapódik**, és apró vízcseppek formájában jelenik meg, amit ködként látunk. (1p)

Meleg időben a kondenzáció nem következik be, mert a **levegő több párárt képes megtartani** (nagyobb a vízgőz tenziója/gőznyomása). (1p)

2. Egyes mosóporok enzimek segítségével tisztítanak. Miért nem működnek ezek forró vízben?

Az enzimek **hőérzékeny fehérjék** (1p), amelyek **magas hőmérsékleten denaturálódnak**. (1p)

Ez azt jelenti, hogy elvesztik térszerkezetüket, így **nem tudják ellátni katalitikus funkciójukat**. (1p)

Túl forró vízben a szennyeződések lebontása nem történik meg, mert az enzimek hatástalanná válnak.

3. Miért nagyobb a viszkozitása a glicerinnek a propán-1-olnál?

A **glicerin** (propán-1,2,3-triol) **három hidroxilcsoportot tartalmaz**, míg a **propán-1-ol** csak **egy**. (1p)

Ez lehetővé teszi, hogy **több hidrogénkötés** (1p) alakuljon ki, ami **erősebb** intermolekuláris (molekulák közötti) **kölcsönhatásokat** eredményez. (1p)

4. Miért van az, hogy bizonyos műanyag kulacsokat akkor sem érdemes mosogatógépben mosni, ha azokban semmilyen kioldódni képes káros anyag sincsen?

Egyes műanyag kulacsok anyaga **hőre lágyuló**, (1p)

akkor **megolvadhat vagy deformálódhat** a magas hőmérsékleten. (1p)

6) Gondolatkísérlet (12p)

A keresett anyag a cink-klorid. ($ZnCl_2$)

1p

Egyenletek:

9p

- 1) $Zn^{2+} + S^{2-} \rightarrow ZnS \downarrow$
- 2) $ZnS + 4 NH_3 \rightarrow [Zn(NH_3)_4]^{2+} + S^{2-}$
- 3) $Zn^{2+} + 2 OH^- \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow$
- 4) $Zn(OH)_2 + 2 OH^- \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-}$
- 5) $Zn(OH)_2 + 2 H^+ \rightarrow Zn^{2+} + 2 H_2O$
- 6) $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$
- 7) $Pb^{2+} + 2 Cl^- \rightarrow PbCl_2 \downarrow$
- 8) Itt nincsen reakció, az ólom-klorid forró vízben oldódik, hidegben nem.
- 9) $H_2SO_4 + 2 Cl^- \rightarrow 2 HCl \uparrow + SO_4^{2-}$

Rövid indoklás:

Kation: a reakciók alapján a Fresenius- rendszer szerinti 3. kationosztályban van, amely fehér csapadékot ad az osztályreagensre. Az, hogy a kationunknak ammónia- és hidroxidkomplexe is van (Al-tól való különbség), így a kation a cink.

Anion: a reakciók alapján a 3. anionosztályban van, a fehér csapadék kloridra utal (esetleg lehetne SCN^- is), amit az ólomsójának kiválása, és meleg vízben való oldhatósága erősít meg.

2*1p

Minden reakció 1 pont (a 9-es is).

A rövid indoklás más megfogalmazásban is történhet (1 p/ion → 2 p.).

Az összegképlet felírása további 1 pont.

összesen 12p



6) Esettanulmány (19p)

- a) földgáz 1p
- b) $CH_4 + H_2O \rightleftharpoons CO + 3H_2$ 1p
- c) $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ 1p
- d) magas hőmérséklet: nagy reakciósebesség, mivel $T \uparrow \Rightarrow v \uparrow$ 2p

alacsony hőmérséklet: nagy arányban terméké alakul, mivel a reakció exoterm, azaz a Le Chatelier-Braun elv értelmében jobban eltolódik a terméképződés felé a reakció 2p

- e) Magas, mivel a bruttó reakcióhő pozitív/összességében endoterm folyamat. 2p
- f) Durranógáz keletkezik, robbanásveszély. A katód és az anódtér gondos elválasztása szükséges. 2p
- g) Nem helyálló. Akkor „zöld”, ha az elektromos áram, amit használnak közben, környezetkímélő módon lett előállítva. 2p

h) 6p

Reakció sorszáma	Kiindulási anyag		Termék neve	Melléktermék neve	Egy mol termékre jutó melléktermék mennyisége molban kifejezve
	Neve	Képlete			
(1)	metilciklohexán	képlet	toluol	hidrogén	3
(2)	n-heptán	képlet			4

minden item (vastaggal) 1p!