

III. kategória

Döntő



XI. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny

III. 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

III. 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

III. kategória

Döntő



XI. Oláh György

Országos Középiskolai

Kémiaverseny

1) Többszörös választás (10p)

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

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:

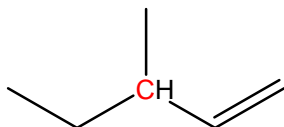
$$0 = 3M_{CH_2} \cdot n^2 + \left(2(M_{CO_2} + M_{H_2O} - M_{CH_2}) - 7M\right) \cdot n + 2M$$

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



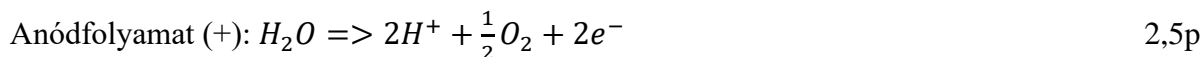
- 3 - metilpent(- 1 -)én 1p
a pirossal jelölt szén a kir. centrum 1p

3) Számolási feladat (22p)

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



- 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!



Indoklás:

$$\varepsilon_0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V a legpozitívabb, nagyobb, mint}$$

$$\varepsilon_0(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0\text{V és } \varepsilon_0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V} \quad 1\text{p}$$

Vagy más egyenértékű.

- c) Mi az ötvözet tömegszázalékos összetétele?

Az anódon fejlődő oxigéngáz anyagmennyisége 10 perc alatt:

$$n_{\text{O}_2} = \frac{pV_{\text{O}_2}}{RT} = \frac{101,325 \text{ kPa} \cdot 65 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (22+273,15)\text{K}} = 2,684 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

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):

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

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:

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

Ha ez nem volt jó, az elvi hiba.

A szükséges kénsav tömege, ebből a szükséges kénsavoldat tömege:

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

A szükséges kénsavoldat térfogata:

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

Tehát a kénsav-felesleg mL-ben:

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

4) Számolási feladat (25p)

- a) Honnan sejtette Orsi, hogy beállt az egyensúly?

A tartály nyomása beállt egy állandó értékre. 1p

- b) Mekkora K_c értéke a reakció hőmérsékletén?

A felfűtés végén a hőmérséklet:

$$T_2 = T_1 + v_{fűt} \cdot t = 30 \text{ °C} + 2 \frac{\text{°C}}{\text{min}} \cdot 40 \text{ min} = 110 \text{ °C} \quad 1p$$

A kezdeti nyomás a tartályban:

$$p_1 = \frac{\Delta p}{\left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right)} = \frac{15000 \text{ Pa}}{\frac{110+273,15 \text{ K}}{30+273,15 \text{ K}} - 1} = 56841 \text{ Pa} \quad 2p$$

A gázanyagmennyiség a tartályban betöltéskor (azaz a dinitrogén-tetroxid anyagmennyisége):

$$n = \frac{p_1 V}{RT_1} = \frac{56,84 \text{ kPa} \cdot 5 \text{ L}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 303,15 \text{ K}} = 0,1128 \text{ mol} \quad 1p$$

A kiindulási dinitrogén-tetroxid koncentráció:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,1128 \text{ mol}}{5 \text{ L}} = 0,02255 \text{ M} \quad 1p$$

Az egyensúlyi nyomás:

$$p_{es} = 90 \text{ kPa}$$

Az összkoncentráció ebből:

$$c_{\bar{o}} = \frac{p_{es}}{RT_2} = \frac{90 \text{ kPa}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \cdot 383,15 \text{ K}} = 0,02825 \text{ M} \quad 1p$$

A fogyás:

$$x = c_{\bar{o}} - c = 0,02825 \text{ M} - 0,02255 \text{ M} = 0,005701 \text{ M} \quad 1p$$

Az egyensúlyi koncentrációk tehát:

$$[N_2O_4] = c - x = 0,02255 M - 0,005701 M = 0,01685 M \quad 1p$$

$$[NO_2] = 2x = 2 \cdot 0,005701 M = 0,01140 M \quad 1p$$

Az egyensúlyi állandó:

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{0,01140^2}{0,01685} = 7,7 \cdot 10^{-3} \quad 1p$$

Mekkora az egyensúlyi disszociációfok?

$$\alpha = \frac{x}{c} = \frac{0,005701 M}{0,02255 M} = 25,3\% \quad 1p$$

c) A reakció koncentrációkkal felírt egyensúlyi állandója egy szakirodalmi forrás szerint a következő összefüggéssel számítható,

$$\ln K_c = -\frac{6000}{T} + 10,795$$

ahol T az abszolút hőmérséklet [K].

Szerinted, elfogadható mértékben egyezik-e a vizsgált reakció kísérletileg meghatározott egyensúlyi állandója az összefüggés segítségével számított egyensúlyi állandóval? Mit mondhatsz el az összefüggés és kémiai tudásod szerint a vizsgált reakció reakcióhőjéről? (4p)

A számított egyensúlyi állandó:

$$K_{c,szám} = e^{\left(-\frac{6000 K}{383,15 K} + 10,795\right)} = 0,007714 \quad 1p$$

Jó egyezést mutat. 1p

Az összefüggés alapján, ha a hőmérséklet nő, K_c nő. 1p

Tehát, a reakcióhő pozitív 0,5p

a legkisebb kényszer elve értelmében. 0,5p

d) Hány százalékkal nő a tartály nyomása, ha az egyensúlyi elegy hőmérsékletét Orsi 40°C-al megnöveli, majd megvárja, míg beáll az egyensúly az új hőmérsékleten? Nőtt vagy csökkent a disszociációfok? (9p)

Az új hőmérséklet:

$$T_3 = T_2 + \Delta T = (383,15 + 40)K = 423,25 K \quad 1p$$

Ezen a hőmérsékleten az egyensúlyi állandó:

$$K_{c,3} = e^{\left(-\frac{6000 K}{423,15 K} + 10,795\right)} = 0,03390 \quad 1p$$



Ha az egyensúlyt az eredeti kiindulási koncentrációra ($c = 0,02255 M$) írjuk fel (egyszerűbb az egyenlet):

$$K_{c,3} = \frac{(2y)^2}{c-y} \quad 1p$$

Rendezve:

$$0 = 4y^2 + K_{c,3}y - K_{c,3}c$$

Behelyettesítve és megoldva y -ra:

$$y = 0,01022 M \quad 2p$$

Az összkoncentráció:

$$c'_0 = c + y = 0,02255 M + 0,01022 M = 0,03277 M \quad 1p$$

Tehát a tartály nyomása:

$$p'_0 = c'_0 RT_3 = 0,03277 M \cdot 8,314 \frac{J}{molK} \cdot 423,15 K = 115,3 kPa \quad 1p$$

A százalékos növekedés:

$$\Delta p = \frac{p'_0}{p_0} = \frac{115,3 kPa}{90 kPa} = 28,1\% \quad 1p$$

A disszociációfok nőtt. ($y > x$). 1p

5) Gondolkodtató kérdések (11p)

1. Miből és miért képződnek a napraforgóolajban sütéskor transzzsírsavak? Szobahőmérsékleten is végbemegy ez a folyamat?

Magas hőmérsékleten a (többszörösen) **telítetlen zsírsavak szerkezete átrendeződhet**, és a **ciszszírsavak transz formává alakulhatnak** (amik stabilabbak). (1p)

Ez a folyamat **magasabb hőmérsékleten** felgyorsul, **kevesebb energia szükséges** az átmeneti állapot eléréséhez. (1p)

Szobahőmérsékleten a folyamat **rendkívül lassú**, így gyakorlatilag nem történik meg. (1p)



2. Az alkoholfüggőség kezelésére használt gyógyszerek általában az acetaldehid további lebontását gátolják. Miért lenne veszélyesebb, ha ehelyett az etanol acetaldehiddé alakulását katalizálnák?

Az **acetaldehid egy mérgező anyag**, amely felelős az alkohol okozta **rosszullétekért** (pl. hányinger, fejfájás). (1p)

Ha egy gyógyszer az etanol acetaldehiddé alakulását katalizálná, akkor az **acetaldehid hirtelen felhalmozódna**, miközben a további lebontás nem gyorsulna fel. Ez **súlyos mérgezést** okozna. (1p)

3. A zselatin fehérjékből (kollagénből származó polipeptidekből) áll. Miért szükséges például tortasütéskor a zselatinos oldatot lehűteni ahhoz, hogy megszilárduljon? Milyen kötések alakulnak ki a folyamatban?

A zselatin szerkezete **hő hatására felbomlik**, és vízben oldódik. (1p)

Lehűléskor a **fehérjeláncok újrendeződnek** (1p), hálós szerkezetet hoznak létre, ami csapdába ejti a vizet, így a zselatin megszilárdul.

Hidrogénkötések + más intermolekuláris kötések alakulnak ki. (1p)

4. Miért válik néha fehéressé a csokoládé felszíne? Mik alkotják ezeket a “fehéres foltokat”?

A csokoládéban lévő **kakaóvaj kikristályosodhat**, (1p) ha **nem megfelelően temperálták/túl melegben tárolták** (1p).

Ha a csokoládé nedves környezetbe kerül, a **cukor is kicsapódhat** (ún. cukorkivirágzás) (1p)

6) Gondolatkísérlet (15p)

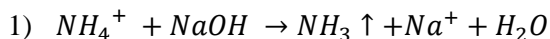
Megoldás.

A keresett anyag az ammónium-jodid. (NH_4I)

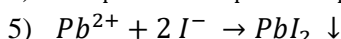
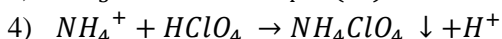
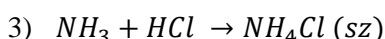
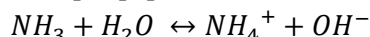
1p

Egyenletek:

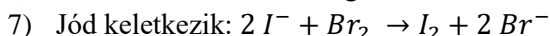
8p



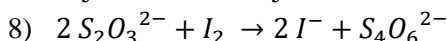
2) Az ammónia lúgos kémhatást okoz a pH-papíron, amit az indikátor jelez:



6) Itt nincsen reakció, meleg vízben oldódik az ólom-jodid.



A jód beoldódik a jodidos oldatba (barna szín): $I^- + I_2 \rightarrow I_3^-$



Kérdések(5p):

a) Az ólom-jodid válik ki kristályosan, lebegő szemcsékben. Ez a kísérlet az aranyeső-próba.

2*0,5p

b) A jód beleoldódik a szerves (apoláris) fázisba, ahol jobban oldódik.

0,5p

Az alsó fázis lila színű (jód saját színe, oxigénmentes apol. osz.) szén-tetrakloridos (szerves) fázis.

1p

A felső fázis a színtelenedő (barnás) vizes fázis.

1p

A két oldószer polaritás különbsége miatt (víz poláris, szén-tetraklorid apoláris) nem elegyednek egymásban.

0,5p

c) A káliumiont, az híg perklórsav oldatban is adja a fehér csapadékot.

2*0,5p

Indoklás:

1p

A reakciók (hiánya) alapján a kation a Fresenius-osztályozás szerinti 5. csoportba tartozik, az (1)-es reakció és a lúgos kémhatás (és a perklórsavas csapadék) alapján az ammónium-ion a kation.

Az aranyeső próba és a barna jodidos jódoldat mindegyike jodid anionra utal.

Pontozás:

→ Pontonként 1-1 pont (8)

→ Indoklás+összegképlet 1-1 p. (2)

→ a) Kérdésenként 0,5-0,5 p (1)

→ b) (3)

→ c) (1)

Összesen 15 p.

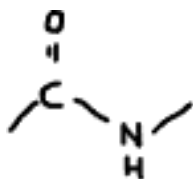
Döntő (02.28.-03.01.)

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

7) Esettanulmány (21p)

1. Keményítő, hemicellulóz, cellulóz és cukor. (1p, ha mind a négy megvan, 0,5p ha minimum kettő, 0p ha felsorolt olyat is, ami helytelen)
2. liszt: 74,1% (1p)
csíra: 44,5% (1p)
korpa: 60,8% (1p)
3. α -D-glükóz (1p)
4. Peptidkötéssel/amidkötéssel (1p + rajz 1p)



5. (-3), (1p)
(-3), (1p)
nem változik. (1p)
6. A peptidkötésnél egy síkban, azaz az elrendeződés síkháromszöges. (1p)
Az ammóniában trigonális piramis. (1p)
7. Nem, (1p, de csak, ha indoklás is szerepel hozzá)
hiszen a fehérjetartalom kiszámításához szükség van a fehérjeösszetétel ismeretére. (1p)
8. A B jelű minta fehérjetartalma nagyobb, (1p)
Mivel az „B” jelű minta fehérjéinek átlagos nitrogéntartalma kisebb. (1p)
9. Negyedleges szerkezet. (1p)
Gliadinok. (1p)
10. A gliadinokat. (1p)
A glutén-index a siker tömegszázalékos (1p)
gluteintartalmát jelenti. (1p)