

III. kategória

I. forduló



XI. Oláh György

Országos Középiskolai

Kémiaverseny

III. kategória feladatainak megoldása

A feladatsorokat lektorálta:

Borzák István Mihály

Együttműködő partnerek:



Támogatók:



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKEZELŐ



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Beküldési határidő:

2024. november 15.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

III. kategória

I. forduló



XI. Oláh György

Országos Középiskolai

Kémiaverseny

A feladatokat írta:

Balázs Bálint

Dús Zsuzsanna

Fehér Anna

Fenyvesi Bence

Márton Ágnes

Monostori Erzsébet

Nagy Anna

Nagy Dóra

Nagy Orsolya

Palló Barnabás

Pócsik Bálint

Köszönjük munkájukat!

Beküldési határidő:

2024. november 15.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

III. kategória

I. forduló



XI. Oláh György

Országos Középiskolai

Kémiaverseny

1) Feleletválasztás (10p)

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

Beküldési határidő:

2024. november 15.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



2) Számolási feladat (13p)

a)

Az egyenletek:



b)

A só tömege:

$$m(NaCl) = 5,0 \text{ g}$$

$$n(NaCl) = \frac{m(NaCl)}{M(NaCl)} = \frac{5,0 \text{ g}}{58,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,08547 \text{ mol } 100,0 \text{ cm}^3 \text{ oldatban} \quad 0,5p$$

Az elektródreakciók:



Hipó keletkezése:



Ha az összes kloridion klórgázzá alakul, a klórgázmennyiség, ami megegyezik a maximális előállítható hipómennyiséggel (100 cm³ oldatból):

$$n(Cl_2)_{s\acute{o}} = n(OCl^-)_{s\acute{o}} = \frac{n(Cl^-)}{2} = \frac{0,08547 \text{ mol}}{2} = 0,04274 \text{ mol} = 42,7 \text{ mmol} \quad 0,5p$$

Az átlagfogyásból (V), faktorból (f) és koncentrációból (c):

$$n(S_2O_3^{2-}) = Vcf = 4,6 \text{ cm}^3 \cdot 0,1 \text{ M} \cdot 0,9837 = 0,4525 \text{ mmol} \quad 1p$$

Ezzel a sztöchiometriával a hipó valós mennyisége a 10 mL-es részletben:

$$n(OCl^-) = 0,4525 \text{ mmol} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{1} = 0,2263 \text{ mmol} \quad 1p$$

100 mL-ben tehát a valós előállított mennyiség:

$$n(OCl^-) = 10 \cdot 0,2263 \text{ mmol} = 2,263 \text{ mmol} \quad 0,5p$$

Az előállítható hipómennyiség az elektrolízis adataiból (100 mL-ben):

$$n(OCl^-)_{elekt} = n(Cl_2)_{elekt} = \frac{Q}{zF} = \frac{It}{zF} = \frac{0,064 \text{ A} \cdot (2,5 \cdot 3600) \text{ s}}{2 \cdot 96500 \frac{\text{C}}{\text{mol}}} = 2,984 \text{ mmol} \quad 2p$$

Beküldési határidő:

2024. november 15.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



Tehát a kitermelés, ami a titrálással mért valós hipómennyiség és az előállítható, elméleti mennyiség aránya (100 mL-ben). Az elektrolízis határozza meg az elméleti mennyiséget, mivel az elektrolízisből számolt mennyiség kisebb, mint a kloridionok bemért mennyiségéből számolt (feleslegben mértük be a sót):

$$\eta = \frac{n(\text{OCl}^-)}{n(\text{OCl}^-)_{\text{elekt}}} = \frac{2,263 \text{ mmol}}{2,984 \text{ mmol}} = 75,8\% \quad 1\text{p}$$

c)

A fogyás egyenesen arányos a keletkező hipó mennyiségével, ami egyenesen arányos az elektrolízis idejével (a többi paraméter változatlan), tehát:

$$V' = V \frac{t'}{t} = 4,6 \text{ cm}^3 \cdot \frac{2 \text{ h}}{2,5 \text{ h}} = 3,68 \text{ cm}^3 \quad 2\text{p}$$

Beküldési határidő:

2024. november 15.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

3) Számolási feladat (11p)

a) 9p

A tartály térfogata: $V = 0,4 \times 0,7 \times 0,6 \text{ m}^3 = 0,168 \text{ m}^3$ 1p

A bemérési koncentráció: $c = \frac{n}{V} = \frac{5 \text{ mol}}{0,168 \text{ m}^3} = \frac{5 \text{ mol}}{1680 \text{ dm}^3} = 0,02976 \text{ M}$ 1p

A reakcióegyenlethez tartozó táblázat: 1p

[mol/dm ³]	$2 \text{ NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons$	$\text{N}_2(\text{g})$	$+3 \text{ H}_2(\text{g})$
Kiindulási	$c (= 0,02976 \text{ M})$	0	0
Átalakult	-2x	+x	+3x
Egyensúlyi	$c-2x$	x	3x

Az egyensúlyi állandó képlete erre a reakcióra: $K_c = \frac{[\text{N}_2]^1 \times [\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2}$ 1p

Behelyettesítés az egyensúlyi koncentrációkkal: $K_c = \frac{x^1 \times [3x]^3}{[c-2x]^2} = \frac{27 \times x^4}{[c-2x]^2}$ 1p

Az egyenletből gyököt vonva: $\sqrt{K_c} = \frac{\sqrt{27 \times x^4}}{c-2x}$ 0,5p

0-ra rendezve másodfokú egyenletet kapunk: $0 = \sqrt{27}x^2 + 2\sqrt{K_c}x - \sqrt{K_c}c$

Behelyettesítve az értékeket: $0 = \sqrt{27}x^2 + 2\sqrt{6,54}x - \sqrt{6,54} \times 0,02976$

A megoldóképletbe való behelyettesítéssel a másodfokú egyenlet pozitív (kémiai értelemmel bíró) gyökének kiszámítása:

$x = 0,0147$ 0,5p

Az egyensúlyi összkoncentráció:

$c_{\text{ö}} = c - 2x + x + 3x = c + 2x = (0,02976 + 2 \times 0,0147) \text{ M} = 0,0591 \text{ M}$ 1p

Az egyensúlyi nyomás (gáztörvényből):

$$p_{\text{ö}} = c_{\text{ö}}RT = 0,0591 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \times 8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}} \times (450 + 273,15 \text{ K}) =$$

$= 355,2 \text{ kPa} = 3,552 \text{ bar}$ 1p

(Ha a versenyző $pV=nRT$ -vel, és össz-anyagmennyiséggel helyesen számol nyomást, ugyanúgy jár a fentebbi 2 pont!)

$p_{\text{ö}} = 3,552 \text{ bar} > 3 \text{ bar} \Rightarrow$ Tehát **nem** biztonságos megvárni az egyensúly beálltát. 1p



b) 2p

$$2 > A > 1$$

0,5p

indoklás: A nyomás izoterm körülmények közt a duplájára nőne, ha a térfogatot a felére csökkentjük – az egyensúlyi rendszer azonban úgy reagál a zavarásra (a nyomás növekedésére), hogy a zavarás hatását csökkenteni igyekszik (a reakció eltolódik „visszafelé”, a kiindulási anyagok irányába).

1,5p

(Minden aláhúzott rész 0,5 p. Más magyarázat is elfogadható, ha érthető módon meg van benne fogalmazva a legkisebb kényszer elve/Le Chatelier-Braun elv, és az el van magyarázva erre a példára.)

Beküldési határidő:

2024. november 15.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



4) Gondolkodtató kérdések (9p)

a) Láz alatt a szervezet **anyagcseréje fokozódik, ami növeli a sejtek szén-dioxid-termelését.** A magasabb szén-dioxid tartalom a vérben, savas irányba tolja el a vér pH-ját, azaz enyhe acidózist okozhat, a **vér pH-ja kissé csökkenhet.** A változást a **vérben levő puffer rendszer(ek)** szabályozza(-ák). 3p

b) A légszákokban használt vegyület általában **nátrium-azid (NaN_3),** amely baleset során lebomlik, és **gyorsan nagy mennyiségű nitrogéngázt (N_2)** szabadít fel, amely **felfújja a légszákot.**

A légszák aktiválását **gyorsulásmérők és ütközésérzékelők szabályozzák, amelyek észlelik a hirtelen lassulást vagy ütközést, és elektromos szikrával/hő segítségével indítják el a reakciót.** 3p

c) Sötét üvegben tárolandó vegyszerek:

- **AgNO_3 -oldat** (ezüst-nitrát): sötét üvegben tárolják, mert **fény hatására bomlik, ezüst kiválása kíséretében.** 1p
- **KMnO_4 -oldat** (kálium-permanganát): sötét üvegben tárolják, mert **erősen oxidáló anyag, és fény hatására bomolhat.** 1p
- **H_2O_2 -oldat** (hidrogén-peroxid): sötét üvegben tárolják, mivel **fény hatására bomlik vízzé és oxigénné.** 1p

rosszul megjelölt vegyszer -1 pont, de negatív pontszámot nem lehet szerezni

Beküldési határidő:

2024. november 15.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

**5) Gondolatkísérlet (13p)**a) AlF_3 (alumínium-fluorid) 2p

b)

1. $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$ 1p $\text{Al}^{3+} + 3 \text{OH}^- \rightarrow \underline{\text{Al}(\text{OH})_3}$ 1p2. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ 1p $\text{Al}^{3+} + 3 \text{OH}^- \rightarrow \underline{\text{Al}(\text{OH})_3}$ 1p3. $\text{Ba}^{2+} + 2 \text{F}^- \rightarrow \underline{\text{BaF}_2}$ 1p4. $\text{Ca}^{2+} + 2 \text{F}^- \rightarrow \underline{\text{CaF}_2}$ 1p

c)(gyengén) savas, mivel: A HF a gyenge savak között viszonylag erősnek számít ($\text{pK}_a=3$), így a fluoridion savas hidrolízise gyengébb az alumíniumion lúgos hidrolíziséénél. Emiatt a só összességében savas kémhatású." 1p

$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} \rightarrow [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+} + \text{H}^+$ 1p

 $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{HF} + \text{OH}^-$ 1pd) HF (H_2F_2), hidrogén-fluorid 1pSiO₂, szilícium-dioxid 1p

Beküldési határidő:

2024. november 15.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



6) Esettanulmány (12p)

- Olyan kis féleletideje (felezési ideje) van, hogy ha a naprendszer keletkezése idejében keletkezett volna, már rég elbomlott volna. **0,5p**
- Pu(IV)-nitrát: $\text{Pu}(\text{NO}_3)_4$; tributil-foszfát: $\text{C}_{12}\text{H}_{27}\text{O}_4\text{P}$ **2*0,5p**
- A plutónium alfa bomlással bomlik,
alfa részecskéket emittál = hélium atommagokat,
belőle pedig urán képződik. **3*0,5p**
- Tributil-foszfátot adnak a Pu(IV)-nitrát vizes oldatához, majd hosszú ideig rázatják. **0,5p**
- Plutónium képződik az atomreaktorokban,
 ^{238}U -ból,
neutron felvételével. **3*0,5p**
- Azért, mert nem elegyedik egymással a vizes és a szerves fázis,
és egymással emulziót képeznek a rázás hatására. **2*0,5p**
- Allotróp módosulatnak nevezzük az elemek különböző molekulaszervezetű (szilárd állapotban) kristályszerkezetű módosulatait.
A plutóniumnak 6-7 különböző allotróp módosulata van.
Ezek különbözhetnek keménységükben, mechanikai tulajdonságaikban, sűrűségükben.
(minimum 2 tulajdonság) **3*0,5p**
- Az alfa bomlásban keletkező hélium felgyűlik a plutónium kristályszerkezetében. **0,5p**
- Az alfa bomlásban keletkező hélium gáz miatt megnövekszik a tároló edényben a nyomás. **0,5p**
- Egyik: Pu(IV) redukciója Pu(III)-má. Másik: komplexképzés.
Hozzáadott reagensek: hidroxilammónium-nitrát $\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_4$,
acetohidroxámsav: $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ **4*0,5p**
- A felső, szerves fázis elszíntelenedik. **0,5p**
- plutónium(IV)-oxid, PuO_2 **2*0,5p**

Beküldési határidő:
2024. november 15.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com
honlap: olahverseny.szasz.bme.hu