

II. kategória

II. forduló



XI. Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

II. kategória feladatainak megoldása

A feladatsorokat lektorálta:

Borzák István Mihály

Együttműködő partnerek:



Támogatók:



EMBERI ERŐFORRÁS
TÁMOGATÁSKEZELŐ



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

II. kategória

II. forduló



XI. Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

A feladatokat írta:

Balázs Bálint

Hajdú Eszter

Járóka Réka

Juhász Zoltán

Márton Ágnes

Ménesi Gizella

Molnár Frida

Nagy Dóra

Németh Vince

Palló Barnabás

Pócsik Bálint

Ruszinko Koppány

Skorcov Tünde

Szabó Márton

Tóth András Tamás

Tóth Gergő

Záhorská Orsolya

Köszönjük munkájukat!

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

II. kategória

II. forduló



XI. Oláh György

Országos Középiskolai
Kémiaverseny

1) Feleletválasztás (10p)

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

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



2) Számolási feladat (22p)

a) 3p

A kiváló trihidrát tömege:

$$m_{kr} = \frac{Q_{kr}}{h_{kr}} = \frac{25 \text{ kJ}}{0,29 \frac{\text{kJ}}{\text{g}}} = 86,21 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

A telített oldat tömege a kézmelegítőben, ha 80%-ig tölti fel:

$$m = V \cdot \rho \cdot 0,8 \approx 150 \text{ mL} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 0,8 = 120 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

A trihidrát kristályvíztartalma tömegtörtben ($\text{Ac}^- = \text{acetátion}$):

$$w_{kr} = \frac{M(\text{NaAc})}{M(\text{NaAc}) + 3 \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{82 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{82 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,6029 \quad 0,5\text{p}$$

A keverési egyenlet:

$$m \cdot w_T = (m - m_{kr}) \cdot w_{5^\circ\text{C}} + m_{kr} \cdot w_{kr} \quad 0,5\text{p}$$

A keverési egyenletet megoldva w_x -re, a telített oldat összetétele:

$$w_T = \frac{(m - m_{kr}) \cdot w_{5^\circ\text{C}} + m_{kr} \cdot w_{kr}}{m} = \frac{(120 - 86,21) \text{ g} \cdot 0,545 + 86,21 \cdot 0,6029}{120} = 0,587 \quad 0,5\text{p}$$

A telített oldat hőmérséklete a diagramról leolvassa:

$$T \approx 67 - 68^\circ\text{C} \quad 0,5\text{p}$$

b) 4p

1 párnához szükséges vm. só:

$$m_{s\acute{o}} = m \cdot w_T = 120 \text{ g} \cdot 0,587 = 70,39 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

A szükséges szódabikarbóna és ecet anyagmennyisége (felhasználva az 1:1:1 sztöchiometriát):

$$n = n_{oa} = \frac{m_{s\acute{o}}}{M_{s\acute{o}}} = \frac{70,39 \text{ g}}{82 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,8585 \text{ mol} \quad 0,5\text{p}$$

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



I csomag szódabikarbóna anyagmennyisége:

$$n_{\text{csom}} = \frac{m_{\text{csom}}}{M_{\text{NaHCO}_3}} = \frac{400 \text{ g}}{84 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4,762 \text{ mol} \quad 0,5\text{p}$$

Az egy literes ecetesüvegben az ecetsav anyagmennyisége:

$$n_{\text{ecetsav}} = \frac{V_{\text{ecet}} \cdot \rho_{\text{ecet}} \cdot w_{\text{ecet}}}{M_{\text{ecetsav}}} \approx \frac{1000 \text{ mL} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 0,20}{60 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 3,333 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

Tehát a meghatározó reagens **az ecetsav** (a szódabikarbóna van feleslegben), elég, ha ez a kiszámított anyagmennyiségek ismeretében a számolásból derül ki. 0,5p

Így, az elkészíthető kézmelegítők száma:

$$N = \frac{3,333 \text{ mol}}{0,8585 \text{ mol}} = 3,883 \quad 0,5\text{p}$$

Tehát, **3 db** kézmelegítő párna készíthető el. 0,5p

c) 4p

3 db párna esetén a szükséges ecet, szódabikarbóna anyagmennyisége, egyben a keletkező nátrium-acetát, szén-dioxid anyagmennyisége – *ha nem 3 db párnára számol a versenyző, az nem elvi hiba, csak ez a pont nem jár*

$$n' = 3 \cdot n = 3 \cdot 0,8585 \text{ mol} = 2,575 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

A keletkező szén-dioxid térfogata:

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{nRT}{p} = \frac{2,575 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (22+273,15)\text{K}}{101325 \text{ Pa}} = 0,06237 \text{ m}^3 \quad 1\text{p}$$

A szoba térfogata:

$$V_{\text{szoba}} = A \cdot H = 10 \text{ m}^2 \cdot 2,2 \text{ m} = 22 \text{ m}^3 \quad 0,5\text{p}$$

A szén-dioxid koncentráció ppmv-ben:

$$c = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{szoba}}} = \frac{0,06237 \text{ m}^3}{22 \text{ m}^3} = 2,835 \cdot 10^{-3} = 2835 \text{ ppmv} \quad 1\text{p}$$

Ez kisebb, mint 30 000 ppmv, nem veszélyeztette. 0,5p

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



d) 5p

Az oldott anyag tömege az elkészített oldatban:

$$m'_{s\acute{o}} = n' \cdot M_{s\acute{o}} = 2,575 \text{ mol} \cdot 82 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 211,2 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

Az ennyi oldott anyagból készített, forró, telített oldat tömege tehát:

$$m' = \frac{m'_{s\acute{o}}}{w_T} = \frac{211,2 \text{ g}}{0,587} = 360 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

A fentiek helyett lehet $3 \cdot 120 \text{ g} = 360 \text{ g}$ -al számolni, mivel 3 tasakról van szó. Ez szintén teljes értékű megoldás, 1 pontot ér.

A hozzáadott, 20%-os ecetsavoldat tömege:

$$m'_{ecet} = m_{ecet} \cdot \frac{n'}{n_{ecetsav}} = 1000 \text{ g} \cdot \frac{2,575 \text{ mol}}{3,333 \text{ mol}} = 772,6 \text{ g} \quad 1\text{p}$$

A távozó szén-dioxid tömege:

$$m_{CO_2} = n' \cdot M_{CO_2} = 2,575 \text{ mol} \cdot 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 113,3 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

A hozzáadott szódabikarbóna tömege:

$$m_{szb} = n' \cdot M_{NaHCO_3} = 216,3 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

Az összeméréssel kapott oldat tömege:

$$m_{\acute{o}} = m'_{ecet} + m_{szb} - m_{CO_2} = 772,6 \text{ g} + 216,3 \text{ g} - 113,3 \text{ g} = 875,6 \text{ g} \quad 1\text{p}$$

Tehát az **elpárolgatott víz tömege:**

$$m_{H_2O} = m_{\acute{o}} - m' = 875,6 \text{ g} - 360 \text{ g} = 515,6 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

Az oldatot bepárolni kell.

0,5p

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

e) 6p

A legtöményebb oldattal kell számolni, ami előfordulhat a használat során, ez a $w_T=0,587$ tömegtörtű nátrium-acetátra nézve (forró, telített oldat) 0,5p

ha a másik oldattal számol a versenyző, megfelelő indoklás hiányában (pl. tömény oldat mindkettő, relatíve kicsi a koncentrációkülönbség, azaz nem okoz számottevő hibát, bármelyik oldattal is számolunk), **max 3 p jár az e) részre**

A forró, telített oldat koncentrációja, 100g ($\approx 100 \text{ cm}^3$) oldatból kiindulva a mintaszámításhoz:

$$c = \frac{n_{oa}}{V_o} = \frac{m_o \cdot w_T}{M_{oa} \cdot V_o} = \frac{100 \text{ g} \cdot 0,587}{82 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,1 \text{ dm}^3} = 7,154 \text{ M} \quad 1\text{p}$$

A pK_a -ból:

$$K_a = 10^{-pK_a} = 10^{-4,8} = 1,585 \cdot 10^{-5} \quad 0,5\text{p}$$

A hidrolízisállandó:

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{1,585 \cdot 10^{-5}} = 6,310 \cdot 10^{-10} \quad 0,5\text{p}$$

A kémhatás lúgos. 0,5p

Az lúgos hidrolízis egyenlete:



A hidrolízisállandó pontos képlete:

$$K_h = \frac{[AcH] \cdot [OH^-]}{[Ac^-]} \quad 0,5\text{p}$$

ez elég, ha a számolásból derül ki (egyenlet felírásához jól használja)

Behelyettesítve az egyensúlyi koncentrációkat (x = disszociált molekulák, konc.), az egyenlet:

$$K_h = \frac{x^2}{c-x} = \frac{x^2}{7,154-x} = 6,3 \cdot 10^{-10} \quad 1\text{p}$$

Beküldési határidő:
2025. január 21.

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

II. kategória
II. forduló



XI. Oláh György
Országos Középiskolai
Kémiaverseny

Ebből:

$$x = [OH^-] = 6,718 \cdot 10^{-5} M \quad 0,5p$$

(lehet alkalmazni a $x \approx \sqrt{K_h c}$ közelítő képletet, ha ellenőrzi az elhanyagolás jogosságát)

A pH:

$$pH = 14 - pOH = 14 - (-\lg 6,718 \cdot 10^{-5}) = 9,83 \quad 0,5p$$

9,83 a legszélsőségebb pH.

Itt eltekintettünk a vízionszorzat hőmérsékletfüggésétől (ezt figyelembe véve 60 °C-on ennél magasabb érték várható).

Beküldési határidő:
2025. január 21.

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



3) Számolási feladat (15p)

a) 9p

Ecetsavoldat tömege:

$$m_{\text{ecetsavoldat}} = V_{\text{ecet}} \cdot \rho_{\text{ecet}} = 2500 \text{ cm}^3 \cdot 1,0052 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2513 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

Ecetsav anyagmennyisége az eredeti oldatban

$$n_{\text{ecet}} = \frac{m_{\text{ecetsavoldat}} \cdot w_{\text{ecet}}}{M_{\text{ecetsav}}} = \frac{2513 \text{ g} \cdot 0,05}{60 \text{ g/mol}} = 2,094 \text{ mol} \quad 0,5\text{p}$$

Sósavoldat tömege (a sűrűség interpolációval, itt átlagolást jelent):

$$m_{\text{sósavoldat}} = V_{\text{HCl}} \cdot \rho_{\text{HCl}} = 3 \text{ mL} \cdot \frac{(1,0476 + 1,098)}{2} \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 3,218 \text{ g} \quad 0,5\text{p}$$

$$n_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{sósavoldat}} \cdot w_{\text{sósav}}}{M_{\text{HCl}}} = \frac{3,218 \text{ g} \cdot 0,15}{36,5 \text{ g/mol}} = 0,01323 \text{ mol} \quad 0,5\text{p}$$

A két sav koncentrációja a közös oldatban:

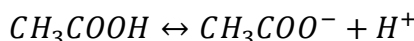
$$V_{\text{össz}} = 2,5 \text{ dm}^3 + 0,003 \text{ dm}^3 = 2,503 \text{ dm}^3$$

$$c_{\text{ecet}} = \frac{n_{\text{ecet}}}{V_{\text{össz}}} = \frac{2,094 \text{ mol}}{2,503 \text{ dm}^3} = 0,8367 \text{ M} \quad 0,5\text{p}$$

$$c_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\text{össz}}} = \frac{0,01323 \text{ mol}}{2,503 \text{ dm}^3} = 0,005284 \text{ M} \quad 0,5\text{p}$$

Sósav disszociációjának felírása: $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$

(Ha nem írja fel az egyenletet, de a számolásból kiderül, hogy teljesen disszociált a sósav akkor is jár a pont.)

Ecetsav disszociációja és egyensúlyi táblázat felírása 2p

K	0,8367	-	0,005284
Á	-x	x	x
E	0,8367-x	x	0,005284 +x

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



(A táblázatot nem kell feltétlen felírni, ha K_s -be jól helyettesít be, de a K_s képlete helyesen kell szerepeljen az ionok képletével, és meg kell nevezni ilyen esetben, mi x .)

x kiszámolása K_s -val:

$$K_s = 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{[H^+][CH^3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{(0,005284+x)x}{0,8367-x} \quad 1p$$

Az egyenletből $x=2,049 \cdot 10^{-3}M$ (a pozitív gyök) 1p

H^+ -koncentráció kiszámolása:

$$[H^+] = C_{HCl} + x = 0,005284 M + 2,049 \cdot 10^{-3}M = 7,333 \cdot 10^{-3} M \quad 1p$$

A pH:

$$pH = -lg [H^+] = -lg 7,333 \cdot 10^{-3} = 2,13 \quad 1p$$

b) 4p

Az ecetsav koncentrációja a sósav hozzáadás előtt:

$$c'_{ecet} = \frac{n_{ecet}}{V_{össz}} = \frac{2,094 \text{ mol}}{2,500 \text{ dm}^3} = 0,8377 M \text{ (ha az előzőhöz képest változatlanak veszi, nem okoz számottevő hibát, elfogadható)}$$

Felírva az ecetsav disszociációjára az egyenletet:

$$K_s = 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{[H^+][CH^3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{y^2}{0,8377-y} \quad 1p$$

Ebből:

$$y = 3,874 \cdot 10^{-3}M \quad 1p$$

A disszociációfok tehát a...

$$\frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{\frac{x}{c_{ecet}}}{\frac{y}{c'_{ecet}}} = \frac{0,2449}{0,4625} = 0,529 \approx 0,5 \quad 1p$$

-szeresére. azaz kb. a felére csökkent.

Mivel az ecetsav bemérési koncentrációja kb. változatlan, használható a

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

II. kategória

II. forduló



XI. Oláh György

Országos Középiskolai Kémiaverseny

$\frac{\alpha}{\alpha'} \approx \frac{x}{y}$ összefüggés is.

1p

c) 2p

Az ecetsav disszociációja egyensúlyi folyamat, a H⁺ hozzáadása zavaró hatás. Ha kénsavat adunk hozzá, ami 2 értékű sav, a zavaró hatás erősebb, tehát az ecetsav disszociációja még inkább visszaszorul, nagyobb mértékű a csökkenés.

2p

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



4) Gondolkodtató kérdések (9p)

1. Luminol (3-amino-ftálsav-hidrazid, $C_8H_7O_3N_3$) tartalmazó oldatot hidrogénperoxiddal keverik össze A hemoglobin vastartalma katalizátorként működik: felgyorsítja a reakciót a hidrogén- peroxid és a luminol között, miközben a keletkezik egy új anyag (3-aminoftalát), ami fényt sugároz ki. 3p
2. Ha valaki hazudik, könnyen izgalmi állapotba kerül, aminek az a következménye, hogy izzadni kezd. A nedves bőr jobban vezeti az elektromos áramot (több iont tartalmaz), ezáltal a bőr ellenállása csökken. 3p
3. Ozmózisnyomás. Az emberi sejteket a testfolyadéktól határ választja el, amelyen a víz az ozmózis törvényeinek engedelmeskedve jut át. A víz mindig a hígabb oldatból áramlik ki a töményebb felé, vagyis a két koncentráció megpróbál kiegyenlítődni. Ha valaki tengervizet iszik, akkor a testfolyadékának sókoncentrációja nagyobb lesz, mint a sejten belül, így a sejtekből a víz ki fog áramlani, a sejtek pedig kiszáradnak. 3p

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu



5) Gondolatkísérlet (12p)

A keresett vegyület a **bárium-szulfát (BaSO₄)**.

1p

- A legfontosabb észrevétel az, hogy gyakorlatilag semmiben sem oldható, még alkáliákban sem, így a másik szintén rosszul oldható vegyület, a szilícium-dioxid is kizárható.
- A feltárás során a kálium-karbonát reagál az anyagunkkal (a hőmérséklet beállításához kell a nátriumsó, hogy a Ba – vegyület bomlási hőmérséklete alatt maradjunk).

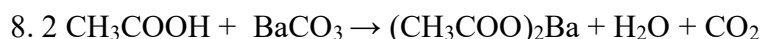
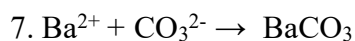
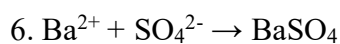
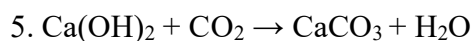
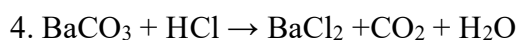
A kért lépések, reakcióegyenletek (1-1p egyenként)

9p

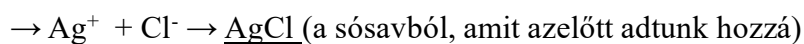
1. Itt nincs reakció, a vizet igyekszünk eltávolítani a sók mellől.



3. Csak a maradék nátrium-karbonát és a kálium-szulfát oldódik fel vízben, a bárium-karbonát nem.

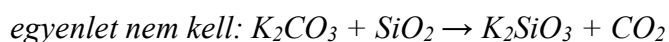


9. Itt kétféle reakció is végbemehet.:



a) Nem lehet, ugyanis a kálium-karbonát az üveget is feltárná

1p



b) Lángfestéssel (a Ba zöldes lángfestést ad)

1p

Beküldési határidő:

2025. január 21.

E-mail cím: olahverseny@gmail.com

honlap: olahverseny.szasz.bme.hu

6) Esettanulmány (22p)

Anyagok (név+képlet= 1 pont, csak együtt)

A: kálium-jodid – KI (vagy nátrium-jodid – NaI) 1p

B: nátrium-tioszulfát – Na₂S₂O₃ 1p

a) 4p

redoxireakció (vagy annak egyenlete) 2p

fehér színű csapadék 1p

trijodidion miatt (vagy jód) 1p

b) 2p

A CuI csapadék keletkezése 1p

tolja el az egyensúlyi reakciót 0,5p

a termékképződés felé. 0,5p

c) 1,5p

Azért, mert az I⁻ feleslege az egyensúlyt megzavarja, az még inkább eltolódik a termék képződése felé. A Le Chatelier-Braun elv/legkisebb kényszer elve értelmében. (elfogadható indoklás a trijodidion képződése is) 3*0,5p

d) 1p

szuszpenzió 1p

e) 2,5p

a hexán, mivel pl. 0,5p

-apolárisabb, mint a dietil-éter, így jobban oldja az apoláris jódot

-az oldás után erősebb a színhatás

-biztonságtechnikai szempont

2 szempont elegendő 2p

Beküldési határidő:
2025. január 21.

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

II. kategória
II. forduló



XI. Oláh György
Országos Középiskolai
Kémiaverseny

f) 4p

Lila színt, ami elszíntelenedik 2*0,5p

A hexán oxigént nem tartalmazó apoláris oldószer 1p

Extrakción (vagy átoldódás, kioldás) alapul, 1p

ennek háttérében a komponens eltérő oldékonysága áll a két fázisban. 1p

g) 5p

$$c_{Cu^{2+}} = \frac{10 \cdot V_{\text{át,tio}} \cdot c_{\text{tio}} \cdot f_{\text{tio}}}{V_{\text{minta}}} [M] \quad 3p$$

3p csak hibátlan képletre

a 10-es szorzót paraméteresen is fel lehet írni a megfelelő térfogatok segítségével

A jelöléseket magyarázni kell + mértékegységeket feltüntetni! 2p

minden nem magyarázott jelölés / hiányzó vagy rossz mértékegység 0,5p-al csökkenti a pontszámot az f) részre (0p alá nem lehet menni)

Beküldési határidő:
2025. január 21.

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