A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-24-B-0040 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

57. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny
2025. április 26.
Országos döntő (írásbeli rész) – II.A, II.B és II.C kategória

MEGOLDÁSOK

- Munkaidő: **150 perc**.
- Maximálisan elérhető pontszám: **180 pont**.
- Kérjük, hogy erre a címoldalra ne írj feladatmegoldást!
- A feladatlapon vagy a számolási feladatokhoz kapott külön lapokon sehol ne add meg a nevedet, vagy bármi más, azonosításra szolgáló adatodat!

- A periódusos rendszer az utolsó oldalon található. A periódusos rendszert nyugodtan letépheted a feladatlap végéről, ha úgy könnyebben tudod használni. Ezt az utolsó oldalt nem kell beadnod.
- A számolásoknál mindig az utolsó oldalon lévő periódusos rendszerben szereplő atomtömegeket használd!
- Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
- Az elméleti feladatokat és az Sz1 számítási feladatot a feladatlapon oldd meg!
- Az Sz2-Sz6 számítási feladatokat külön lapokon oldd meg! Egy lapra csak egy feladat megoldása kerüljön! A lapra feltétlenül írd fel a feladat sorszámát (pl. Sz2)!

Feladatkészítők: Bárány Zsolt Béla, Dóbéné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Markovics Ákos, Márkus Teréz, Musza Katalin, Petri Judit, Sipos Pál, Szilágyi Magdolna, Tóth Albertné, Tóth Imre, Várnagy Katalin
Szerkesztő: Ősz Katalin (oszk@gamma.ttk.pte.hu)
Lektorok: Bárány Zsolt Béla, Musza Katalin, Tóth Imre, Várnagy Katalin

Elmélet

Az E1-E6 elméleti feladatokat a feladatlapon oldd meg!

E1. feladat **18 pont**

Tegyél + jelet a táblázatba, ha a fent szereplő fémre igaz az állítás! Ügyelj arra, hogy a rossz helyre beírt + jelért pontlevonás jár!

	Fe	**Cu**	**Ag**	**Al**
Híg sósavból hidrogéngázt fejleszt.	+			+
Amfoter elem.				+
Tömény salétromsavban oldódik.		+	+	
Többféle oxidációs állapotban fordul elő.	+	+	(+)	
Halogenidjei fényérzékenyek.			+	
Tiszta állapotban vörös színű.		+		
Nemesfém.			+	
A Daniell-elem katódja.		+		
Könnyűfém.				+
Híg kénsavoldatból H_2-gázt fejleszt.	+			+
A bronz összetevője.		+		
Vegyülete a lápisz.			+	
Ionjai vizes oldatban színtelenek.			+	+

Minden helyes válasz 1 pont. Rossz válasz -1 pont, de negatív pontot a feladat végén nem adunk. A (+) választ nem tanulják középiskolában, de ha tudja, ezért is kap pontot. Viszont a maximális pontszám ekkor is csak 18 pont lehet.

E2. feladat **24 pont**

Az alábbi feladatban olyan vegyületekkel találkozhatsz, amelyek molekuláiban C=O molekularészlet található. Töltsd ki értelemszerűen a táblázatot!

A C=O molekularészlethez kapcsolódó …		A vegyület neve:	Jellemző reakciójának rendezett egyenlete:
egyik atomcsoport:	**másik atomcsoport:**		
H–	CH_3–	etanal *vagy* acetaldehid	Fehling-próbájának egyenlete: $CH_3CHO + 2\ Cu^{2+} + 4\ OH^- \rightarrow CH_3COOH + Cu_2O + 2\ H_2O$
HO–	HO–*	szénsav	Reakciója mészkővel: $H_2CO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(HCO_3)_2$
H–	$CH_2(OH)$–$CH(OH)$–	glicerinaldehid	Ezüsttükörpróbájának egyenlete: $C_3H_6O_3 + 2\ Ag^+ + 2\ OH^- \rightarrow C_3H_6O_4 + 2\ Ag + H_2O$
CH_3–	CH_3–O–	metil-acetát	Reakciója nátrium-hidroxiddal: $CH_3–COO–CH_3 + NaOH \rightarrow CH_3–COONa + CH_3–OH$
HO–	H–	hangyasav *vagy* metánsav	Reakciója brómmal: $HCOOH + Br_2 \rightarrow CO_2 + 2\ HBr$
CH_3–CH_2–	CH_3–	butanon	Tökéletes égésének egyenlete: $C_4H_8O + 5{,}5\ O_2 \rightarrow 4\ CO_2 + 4\ H_2O$
HO–	CH_3–	ecetsav *vagy* etánsav	Reakciója szódabikarbónával: $CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + CO_2 + H_2O$

Az 1-3. oszlopban minden helyesen kitöltött cella 1 pont. Jó egyenlet 2 pont. Ha az egyenlet megfelelő képletekkel került felírásra, de rossz a rendezés, 1 pont adható. Amennyiben az egyenlet egy rosszul megállapított vegyületre/szerkezetre helyesen kerül hibátlanul felírásra, jár az utolsó oszlopra az 2 pont.

* Valójában ilyen molekula csak nagyon kis kon[illegible]

E3. feladat **14 pont**

Ebben a feladatban a **termék** oszlopban szereplő anyag előállítása a cél. Az előállítás *egy lépésben, melléktermék képződése nélkül, szénhidrogénből* történik. Félkonstitúciós (atomcsoportos) képlettel dolgozz (pl. $CH_3–CH_3$)! Soronként egy lehetséges megoldást adj csak meg!

1. anyag (szénhidrogén) +	2. anyag (reagens) =	termék
$CH_2=CH–CH_2–CH_3$	Cl_2	1,2-diklórbután
$CH_2=CH–CH_2–CH_3$ *vagy* $CH_3–CH=CH–CH_3$	HCl	2-klórbután
$CH_3–CH=CH–CH_3$	Cl_2	2,3-diklórbután
$CH_2=CH–CH=CH_2$	Cl_2	3,4-diklórbut-1-én
$CH_2=CH–CH=CH_2$	Cl_2	1,4-diklórbut-2-én
$CH_2=CH–CH=CH_2$	HCl	3-klórbut-1-én
$CH_2=CH–CH=CH_2$	HCl	1-klórbut-2-én

Minden jó cella 1 pont.
Ha több választ ad meg, és a több válasz közül valamelyik rossz, akkor a teljes cella 0 pont. Ha több választ ad meg, és mindegyik helyes, akkor – habár egyértelműen csak egy választ kértünk – megkapja az 1 pontot a cellára.

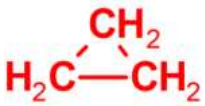
E4. feladat **10 pont**

Add meg a megfogalmazásban megadott szempontnak megfelelő legkisebb szénatomú, telített vegyület félkonstitúciós képletét és szisztematikus vagy közönséges nevét!

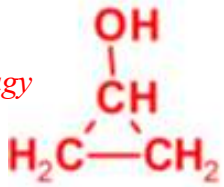
1. **Legnagyobb H:C arányú szénhidrogén:**

Képlet:	Név: metán
CH_4	

2. **Másodrendű (szekunder) szénatomot is tartalmazó szénhidrogén:**

Képlet:	Név: propán *vagy* ciklopropán
$H_3C-CH_2-CH_3$ *vagy* 	

3. **Másodrendű (szekunder) alkohol:**

Képlet:	Név: propán-2-ol (izopropanol, izopropil-alkohol) *vagy* ciklopropanol
$H_3C-CH(OH)-CH_3$ *vagy* 	

4. **Kétértékű, stabilis alkohol:**

Képlet:	Név: glikol (etán-1,2-diol, etilén-glikol)
$HO-CH_2-CH_2-OH$	

5. **Kétértékű karbonsav:**

Képlet:	Név: etándisav *vagy* oxálsav (sóskasav)
COOH | COOH	

Minden jó név 1 pont, minden jó szerkezet 1 pont.

E5. feladat Minden jó karikázás 1 pont, minden jó válasz 1 pont. **9 pont**

Kémia a szivárvány minden színében – TOTÓ

Karikázd be a helyes válasz jelét (1., 2. vagy X.) és válaszolj röviden a feltett kérdésekre!

1. Az alábbiak közül melyik VÖRÖS színű vegyület?

1. réz(I)-oxid	2. réz(II)-oxid	X. vas(II)-oxid

2. Az alábbiak közül melyik NARANCS színű vegyület?

1. $KMnO_4$	2. $K_2Cr_2O_7$	X. K_2CO_3

3. Az alábbiak közül melyik SÁRGA színű?

1. Ag	2. AgCl	X. AgI
Hogyan változik a színe napsütés/fény hatására? szürkül *vagy* feketedik		

4. Az alábbiak közül melyik ZÖLD színű?

1. $Fe(OH)_2$	2. $Fe(OH)_3$	X. Fe

5. Az alábbiak közül melyik KÉK színű vegyület?

1. lúgkő	2. vasgálic	X. rézgálic
Mi a kék vegyület képlete? $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (csak a kristályvizet is jelölő képlet fogadható el)		

6. Az alábbiak közül melyik sötét IBOLYA színű?

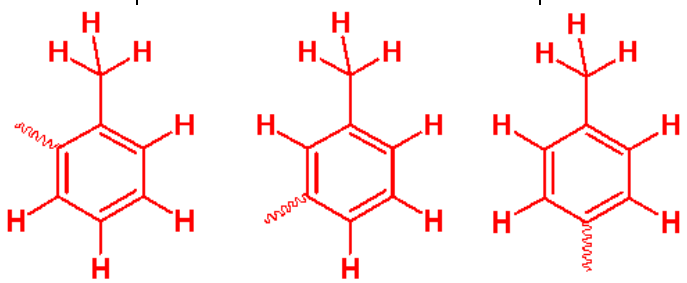
1. $KMnO_4$	2. $MnSO_4$	X. Mn
Mennyi benne a fém oxidációs száma? +7 Ha rosszat karikáz, de annak helyesen adja meg az oxidációs számát, akkor ezt a pontot megkapja.		

E6. feladat **14 pont**

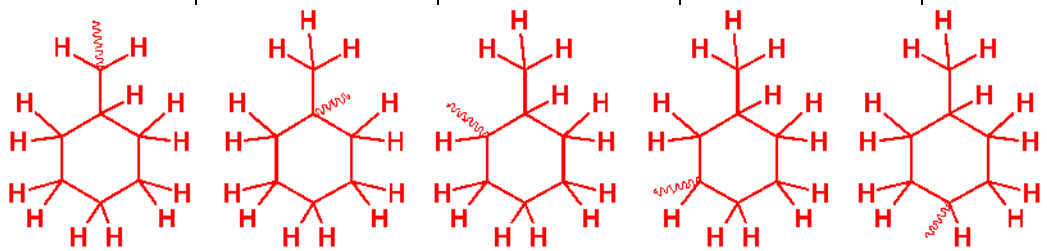
A tolilcsoport (Tol-) úgy képezhető, hogy a toluol (vagy metil-benzol) egy aromás hidrogénjét eltávolítjuk, a hexahidrotolilcsoport (Hht-) pedig úgy, hogy a hexahidrotoluol (vagy metil-ciklohexán) bármely hidrogénjét eltávolítjuk.

a) Rajzold fel az összes tolilcsoportnak és az összes hexahidrotolilcsoportnak a szerkezetét!

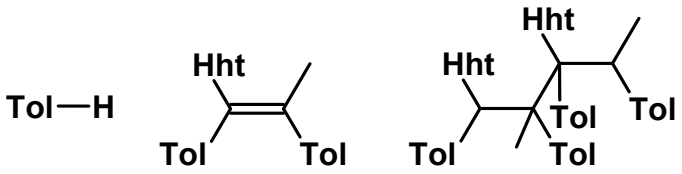
Tolilcsoportok (3 féle): 3 pont



Hexahidrotolilcsoportok (5 féle): 5 pont



Háromféle molekulát (A, B és C) láthatsz az alábbi ábrán ezekkel a csoportjelölésekkel:



A **B** **C**

b) Mi az **A**, a **B** és a **C** molekulák összegképlete?

A: C_7H_8 1 pont	**B**: $C_{24}H_{30}$ 1 pont	**C**: $C_{48}H_{62}$ 1 pont

c) Hány különböző szerkezeti izomerje van az **A**, a **B** és a **C** molekuláknak? Ezeket nem kell felrajzolnod, csak a számukat add meg!

A: 1 1 pont	**B**: $3 \cdot 3 \cdot 5 = 45$ 1 pont	**C**: $5 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 = 2025$ 1 pont

Számítás

Az Sz1 számítási feladatot a feladatlapon oldd meg!

Sz1. feladat **35 pont**

Minden kérdésre egyetlen helyes válasz van. Keresd meg a helyes választ és karikázd be a betűjelét! Ha egynél több választ karikázol be, akkor semmiképpen nem jár pont, akkor sem, ha a helyes válasz is köztük van! A számolás menetét nem kell leírni!

1. 0,05 mol/dm^3 koncentrációjú, kétértékű erős sav vizes oldatát százszorosára hígítva, mekkora lesz az oldat pH-ja?
   A) 4,0
   B) 3,0 3 pont
   C) 2,5
   D) 11,0
   E) 10,5
2. 200 g 15%-os oldathoz mennyi sót kell adni, hogy 25%-os legyen?
   A) 26,67 g 4 pont
   B) 50 g
   C) 30 g
   D) 20 g
   E) 25 g
3. pH = 1,0-es sósavat és vizet milyen térfogatarányban kell összekeverni, hogy a keletkező oldat pH-ja 1,3 legyen?
   A) 1:1000
   B) 1:1 4 pont
   C) 3:5
   D) 1:10
   E) Nem határozható meg
4. 2,0 dm^3 pH = 2,0-es sósavba mennyi szilárd NaOH-t kell tenni, hogy a pH-ja 10 egységgel változzon? A térfogatváltozás elhanyagolható.
   A) 0,40 mol
   B) 0,80 g
   C) 1,6 g 4 pont
   D) 8000 mg
   E) 0,020 mol
5. Milyen arányban kell összekeverni pH = 2-es sósavat és pH = 13-as NaOH-t, hogy pH = 7-es rendszer alakuljon ki?
   A) 100:3
   B) 20:7
   C) 1:1
   D) 10:1 4 pont
   E) Nem megoldható

6. Mennyi időre lenne szükség 1,2 kg Al timföld olvadékból való leválasztásához, ha háztartási áramot, azaz 10 A áramerősséget használnánk?

   A) 1042 nap

   B) 3 év

   C) 14,9 nap 4 pont

   D) 1,5 év

   E) 651 nap

7. Egy standardállapotú metán – etán elegy átlagos moláris tömege 23 g/mol. A rendszert sztöchiometrikus mennyiségű oxigénnel összekeverve, majd elégetve, hogyan változik meg a nyomás (az oxigénnel kevert elegyhez képest), ha a kiindulási hőmérsékletre visszahűtjük?

   A) nem változik

   B) 40%-ra csökken 4 pont

   C) kétszerese lesz

   D) 10%-kal csökken

   E) harmadára csökken

8. 1,0 mol metán és 2,0 mol szén-monoxid keverékét 10-szeres térfogatú oxigénnel összekeverve, majd a reakcióelegyet meggyújtva, a füstgáz hány térfogatszázaléka lesz a szén-dioxid 200 °C-on?

   A) 25% 0 pont – mivel nem egyértelműen a kérdés (mihez képest 10-szeres?)

   B) 50%

   C) 100%

   D) 13%

   E) Nem lesz benne szén-dioxid.

9. Egy kén-hidrogén, kén-dioxid gázelegy átlagos moláris tömege 58 g/mol. 10 mol elegyből kiindulva a reakció lejátszódása után mennyi kén válhat ki maximálisan?

   A) 3 mol 4 pont

   B) 8 mol

   C) 1 mol

   D) 4,5 mol

   E) 0,25 mol

10. Mekkora lehet a 0,010 mol/dm^3 koncentrációjú ammónium-klorid-oldat pH-ja?

   A) 1,9

   B) 12,0

   C) 10,67

   D) 5,63 4 pont

   E) 8,37

Az Sz2-Sz6 számítási feladatokat külön lapokon oldd meg!

Egy lapra csak egy feladat megoldása kerüljön!

A lapra feltétlenül írd fel a feladat sorszámát!

Sz2. feladat **16 pont**

Egy szerves sav 71,1 tömegszázalék oxigént és 2,22 tömegszázalék hidrogént tartalmaz. Ennek a savnak 0,405 g-ja $2{,}7 \cdot 10^{21}$ molekulát tartalmaz.

a) Mi a sav képlete?

A sav kalciumsójának erőteljes hevítésekor csak szilárd anyag és két különböző gáz keletkezik. Egyik gáz sem elem.

b) Írd fel a kalciumsó hevítésekor végbement reakciót!

c) Milyen lesz a keletkezett vizes oldat kémhatása, ha a hevítéskor keletkező szilárd anyagot vízzel összekeverjük? Írj reakcióegyenletet is!

d) A sav vizes oldatában a sav tömegszázaléka kétszerese az anyagmennyiség-százalékban megadott értékének. Számítsd ki a sav vizes oldatának tömeg- és anyagmennyiség-százalékos összetételét!

a) A szén tömegszázaléka: $100\% - 71{,}1\% - 2{,}22\% = 26{,}68\%$ — 1 pont

A sav O:C:H anyagmennyiség-aránya $\frac{71{,}1}{16{,}0} : \frac{26{,}68}{12{,}0} : \frac{2{,}22}{1{,}0} = 4{,}44 : 2{,}22 : 2{,}22 =$

$= 2 : 1 : 1$ — 1 pont

A sav anyagmennyisége $n = \frac{N}{N_A} = \frac{2{,}7 \cdot 10^{21}}{6 \cdot 10^{23}\ \mathrm{mol}^{-1}} = 0{,}0045\ \mathrm{mol}$ — 1 pont

A sav moláris tömege $M = \frac{m}{n} = \frac{0{,}405\ \mathrm{g}}{0{,}0045\ \mathrm{mol}} = 90\ \mathrm{g/mol}$ — 1 pont

A sav az oxálsav, képlete HOOC–COOH vagy $C_2H_2O_4$ — 1 pont

b) Hevítéskor: $(COO)_2Ca = CaO(sz) + CO(g) + CO_2(g)$ — 1 pont

c) $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$, lúgos — 1+1 pont

d) Legyen az oldatban x mol oxálsav és $(100 - x)$ mol víz, így a sav anyagmennyiség-százaléka az oldatban x. — 1 pont

Ugyanebben az oldatban $90x$ g oxálsav — 1 pont

és $18 \cdot (100 - x)$ g víz van, — 1 pont

azaz a tömegszázalékos összetétel savra: $\frac{90x}{90x + 18(100 - x)} \cdot 100 = 2x$, — 2 pont

ebből $x = 37{,}5$ anyagmennyiség-százalék — 1 pont

és 75,0 tömegszázalék jön ki. — 2 pont

Sz3. feladat **9 pont**

Egy egyértékű gyenge sav 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú oldatának pH-ja 3,00. Ennek az oldatnak adott térfogatú részletét 1000 cm^3-re hígítottuk. Ekkor az oldat pH-ja egy egységgel változott meg a kiindulási oldatéhoz képest. Mekkora térfogatú oldatot hígítottunk 1000 cm^3-re?

A gyenge sav savi állandója a töményebb és hígabb oldat esetén is ugyanaz. A savi állandó kiszámítható: 1 pont

pH = 3,00 így $[H_3O^+] = 0{,}0010\ \mathrm{mol/dm^3}$ 1 pont

$K_s = \frac{(0{,}0010\ \mathrm{mol/dm^3})^2}{(0{,}100 - 0{,}0010)\ \mathrm{mol/dm^3}} = 1{,}01 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{mol/dm^3}$ 1 pont

A hígítás során nő az oldat pH-ja. 1 pont

A hígított oldatban: pH = 4,00, így $[H_3O^+] = 0{,}00010\ \mathrm{mol/dm^3}$ 1 pont

Az egyensúlyi állandóra felírható:

$1{,}01 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{mol/dm^3} = \frac{(0{,}00010\ \mathrm{mol/dm^3})^2}{(c_{\text{hígított}} - 0{,}00010)\ \mathrm{mol/dm^3}}$ 1 pont

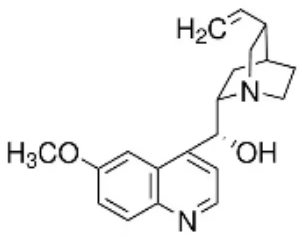
Ebből $c_{\text{hígított}} = 1{,}09 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{mol/dm^3}$ 1 pont

Így $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$ alapján: $1{,}09 \cdot 10^{-5}\ \frac{\mathrm{mol}}{\mathrm{dm^3}} \cdot 1000\ \mathrm{cm^3} = 0{,}100\ \mathrm{mol/dm^3} \cdot V_1$, 1 pont

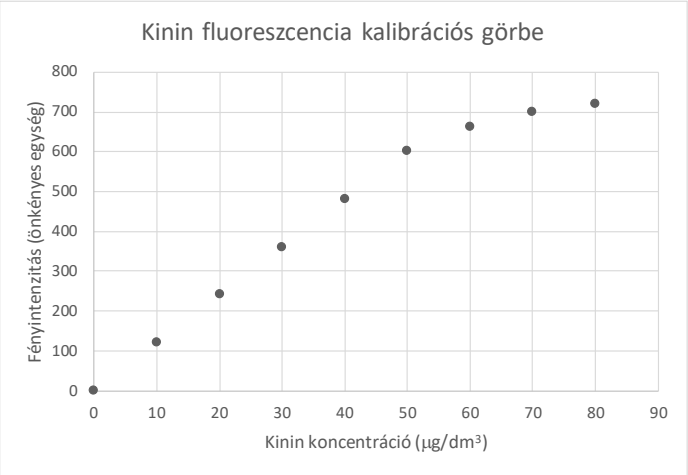
amiből $V_1 = 10{,}9\ \mathrm{cm^3}$ 1 pont

Sz4. feladat **8 pont**

A fluoreszcens molekulák (mint pl. a malária gyógyszereként is ismert, de a közkedvelt tonik keserű ízéért is felelős kinin, ld. képlet alább) olyan anyagféleségek, amelyek megvilágítás hatására fényt bocsátanak ki.



A *kinin képlete*



Ha egy kinint tartalmazó oldatot UV-fénynyalábbal megvilágítunk, az oldat minden irányban kékes színű fényt bocsát ki. A kibocsátott fény erőssége (vagy intenzitása) híg oldatban egyenesen arányos a kinin koncentrációjával, de nagyobb koncentrációknál telítésbe hajlik (ld. fenti grafikon).

Elkészítettünk egy kinint ismert mennyiségben tartalmazó, rendre 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 és 80 µg/dm^3* koncentrációjú oldatsorozatot (ún. kalibrációs oldatsorozatot). Ezzel állapítjuk meg, hogy a berendezésünk (spektrofluoriméter) által mért fényintenzitás hogyan változik a floureszcens vegyület koncentrációjával. 80 µg/dm^3-nél nagyobb koncentrációjú oldatokat azért nem mértünk, mert azoknál már gyakorlatilag mindig ugyanazt a fényintenzitást kapnánk, így ott már a fényintenzitásból úgysem lehetne meghatározni a koncentrációt.

a) Ezt követően egy ismeretlen kinin koncentrációjú oldatot helyezünk a berendezésbe. A műszerünkről az oldatra 360 egységnyi fényintenzitást olvastunk le. Az ábra alapján becsüld meg, mennyi az első ismeretlen oldat kinin koncentrációja!

b) Egy másik oldatról azt tudjuk, hogy a koncentrációja kb. 220 µg/dm^3. Írj javaslatot arra, hogy hogyan határoznád meg ebben az esetben az oldat pontos koncentrációját! Ehhez a spektrofluoriméter, illetve mindenféle pipetták, mérőlombikok, és egy teli desztillált vizes flaska áll rendelkezésedre.

a) Az ábra alapján az első ismeretlen kinin koncentrációjú oldat kb. 30 µg/dm^3 koncentrációjú (28-32 30 µg/dm^3 közötti becslés elfogadható.) 3 pont

b) A második oldat koncentrációja azért nem olvasható le a kalibrációs görbéről, mert nagyobb a koncentrációja, mint a legnagyobb koncentrációjú kalibráló oldatnak. 1 pont

(Ha ezt így nem fogalmazza meg, de a későbbi számolási lépések alapján erre rájött, akkor is jár ez az 1 pont.)

Ahhoz, hogy a mérést el tudjuk végezni, az oldatot olyan mértékben meg kell hígítani, hogy a mért jel a kalibrációs tartományba essen 2 pont
(a legjobb az, ha a lineáris szakaszra).

Ha pl. ötszörösére hígítjuk az oldatot, akkor az oldat koncentráció kb. 44 µg/dm^3, ami már mérhető, és ebből a töményebb oldat pontos koncentrációja is meghatározható. 2 pont
(Vagy tízszeres hígítás esetén kb. 22 µg/dm^3, ami szintén mérhető)

Bármilyen jó hígítás esetén jár a pont.

* A µg jelölés mikrogrammot jelöl. 1 µg = 0,001 mg, azaz 1 milligramm ezredrésze.

Sz5. feladat **11 pont**

A $CuCl_2$ savas kémhatású vizes oldatához elemi rezet adva a következő úgynevezett szinproporcionálódási folyamat játszódik le:

$$Cu^{2+} + Cu \rightleftharpoons 2\ Cu^{+}$$

A CuCl rosszul oldódik tiszta vízben, de kloridionok feleslegének jelenlétében jól oldódó (pl. $CuCl_2^-$) színtelen komplex ionok képződnek, emiatt ilyen körülmények között a fenti egyensúly teljesen a jobb oldal irányába tolódik el. Ez abból is látszik, hogy az eredetileg a Cu^{2+} miatt kék színű oldat egy idő után elszíntelenedik (a Cu^+ és komplexei ugyanis színtelenek).

A reakció lejátszódása után így kapott Cu(I)-oldatot gázokból oxigénnyomok eltávolítására (azaz oxigéncsapdaként) használják, ha ugyanis a rendszerbe oxigén kerül, a Cu^+ oxidálódik Cu^{2+}-vé az alábbi reakcióegyenlet szerint:

$$4\ Cu^{+} + O_2 + 4\ H^{+} \rightarrow 4\ Cu^{2+} + 2\ H_2O$$

a képződött Cu^{2+}-t pedig a jelenlévő Cu visszaalakítja Cu^+-gyé.

a) Írd fel a bruttó egyenletet a két megadott egyenlet alapján (bruttó egyenletnek azt a reakcióegyenletet nevezzük, ami egyetlen rendezett kémiai egyenletben összefoglalja a többlépéses reakció lényegét, azaz, hogy miből mi keletkezik.): …Cu + …O_2 ….

b) Készítünk 1000 cm^3, HCl-re 1,000 mol/dm^3, $CuCl_2$-re 0,100 mol/dm^3 koncentrációjú oldatot, és belehelyezünk egy 30,0 g tömegű rézdrótot, majd a lombikot légmentesen lezárjuk. (Az oldószer oxigéntartalmát és az oldatkészítés során a rendszerbe került oxigén mennyiségét az egyszerűség kedvéért hanyagoljuk el.) Hány liter standardállapotú O_2 eltávolítására alkalmas ez az oldat?

c) Számítással igazold, hogy ugyanennyi lenne-e az oxigénfogyás, ha az oldatunk HCl-re nézve 0,500 mol/dm^3 koncentrációjú lenne!

a) A második egyenletből kivonva az ellentétes irányban felírt első egyenlet kétszeresét (vagy a második egyenlethez hozzáadva az első egyenlet kétszeresét), a következő bruttó egyenletet kapjuk:
$2Cu + O_2 + 4\ H^{+} \rightarrow 2\ Cu^{2+} + 2\ H_2O$ 2 pont

(Az első fontos megfigyelés, hogy ezek szerint a réz sósavban mégis oldódik, de csak akkor, ha a rendszeren egyidejűleg oxigént is keresztülbuborékoltatunk. Oxigén nélkül viszont – ahogyan ezt a tankönyveink is helyesen írják – nem oldódik!)

b) Az oxigénmentesítő berendezés akkor merül ki, amikor az összes elemi réz teljes mértékben Cu(II)-vé alakul. 1 pont
(A Cu(I) tehát csupán közbenső állapot.)
30,0 g tömegű elemi réz $\frac{30{,}0\ \text{g}}{63{,}5\ \text{g/mol}} = 0{,}472\ \text{mol}$, 1 pont
ez feleannyi, vagyis 0,236 mol tiszta oxigénnel reagál, 1 pont
ami $24{,}5\ \text{dm}^3/\text{mol} \cdot 0{,}236\ \text{mol} = 5{,}787\ \text{dm}^3$. 2 pont
Mivel a reakcióegyenletben a proton is szerepel, mint reaktáns, illetve a Cl^-, mint komplexképző
az oldatban legalább $2 \cdot 0{,}472\ \text{mol} = 0{,}945\ \text{mol}\ H^+$ jelenlétére van szükség. 1 pont
Ennyi a fenti rendszerben még éppen megvan (a rendszerben lévő protonmennyiség $1{,}000\ \text{dm}^3 \cdot 1{,}000\ \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 1{,}000\ \text{mol}$). 1 pont
A rendszerben lévő kloridion mennyisége szintén érdekes lehet, de jelen esetben ez is elegendő: ha az összes Cu (0,472 mol) beoldódik, akkor a képződő $CuCl_2^-$ komplexhez ennek a kétszerese, $2 \cdot 0{,}472\ \text{mol} = 0{,}945\ \text{mol}$ kell. 1 pont

Ennyi a fenti rendszerben még éppen megvan (a rendszerben lévő kloridion mennyiség $1{,}000\ \mathrm{dm}^3 \cdot 1{,}000\ \frac{\mathrm{mol}}{\mathrm{dm}^3} = 1{,}000\ \mathrm{mol}$). 1 pont

(Ha akár az oxóniumionra (lila), akár a kloridionra (kék) megcsinálja az ellenőrzést, akkor megkapja az utolsó két pontot. Ha mindkettőre megcsinálja, akkor is csak 2 pont a feladat ezen része!

c) mivel a reakcióegyenletben a proton is szerepel, mint reaktáns, illetve a Cl^-, mint komplexképző, ezért a Cu mennyiségéhez képest az oldatban legalább kétszer annyi H^+-nak és kétszer annyi Cl^--nak kell jelen lennie. 1 pont

Ha a HCl koncentráció 0,500 mol/dm^3, akkor a sem a H^+, sem a Cl^- mennyisége nem elegendő a reakcióhoz, így kevesebb O_2-t „fogyasztana” az oldat. 1 pont

(Ha csak a H^+-t vagy csak a Cl^--iont írja, és arra számol, akkor is jár a 2 pont.)

Sz6. feladat **12 pont**

Egy, a laboratóriumi munkában még kevésbé járatos vegyészhallgató egy szilárd halmazállapotú szerves sav molekulaképletét szerette volna meghatározni. A biztonság kedvéért mindenféle adatot megmért és feljegyzett a füzetébe. Ezeket írta le:

„A szilárd halmazállapotú sav sűrűsége 25 °C-on 1,79 g/cm^3, olvadáspontja 168 °C. Szilárd állapotban a vegyület moláris térfogata 0,0838 dm^3/mol.

A sav 222,2 mg-ját elégetve 1705 J hő fejlődik, miközben 260,72 mg szén-dioxid és 79,98 mg víz keletkezik.

A sav 147,3 mg-ját 1390,8 mg vízben oldva 1,47 cm^3 oldat keletkezik, amelynek a fagyáspontja –1,3 °C. Az oldathoz további 12,4335 g vizet adva a térfogata 13,90 cm^3, a fagyáspontja –0,2 °C lesz. Ezt az oldatot 0,1344 mol/dm^3 koncentrációjú, 1,047 g/cm^3 sűrűségű NaOH-oldattal titrálva, indikátorként 0,08 cm^3 0,01%-os fenolftalein-oldatot használva az ekvivalenciapontig a fogyás 14,61 cm^3, az ekvivalenciapontban mérhető pH 8,47. Az ekvivalenciapont után a titrálószerből még 2,33 cm^3-t az elegyhez adva a pH 12,00-ra növekszik."

Mi a sav molekulaképlete?

A sav moláris térfogata 0,0838 dm^3/mol = 83,8 cm^3/mol, sűrűsége pedig 1,79 g/cm^3, vagyis moláris tömege $83{,}8\ \mathrm{cm^3/mol} \cdot 1{,}79\ \mathrm{g/cm^3} = 150\ \mathrm{g/mol}$. 1+1 pont

Az elégetett 222,2 mg anyagmennyisége így $\frac{0{,}2222\ \mathrm{g}}{150\ \mathrm{g/mol}} = 0{,}00148\ \mathrm{mol}$. 1+1 pont

Az égetés során keletkezett CO_2 anyagmennyisége $\frac{0{,}26072\ \mathrm{g}}{44\ \mathrm{g/mol}} = 0{,}00593\ \mathrm{mol}$. 1 pont

Az égetés során keletkezett H_2O anyagmennyisége $\frac{0{,}07998\ \mathrm{g}}{18\ \mathrm{g/mol}} = 0{,}00444\ \mathrm{mol}$. 1 pont

A vegyület így mólonként $\frac{0{,}00593\ \mathrm{mol}}{0{,}00148\ \mathrm{mol}} = 4\ \mathrm{mol}$ szenet 1 pont

és $\frac{2 \cdot 0{,}00444\ \mathrm{mol}}{0{,}00148\ \mathrm{mol}} = 6\ \mathrm{mol}$ hidrogént tartalmaz. 1 pont

A moláris tömeg 150 g/mol, így a fennmaradó $150\ \mathrm{g} - 4 \cdot 12\ \mathrm{g} - 6\ \mathrm{g} = 96\ \mathrm{g}$ oxigén, 1 pont

ez 6 molnak felel meg. 1 pont

Vagyis az összegképlet $C_4H_6O_6$. 2 pont

Megjegyzés: a többi adatot nem kell használni a számoláshoz!

Ezt a periódusos rendszert tartalmazó utolsó lapot nyugodtan tépd le a feladatsorról, hogy könnyebben tudd használni. Ezt a lapot nem kell beadnod a verseny végén.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 **H** 1,0																	2 **He** 4,0
3 **Li** 6,9	4 **Be** 9,0											5 **B** 10,8	6 **C** 12,0	7 **N** 14,0	8 **O** 16,0	9 **F** 19,0	10 **Ne** 20,2
11 **Na** 23,0	12 **Mg** 24,3											13 **Al** 27,0	14 **Si** 28,1	15 **P** 31,0	16 **S** 32,1	17 **Cl** 35,5	18 **Ar** 39,9
19 **K** 39,1	20 **Ca** 40,1	21 **Sc** 45,0	22 **Ti** 47,9	23 **V** 50,9	24 **Cr** 52,0	25 **Mn** 54,9	26 **Fe** 55,8	27 **Co** 58,9	28 **Ni** 58,7	29 **Cu** 63,5	30 **Zn** 65,4	31 **Ga** 69,7	32 **Ge** 72,6	33 **As** 74,9	34 **Se** 79,0	35 **Br** 79,9	36 **Kr** 83,8
37 **Rb** 85,5	38 **Sr** 87,6	39 **Y** 88,9	40 **Zr** 91,2	41 **Nb** 92,9	42 **Mo** 96,0	43 **Tc** -	44 **Ru** 101,1	45 **Rh** 102,9	46 **Pd** 106,4	47 **Ag** 107,9	48 **Cd** 112,4	49 **In** 114,8	50 **Sn** 118,7	51 **Sb** 121,8	52 **Te** 127,6	53 **I** 126,9	54 **Xe** 131,3
55 **Cs** 132,9	56 **Ba** 137,3	57 **La** 138,9	72 **Hf** 178,5	73 **Ta** 180,9	74 **W** 183,8	75 **Re** 186,2	76 **Os** 190,2	77 **Ir** 192,2	78 **Pt** 195,1	79 **Au** 197,0	80 **Hg** 200,6	81 **Tl** 204,4	82 **Pb** 207,2	83 **Bi** 209,0	84 **Po** 209,0	85 **At** 210,0	86 **Rn** 222,0
87 **Fr** -	88 **Ra** -	89 **Ac** -	104 **Rf** -	105 **Db** -	106 **Sg** -	107 **Bh** -	108 **Hs** -	109 **Mt** -	110 **Ds** -	111 **Rg** -	112 **Cn** -	113 **Nh** -	114 **Fl** -	115 **Mc** -	116 **Lv** -	117 **Ts** -	118 **Og** -

58 **Ce** 140,1	59 **Pr** 140,9	60 **Nd** 144,2	61 **Pm** -	62 **Sm** 150,4	63 **Eu** 152,0	64 **Gd** 157,2	65 **Tb** 158,9	66 **Dy** 162,5	67 **Ho** 164,9	68 **Er** 167,3	69 **Tm** 168,9	70 **Yb** 173,0	71 **Lu** 175,0
90 **Th** 232,0	91 **Pa** 231,0	92 **U** 238,0	93 **Np** -	94 **Pu** -	95 **Am** -	96 **Cm** -	97 **Bk** -	98 **Cf** -	99 **Es** -	100 **Fm** -	101 **Md** -	102 **No** -	103 **Lr** -