

KÉMIA

EMELT SZINTŰ ÍRÁSBELI ÉRETTSÉGI MINTAFELADATOK

A 2024. JANUÁR 1-TŐL BEVEZETÉSRE KERÜLŐ VIZSGAKÖVETELMÉNYEK SZERINT

MINTAFELADATOK:

1. Esettanulmány

Olvassa el figyelmesen a szöveget és válaszoljon az alább feltett kérdésekre tudása és a szöveg alapján!

A foszgén

A foszgént először Davy állította elő 1812-ben szén-monoxidból és klórból, napfény segítségével. Az új anyag nevét a görög „fényből született” kifejezésből kapta.

Kémiailag nagyon reaktív anyag, nagyobb koncentrációban szénára vagy rothadó falevéltre emlékeztető, szúrós szagú gáz, amelynek katonai alkalmazására az I. világháború során került sor. Egyes források szerint a halálos gázmérgezetek kb. 80 %-a foszgénmérgezésben hunyt el. Ma már csak vegyipari alapanyagként használják. Melléktermékként sok folyamatban felszabadulhat, de képződik a nem megfelelően stabilizált és napfényen tárolt kloroformban is.

Egyszerű módszerekkel eldönthetjük, hogy az általunk használt kloroformban van-e foszgén. Két kémcsőbe kevés kloroformot és valamilyen illékony, vízmentes amint, pl. trietil-amint öntünk, majd a kloroformos kémcsövet szájjal lefelé a trietil-aminos kémcsőre borítjuk. Amennyiben a gáztérben „füst” képződik, a kloroformunkban foszgén található.

Mivel ingerhatása nagyon csekély, illata nem figyelmeztet minket a veszélyes koncentrációra. A mérgezést kiváltó és a szaglással érzékelhető koncentrációk közötti különbség illusztrálására a következő táblázatban bemutatjuk a foszgénre, klórra, valamint ammóniára jellemző közelítő pontosságú határértékeket.

	COCl₂ (ml/m³)	Cl₂ (ml/m³)	NH₃ (ml/m³)
Szaglással érzékelhető koncentráció	5–6	3,5	50–55
Köhögést kiváltó koncentráció	5	30	1700
Tüdőödémát okozó koncentráció	2–5 !!!	20–50	2000–5000

Szakértői vélemények szerint felnőttek esetén 2,5 mg foszgén belélegzése már halálos kimenetelű! Annak bizonyítására, hogy a foszgén milyen alattomos mérgező, két balesetet említhetünk:

- Az egyik üzem javítására szoruló kloroform-tároló tartályába leürítés és szellőztetés után a munka felmérése céljából lemászott a munkavezető, aki eközben pipázott. (Dohányosok beszámolója szerint a levegőben lévő foszgén felismerhető arról, hogy a dohányfüst „fémesebb” lesz.) Kb. 30 percet tartózkodott lent. Semmi különös nem érzett, hazament, éjszaka azonban rosszul lett, és reggelre meghalt. Halálát a parázson pirolizálódó kloroform-gőzökből képződött foszgén okozta.
- Egy egyetemi professzor (Prof. Fenaroli, Olaszország) foszgénnel dolgozott, amikor véletlenül belélegezte a gázt. Rosszul lett, lepihent, de 15–20 perc múlva a tünetek elmúltak, jobban lett, ezért folytatta a munkát. Éjszaka az előző esethez hasonlóan rosszul lett, másnap meghalt.

Nagyon súlyos esetben [...] a mérgezés következtében a tüdőhólyagok fala roncsolódik, a hajszálerek fala először csak a vérplazma, majd később a vér sejtjes elemei számára is átjárhatóvá válik, a tüdőszövetek megduzzadnak. A beáramló folyadék és a hólyagok roncsolódása miatt csökken a tüdő oxigénfelvételre alkalmas felülete, ugyanakkor a vér besűrűsödik, viszkozitása nagy mértékben megnövekszik, ami fokozott terhelést ró a szívre. A halál az oxigénhiányos állapot (anoxia), vagy a szív kimerülése miatt következik be. A legsúlyosabb állapot 4–18 óráig tart, ha a mérgezett ezt az időt túlélte, állapota lassan javul. A mérgezést nagyon gyakran tüdőgyulladás követi.

Mi a teendő foszgénmérgezés, vagy annak gyanúja esetén? A beteget azonnal abszolút nyugalomba kell helyezni, a szennyezett ruházatot azonnal el kell távolítani, a beteget be kell takarni. Forró ital adható. Azonnal orvost kell hívni és a beteget kezelésre vagy megfigyelésre kórházba kell szállítani. Mesterséges lélegeztetés tilos!

(Forrás: Dr. Lázár István: Különleges és veszélyes anyagok; Debreceni Egyetem Kossuth Egyetemi Kiadó, 2001, 96–98. oldal)

- a) **Rajzolja fel a foszgénmolekula (COCl₂) szerkezetét jelölve a kötő és nemkötő elektronpárokat, ha tudja, hogy a vegyületben előforduló klóratomok oxidációs száma –1!**
- b) **Mi a szövegben említett amin illékonyságának a szerkezeti magyarázata?**
- c) **A nem stabilizált kloroform a levegő oxigéntartalma hatására foszgénné, illetve egy kétatomos, poláris molekulájú vegyületté alakul. Írja fel a végbemenő reakció rendezett egyenletét!**
- d) **A foszgént is tartalmazó kloroformot a trietil-aminnal hozzák kölcsönhatásba. Valójában mit mutat ki az amin? Vegye figyelembe a c) pontban végbement reakciót!**
- e) **Írja fel a „füst” képződésének reakcióegyenletét!**

f) A táblázat adatait is felhasználva, indokolja, hogy miért alattomos mérleg a foszgén!

g) Nevezzen meg egy nagy viszkozitású szervesetlen folyadékot!

7 pont	
--------	--

2. Négyféle asszociáció

Írja a megfelelő betűjelet a feladat végén található táblázat megfelelő celláiba!

- A) A hangyasav
- B) A pirrol
- C) Mindkettő
- D) Egyik sem

1. Standard, légköri nyomáson és 25 °C-on folyékony halmazállapotú.
2. Molekulái hidrogénkötések által dimereket képeznek.
3. Káliummal hidrogéngáz fejlődése közben reagál.
4. Brómmal szubsztitúciós reakcióba lép.
5. Molekulája két heteroatomot tartalmaz.
6. Az aromás rendszere 5 darab delokalizált elektront tartalmaz.
7. A vizes oldatának pH-ja 7-nél kisebb.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.

7 pont	
--------	--

3. Egyszerű választás

Írja be az egyetlen megfelelő betűjelet a válaszok jobb oldalán található üres cellába!

1.) Válassza ki azt a csoportot, amelyben azonos az alapállapotú atomok párosítatlan elektronjainak száma!

- A) Ca, C, Ti, O
- B) Cl, Na, Cu, Al
- C) Mg, N, Ne, Se
- D) Al, N, Sc, Ag
- E) K, Zn, H, Br

2.) Az alábbi molekulák közül melyik az, amelyik tiszta halmazában nem, de vizes oldatban képes hidrogénkötést kialakítani?

- A) a metanol
- B) a hidrogén-klorid
- C) az aceton
- D) az oxálsav
- E) a metán

3.) Egy kémcsőben lévő szilárd ionrácsos anyagot vízben oldunk. A szilárd anyag oldódása endoterm, ha...

- A) az anyag rácsenergiája kisebb, mint a hidratációs energia abszolút értéke.
- B) oldáskor felmelegszik a kémcső.
- C) túltelített oldat keletkezik.
- D) ha az oldáshő értéke pozitív.
- E) a környezet energiája nő.

4.) Melyik anyag esetében egyezik meg a molekulaképlet a tapasztalati képlettel?

- A) a benzol
- B) a dietil-éter
- C) az ecetsav
- D) a but-2-én
- E) az 1,1,2,2-tetrafluoretén

5.) Abban az esetben nem keletkezik színtelen gáz, ha...

- A) rézforgácsra tömény salétromsavat öntünk.
- B) az etanol és a tömény kénsav elegyét 160 °C-ra melegítjük.
- C) magnéziumra 1,00 mol/dm³ koncentrációjú sósavat öntünk.
- D) szódabikarbónára híg kénsavat öntünk.
- E) alumíniumra 2,00 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldatot öntünk.

5 pont

4. Kísérletelemzés és számítási feladat

Az alumínium tulajdonságai

Alumíniumport és finoman elporított jódot egy tökéletesen száraz edényben összekevertünk. Semmilyen változást nem tapasztaltunk. Ezután egy-két csepp vizet cseppentettünk a keverékre, amely hatására heves kémiai reakció játszódott le. A folyamat során egy lila színű, gáz-halmazállapotú anyag is keletkezik.

- a) Írja le a lejátszódó kémiai reakció rendezett egyenletét!

- b) Milyen szerepet játszik a víz a reakcióban?

- c) Milyen fizikai változás során keletkezett a lila színű gáz-halmazállapotú anyag?

120,0 gramm tömegű alumínium–jód porkeverékre vizet cseppentünk. A képződött szilárd anyag tömege az eredeti porkeverék tömegénél 20,00 %-kal kisebb.
 $A_r(\text{Al}) = 26,98$; $A_r(\text{I}) = 126,9$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{H}) = 1,008$.

- d) Számítással határozza meg a kiindulási porkeverék anyagmennyiség-százalékos összetételét, ha tudjuk, hogy a képződött szilárd anyag egykomponensű!

- e) Mekkora térfogatú $1,250 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat reagált volna el maradéktalanul a fenti $120,0$ gramm tömegű porkeverékkel? Írja fel a lejátszódott reakciók egyenletét is! A keletkező oldat további nátrium-hidroxiddal már nem reagál.

(Amennyiben nem tudta a d) alpontot megoldani, tekintse úgy, hogy az eredeti porkeverékben az alumínium $0,1515$ mólnyi, míg a jód $0,4567$ mólnyi mennyiségben volt jelen.)

$$A_r(\text{Na}) = 22,99.$$

- f) Számítsa ki a $120,0$ gramm tömegű porkeverék a) pontban jelölt reakciója során bekövetkező energiaváltozást! A fizikai változást kísérő energiaváltozástól most tekintsen el!

(Amennyiben nem tudta a d) alpontot megoldani, tekintse úgy, hogy az eredeti porkeverékben az alumínium $0,1515$ mólnyi, míg a jód $0,4567$ mólnyi mennyiségben volt jelen.)

$$\Delta_k H(\text{termék}) = -302,9 \text{ kJ/mol.}$$

16 pont	
---------	--

5. Táblázatos feladat

Az alábbi táblázat sorai redukáló hatású vegyületekre vonatkoznak. Az egyes cellákba beírt információk alapján azonosítsa az egyes anyagokat, illetve töltsse ki értelemszerűen a táblázatot!

A vegyület szabályos neve	A vegyület molekulaképlete (összegképlete)	A vegyület jellemző tulajdonsága	A vegyület egy olyan reakciója, amelyben redukálószerként viselkedik
1.	2.	Záptójsra emlékeztető szagú gáz. A molekulájának alakja: 3.	Reakciója brómmoldattal: 4.
5.	6.	A legismertebb aldohexóz. A gyűrűs szerkezetében található királis szénatomok száma: 7.	Az ezüsttükörpróba reakcióegyenlete: 8.
9.	10.	Szőlőcukorból erjesztéssel keletkezik. A vajsavval alkotott észterének szabályos neve: 11.	Reakciója réz(II)-oxiddal: 12.
13.	14.	Az esővízben oldódva savas eső kialakulásához vezet. Egy jellemző felhasználási területe: 15.	Reakciója a Lugol-oldattal: 16.

16 pont

6. Elemző és számítási feladat

Dinamikus egyensúlyi rendszerek

- a) **Rajzolja fel a legkisebb szénatomszámú, telített, királis észter félkonstitúciós képletét! Jelölje a kiralitáscentrumot!**

A propánsav a propán-2-ollal egyensúlyra vezető reakcióban észtert képez.

- b) **Írja fel a végbemenő folyamat reakcióegyenletét! Nevezze el a keletkező szerves terméket!**

Egy 2,00 dm³ térfogatú tartályban 7,41 gramm propánsavat és 12,0 gramm propán-2-olt keverünk össze. Az adott hőmérsékleten az alkohol 40,0 %-a fog átalakulni.

$A_r(\text{C}) = 12,0$; $A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,0$.

- c) **Határozza meg az egyensúlyi állandó értékét!**

- d) Hány grammal több propánsavat kellett volna eredetileg a tartályba juttatni a 12,0 gramm propán-2-ol mellé ahhoz, hogy az alkohol 60,0 %-a átalakuljon?**

<i>14 pont</i>	
----------------	--

7. Elemző feladat

Fémionok vizes oldatainak tulajdonságai

Vas(II)-klorid-oldathoz kevés hidrogén-peroxid-oldatot csöpögtetünk.

a) **Milyen színváltozás következett be a folyamat során?**

Milyen szerepet töltött be a vas(II)ion a reakcióban?

Az alumínium-nitrát-oldat kémhatását vizsgáljuk.

b) **Milyen kémhatású az oldat?**

Írja fel a kémhatás kialakulásáért felelős folyamat ionegyenletét!

A rézionok a különböző környezetben más és más színnel jelennek meg.

c) **Hogyan változik meg a nagyon híg réz(II)-szulfát-oldat színe, ha nagyobb mennyiségű tömény ammóniaoldatot adunk hozzá?**

d) **Írja fel az acetaldehid Fehling-próbájának rendezett egyenletét, jelölve a rézvegyületek (rézionok) színét is!**

e) **A biuret-próba során is réz(II)ionokat használnak a kimutatáshoz. Milyen szint láthatunk pozitív próba során?**

7 pont	
--------	--

8. Számolási feladat

Metanol, metanal és metánsav keverékének 16,90 grammjával elvégezve az ezüstitűkőpróbát 129,5 gramm ezüst keletkezett. A keverék egy másik, 84,50 grammjából 1,000 dm³ vizes oldatot készítettünk. Az így keletkezett oldatnak a 10,00 cm³-ét 25,28 cm³ 0,1978 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat közömbösíti.

$A_r(\text{C}) = 12,01$; $A_r(\text{H}) = 1,008$; $A_r(\text{O}) = 16,00$; $A_r(\text{Na}) = 22,99$; $A_r(\text{Ag}) = 107,9$.

a) **Írja fel a lejátszódó reakciók egyenletét!**

b) **Adja meg keverék tömegszázalékos összetételét!**

c) Számítsa ki a fenti 1,000 dm³ térfogatú vizes oldat pH-ját!

(Amennyiben a **b**) alpontban nem tudta kiszámítani a metánsav koncentrációját, tekintse azt $5,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ -nek!)

$$K_s(\text{metánsav}) = 1,800 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3.$$

14 pont	
---------	--

9. Számolási feladat

250 gramm 12,7 tömegszázalékos nátrium-hidroxid-oldatba egy kis darabka nátriumot tettünk, majd a kémiai reakció teljes lejátszódása után kapott oldatot grafitelektródok segítségével elektrolizáltuk. Az anódon keletkező gáz térfogata standard légköri nyomáson és 25,0 °C-on 634 cm³.

$A_r(\text{Na}) = 23,0$; $A_r(\text{H}) = 1,01$; $A_r(\text{O}) = 16,0$; $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$.

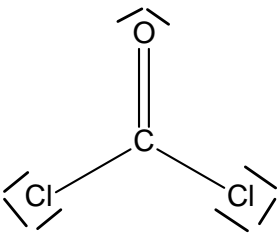
- a) **Írja fel a lejátszódó reakciók egyenletét!**
- b) **Mennyi ideig (hány óráig) tartott az elektrolízis, ha 2,00 A áramerősséggel végeztük?**
- c) **Hány gramm nátriumot reagáltattunk az eredeti NaOH-oldattal, ha az elektrolízis után keletkező oldat tömege is 250 gramm lett?**
- d) **Hány tömegszázalékos lett az elektrolízist követően az oldat?**

<i>12 pont</i>	
----------------	--

	pontszám	
	maximális	elért
1. Esettanulmány	7	
2. Négyféle asszociáció	7	
3. Egyszerű választás	5	
4. Kísérletelemzés és számítási feladat	16	
5. Táblázatos feladat	16	
6. Elemző és számítási feladat	14	
7. Elemző feladat	7	
8. Számítási feladat	14	
9. Számítási feladat	12	
Jelölések, mértékegységek helyes használata	1	
Az adatok pontosságának megfelelő végeredmények megadása számítási feladatok esetén	1	
Az írásbeli vizsgarész pontszáma	100	

MEGOLDÁSOK:

1. Esettanulmány (7 pont)

- a)  *1 pont*
- b) A trietil-amin egy tercier amin, amely molekulái igen kismértékben polárisak, így a molekulák között igen gyenge kölcsönhatás működik. *1 pont*
(vagy: Kisméretű molekulái között nem alakul ki hidrogénkötés.)
- c) $2 \text{CHCl}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{COCl}_2 + 2 \text{HCl}$ *1 pont*
- d) Az amin a létrejött hidrogén-kloriddal fog elreagálni. *1 pont*
- e) $(\text{CH}_3\text{-CH}_2)_3\text{N} + \text{HCl} \rightarrow (\text{CH}_3\text{-CH}_2)_3\text{NHCl}$ *1 pont*
- f) A foszgén jelenlétét csak olyan magas koncentráció esetében lehet szaglással érzékelni, amilyen koncentrációban már tüdőödéma kialakulásához vezethet. *1 pont*
- g) Pl. a kénsav. *1 pont*
(Bármilyen más, helyes példa esetén is jár a pont.)

2. Négyféle asszociáció (7 pont)

Minden helyes válasz egy pontot ér.

1. C
2. A
3. C
4. B
5. A
6. D
7. A

3. Egyszerű választás (5 pont)

Minden helyes válasz egy pontot ér.

- 1.) B
- 2.) C
- 3.) D
- 4.) B
- 5.) A

4. Kísérletelemzés és számítási feladat (16 pont)

- a) $2 \text{ Al} + 3 \text{ I}_2 \rightarrow 2 \text{ AlI}_3$ 1 pont
- b) A víz katalizátorként viselkedik. 1 pont
- c) A folyamat neve: szublimáció. 1 pont
- d) A reakció végén a szilárd anyag csak a keletkezett alumínium-jodidot tartalmazta (a jód szublimált), amelynek a tömege: $120,0 \cdot 0,8 = 96,00 \text{ g}$, anyagmennyisége: $96,00/407,68 = 0,2355 \text{ mol}$. 1 pont
A reakcióegyenlet alapján $0,2355 \text{ mol Al}$ és $0,3532 \text{ mol I}_2$ reagált el. 1 pont
A szublimált jód tömege: $120,0 - 96,00 = 24,00 \text{ g}$,
amelynek az anyagmennyisége: $24,00/253,8 = 0,09456 \text{ mol}$. 1 pont
A keverékben található összes jód: $(0,3532 + 0,09456) = 0,4478 \text{ mol}$.
A keverék összes anyagmennyisége: $0,2355 + 0,4478 = 0,6833 \text{ mol}$. 1 pont
A keverék tehát
 $(0,2355/0,6833) \cdot 100 = \mathbf{34,47 \text{ anyagmennyiség-százalék alumíniumot}}$ és
 $(0,4478/0,6833) \cdot 100 = \mathbf{65,53 \text{ anyagmennyiség-százalék jódot}}$ tartalmazott. 1 pont
- e) $2 \text{ Al} + 2 \text{ NaOH} + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ Na[Al(OH)}_4] + 3 \text{ H}_2$ 1 pont
 $\text{I}_2 + 2 \text{ NaOH} \rightarrow \text{NaOI} + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O}$ 1 pont
 $0,2355 \text{ mol alumíniummal } 0,2355 \text{ mol NaOH}$,
míg $0,4478 \text{ mol jóddal kétszer annyi, vagyis } 0,8956 \text{ mol NaOH reagál el}$. 1 pont
A reakcióban fogyott NaOH anyagmennyisége összesen:
 $0,2355 + 0,8956 = 1,131 \text{ mol}$. 1 pont
A NaOH-oldat térfogata: $1,131/1,250 = \mathbf{0,9049 \text{ dm}^3} = \mathbf{904,9 \text{ cm}^3}$. 1 pont
(Amennyiben $0,1515 \text{ mol Al}$ -mal és $0,4567 \text{ mol I}_2$ -dal számol, úgy
a NaOH-ból $0,1515 + 2 \cdot 0,4567 = 1,065 \text{ mol}$ fogy,
amelynek térfogata: $1,065/1,250 = \mathbf{0,8519 \text{ dm}^3} = \mathbf{851,9 \text{ cm}^3}$.)
- f) $\Delta_r H = \Sigma(\text{termékek képződéshője}) - \Sigma(\text{reaktánsok képződéshője})$ 1 pont
(vagy a Hess-tétel alkalmazása) 1 pont
 $\Delta_r H = 2 \cdot (-302,9) - (2 \cdot 0 + 3 \cdot 0) = -605,8 \text{ kJ/mol}$.
 $2 \text{ mol alumínium reakciója során } 605,8 \text{ kJ hő szabadul fel, míg}$
 $0,2355 \text{ mol alumínium reakciója során } (0,2355/2) \cdot 605,8 =$
71,33 kJ hő szabadul fel. 1 pont
(Amennyiben $0,1515 \text{ mol Al}$ -mal számol, úgy a reakció során
 $(0,1515/2) \cdot 605,8 = \mathbf{45,89 \text{ kJ hő szabadul fel}}$.)

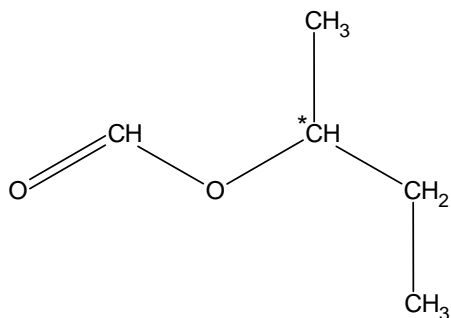
(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

5. Táblázatos feladat (16 pont)

1. dihidrogén-szulfid 1 pont
2. H_2S 1 pont
3. V alakú 1 pont
4. $\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{S} + 2 \text{ HBr}$ 1 pont
5. glükóz (vagy szőlőcukor) 1 pont
6. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 1 pont
7. 5 1 pont
8. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2 \text{ Ag}^+ + 2 \text{ OH}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7 + 2 \text{ Ag} + \text{ H}_2\text{O}$ 1 pont
9. etanol (vagy etil-alkohol) 1 pont
10. $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 1 pont
11. etil-butanoát 1 pont
12. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH=O} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ 1 pont

13. kén-dioxid 1 pont
 14. SO₂ 1 pont
 15. Pl. kénsavgyártás, boroshordók fertőtlenítése stb. 1 pont
 (Bármilyen más, helyes példa esetén is jár a pont.)
 16. SO₂ + I₂ + 2 H₂O → H₂SO₄ + 2 HI 1 pont

6. Elemző és számítási feladat (14 pont)



- a) 2 pont
 (1 pont jár, ha királis észtert rajzol fel, de nem a legkisebb szénatomszámút.)
 (1 pont jár, ha helyes a képlet, de nem jelöli a királis szénatomot.)
 b) CH₃-CH₂-COOH + CH₃-CH(OH)-CH₃ ⇌ CH₃-CH₂-COO-CH(CH₃)-CH₃ + H₂O 2 pont
 (1 pont jár a kiindulási anyagok helyes képletéért, 1 pont jár a termékek helyes képletéért.)
 izopropil-propanoát 1 pont
 c) A propánsav anyagmennyisége: 7,41/74,06 = 0,1001 mol,
 így a koncentrációja: 0,1001/2,00 = 0,05003 mol/dm³. 1 pont
 A propán-2-ol anyagmennyisége: 12,0/60,08 = 0,1997 mol,
 így a koncentrációja: 0,1997/2,00 = 0,09987 mol/dm³. 1 pont

mol/dm ³	sav	+	alkohol	⇌	észter	+	víz
kezdetben	0,05003		0,09987		–		–
átalakulás	0,03995		0,03995		0,03995		0,03995
egyensúly	0,01008		0,05992		0,03995		0,03995

1 pont

$$K = \frac{[\text{észter}]_e^1 \cdot [\text{víz}]_e^1}{[\text{sav}]_e^1 \cdot [\text{alkohol}]_e^1} = \frac{0,03995 \cdot 0,03995}{0,01008 \cdot 0,05992} = \mathbf{2,64.}$$

2 pont

(1 pont jár a tömeghatás törvényének felírásáért/alkalmazásáért, 1 pont jár a helyes eredményért.)

d)

mol/dm ³	sav	+	alkohol	⇌	észter	+	víz
kezdetben	<i>x</i>		0,09987		–		–
átalakulás	0,05992		0,05992		0,05992		0,05992
egyensúly	<i>x</i> – 0,05992		0,03995		0,05992		0,05992

1 pont

Az egyensúlyi állandó értéke változatlanul 2,64, így a tömeghatás törvénye segítségével kiszámítható az *x* értéke:

$$K = \frac{[\text{észter}]_e^1 \cdot [\text{víz}]_e^1}{[\text{sav}]_e^1 \cdot [\text{alkohol}]_e^1} = \frac{0,05992 \cdot 0,05992}{(x - 0,05992) \cdot 0,03995} = 2,64,$$

amiből $x = 0,09396 \text{ mol/dm}^3$.

1 pont

A szükséges propánsav anyagmennyisége: $2,00 \cdot 0,09396 = 0,1879 \text{ mol}$,

amelynek a tömege: $0,1879 \cdot 74,06 = 13,92 \text{ g}$.

1 pont

A $2,00 \text{ dm}^3$ térfogatú tartályba tehát $13,92 - 7,41 = 6,51 \text{ g propánsavat}$ kell még tenni.

1 pont

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

7. Elemző feladat (7 pont)

- a) A világoszöld színű oldat megbarnult (sárgásbarna/rozsdabarna színű lett) . *1 pont*
A vas(II)ion redukálószerként viselkedett. *1 pont*
- b) Savas. *1 pont*
 $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+} + \text{H}_3\text{O}^+$ *1 pont*
- c) A világoskék színű oldatból mélykék színű oldat lesz. *1 pont*
- d) $\text{CH}_3\text{-CH=O} + 2 \text{Cu}^{2+} + 4 \text{OH}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$ *1 pont*
 kék piros
- e) Ibolya (lila) színű. *1 pont*

8. Számítási feladat (14 pont)

- a) $\text{H-CH=O} + 4 \text{Ag}^+ + 4 \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_2 + 4 \text{Ag} + 3 \text{H}_2\text{O}$ *1 pont*
 $\text{H-COOH} + 2 \text{Ag}^+ + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{Ag} + 2 \text{H}_2\text{O}$ *1 pont*
 $\text{H-COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H-COONa} + \text{H}_2\text{O}$ *1 pont*
- b) A közömbösítés során fogyott NaOH anyagmennyisége: *1 pont*
 $0,02528 \cdot 0,1978 = 5,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.
Ugyanekkora anyagmennyiségű metánsav volt a $10,00 \text{ cm}^3$ térfogatú mintában, így az $1,000 \text{ dm}^3$ vizes oldatban, vagyis a $84,50 \text{ g}$ keverékben *1 pont*
 $0,5000 \text{ mol}$ anyagmennyiségű hangyasav volt.
Az ezüsttűkörpróba-hoz használt minta 5-ször kisebb tömegű volt, így abban a metánsav anyagmennyisége $0,1000 \text{ mol}$ volt, amelynek tömege: *1 pont*
 $0,1000 \cdot 46,026 = 4,603 \text{ g}$.
Ennyi hangyasav $0,2000 \text{ mol}$ ezüstöt, vagyis $0,2000 \cdot 107,9 = 21,58 \text{ g}$ ezüstöt választ le. Így a metanal segítségével keletkező ezüst tömege *1 pont*
 $129,5 - 21,58 = 107,92 \text{ g}$.
A reakcióegyenlet alapján a metanal anyagmennyisége negyede az általa leválasztott ezüst anyagmennyiségének ($107,92/107,9 = 1,000 \text{ mol}$), vagyis a formaldehid anyagmennyisége: $0,2500 \text{ mol}$, tömege $0,2500 \cdot 30,026 = 7,507 \text{ g}$. *1 pont*
A metanol tömege $16,90 - 4,603 - 7,507 = 4,790 \text{ g}$. *1 pont*
A keverék tömegszázalékos összetétele:
 $(4,790/16,90) \cdot 100 = 28,34$ **tömegszázalék metanol,**
 $(7,507/16,90) \cdot 100 = 44,42$ **tömegszázalék metanal,**
 $(4,603/16,90) \cdot 100 = 27,24$ **tömegszázalék metánsav.** *2 pont*
- c) A metánsav koncentrációja $0,5000/1,000 = 0,5000 \text{ mol/dm}^3$.

mol/dm ³	HCOOH	+	H ₂ O	⇌	HCOO ⁻	+	H ₃ O ⁺
kezdetben	0,5000				–		–
átalakulás	x				x		x
egyensúly	$0,5000 - x$				x		x

1 pont

Ebből a $K_s = \frac{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HCOOH}]}$ egyenletbe behelyettesítve

1 pont

$$1,800 \cdot 10^{-4} = \frac{x \cdot x}{0,5000 - x}, \text{ amelyből } x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 9,397 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3.$$

Ebből az oldat pH-ja kiszámítható: **pH = 2,027.**

1 pont

(A feladatban megjelölt 0,05000 mol/dm³-rel számolva pH = 2,526 eredményhez jutunk.)

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

9. Számítási feladat (12 pont)

a) $2 \text{ Na} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{ NaOH} + \text{ H}_2$ **1 pont**

Katód: $2 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{ H}_2 + 2 \text{ OH}^-$ **1 pont**

Anód: $\text{ H}_2\text{O} \rightarrow 0,5 \text{ O}_2 + 2 \text{ e}^- + 2 \text{ H}^+$ **1 pont**

b) Az anódon fejlődő oxigén anyagmennyisége: $0,634/24,5 = 0,02588 \text{ mol}$.

Az anódos vízbontás egyenlete alapján a cserélt elektronok anyag-

mennyisége: $4 \cdot 0,02588 = 0,1035 \text{ mol}$,

1 pont

amely $0,1035 \cdot 96500 = 9988,73 \text{ C}$ töltésmennyiséget jelent.

1 pont

Ebből az elektrolízis ideje: $9988,73/2,00 = 4994,37 \text{ s} = \mathbf{1,39 \text{ h}}$.

1 pont

c) Az elektrolízis során $0,02588 \text{ mol}$ oxigén képződése során $0,05176 \text{ mol}$ víz bontásával számolunk. Ennek tömege: $0,9326 \text{ g}$.

1 pont

Az elektrolízis előtt az oldat tömege: $250 + 0,9326 = 250,9326 \text{ g}$.

Ez azt is jelenti, hogy az eredeti 250 g tömegű oldat a nátriummal történt reakció során tömege $0,9326 \text{ g}$ -mal nőtt.

1 pont

A reakcióegyenlet szerint $46,0 \text{ g}$ nátrium reakciója esetén $2,02 \text{ g H}_2$ keletkezik, miközben az oldat tömege $43,98 \text{ g}$ -mal nő.

A $0,9326 \text{ g}$ -nyi növekedést **0,976 g nátrium** reakciója esetén következik be.

1 pont

d) A $0,976 \text{ g}$ nátrium anyagmennyisége: $0,976/23,0 = 0,04241 \text{ mol}$, amelyből $0,04241 \text{ mol NaOH}$ keletkezik. Ennek a tömege: $0,04241 \cdot 40,01 = 1,697 \text{ g}$.

1 pont

A NaOH-oldat $250 \cdot 0,127 = 31,75 \text{ g NaOH}$ -ot tartalmaz.

Az elektrolízist követően létrejött 250 g oldat összesen

$31,75 + 1,697 = 33,45 \text{ g NaOH}$ -ot tartalmaz, így az oldat

1 pont

13,4 tömegszázalékos nátrium-hidroxidra nézve.

1 pont

(Minden más helyes levezetés maximális pontszámot ér!)

Adatpontosságok:

4. feladat: 4 értékes jegy pontossággal megadott végeredmények

6. feladat: 3 értékes jegy pontossággal megadott végeredmények

8. feladat: 4 értékes jegy pontossággal megadott végeredmények

9. feladat: 3 értékes jegy pontossággal megadott végeredmények