

**L. Irinyi János
Középiskolai Kémiaverseny
2018. április 14.
III. forduló – I.a, I.b, I.c és III kategória**

**Munkaidő: 180 perc
Összesen 170 pont**

**A periódusos rendszer az utolsó lapon található.
Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.**

Megoldókulcs és pontozási útmutató

E1. Általános kémia

(1) Adj meg két-két összegképletet, amely megfelel az alábbi feltételeknek!

			Képlet
SZABÁLYOS	tetraéderes szerkezetű	molekula	
		összetett anion	
		összetett kation	
	síkháromszög alakú	molekula	
		összetett anion	

Soronként csak az első két képlet értékelhető.

Összesen: 10 pont

Megoldás

			Képlet
SZABÁLYOS	tetraéderes szerkezetű	molekula	pl. CH ₄ , CCl ₄ , SiH ₄
		összetett anion	pl. SO ₄ ²⁻ , PO ₄ ³⁻
		összetett kation	pl. NH ₄ ⁺ , PR ₄ ⁺
	síkháromszög alakú	molekula	pl. SO ₃ , BF ₃
		összetett anion	pl. NO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻

Természetesen minden helyes megoldás elfogadható.

Soronként csak az első két képlet értékelendő.

Összesen: 10 pont

(2) A következő kijelentésekről dönts el, hogy igazak-e, vagy hamisak! A mondat előtti két négyzet valamelyikébe tégy egy X-et a döntésednek megfelelően.

	Válasz		Állítások
	Igaz	Hamis	
1.			Áramvezetés csak fémekben és elektrolit oldatokban lehetséges.
2.			Kémiai(vegyi) hatása az egyenáramnak is, a váltakozó áramnak is van.
3.			Ha cink-szulfát-oldatba cink lemez merül, akkor a fém és az oldat között potenciálkülönbség lép fel.
4.			A Zn/Zn ²⁺ elektródpotenciáljának meghatározása során a katódon gázfejlődés tapasztalható.
5.			A galvánelemek katódján oxidáció megy végbe.
6.			A katód anyagának helyes megválasztásával a Na ⁺ - ionok is fémnátriummá redukálhatók elektrolízissel
7.			Az alumíniumot azért állítjuk elő elektrolízissel a timföldből, mert timföld szénnel való redukciója drága lenne.
8.			A galvánelemek sóhídjain anionok vándorolnak a katód térből az anódtér felé.
9.			386000 C töltéssel nátrium-szulfát oldatból grafit elektródon 73,5 dm ³ standard állapotú (nyomású, hőmérsékletű) durranógáz keletkezik.
10.			Az akkumulátorokban egyensúlyi reakció megy végbe.

Összesen: 10 pont

Megoldás

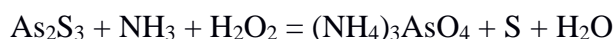
	Válasz		Állítások
	Igaz	Hamis	
1.		X	Áramvezetés csak fémekben és elektrolit oldatokban lehetséges.
2.	X		Kémiai(vegyi) hatása az egyenáramnak is, a váltakozó áramnak is van.
3.	X		Ha cink-szulfát-oldatba cink lemez merül, akkor a fém és az oldat között potenciálkülönbség lép fel.
4.	X		A Zn/Zn ²⁺ elektródpotenciáljának meghatározása során a katódon gázfejlődés tapasztalható.
5.		X	A galvánelemek katódján oxidáció megy végbe.
6.	X		A katód anyagának helyes megválasztásával a Na ⁺ - ionok is fémnátriummá redukálhatók elektrolízissel.
7.		X	Az alumíniumot azért állítjuk elő elektrolízissel a timföldből, mert timföld szénnel való redukciója drága lenne.
8.	X		A galvánelemek sóhídjain anionok vándorolnak a katód térből az anódtér felé.
9.	X		386000 C töltéssel nátrium-szulfát oldatból grafit elektródon 73,5 dm ³ standard állapotú (nyomású, hőmérsékletű) durranógáz keletkezik.
10.		X	Az akkumulátorokban egyensúlyi reakció megy végbe.

Összesen: 10 pont

E2. Szervetlen kémia

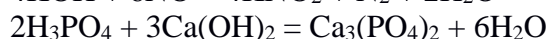
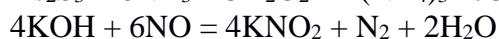
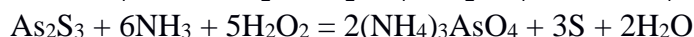
(1) Egészítsd ki és rendezd az alábbi reakcióegyenleteket!





Összesen: 8 pont

Megoldás



Összesen: 8 pont

(2) Meszes vízzel kísérletezünk. Négy kémcsőbe meszes vizet öntünk, és az alábbi anyagokat adjuk hozzájuk, nem feltétlenül a felsorolás sorrendjében: hidrogén-klorid-gáz, szén-dioxid-gáz, kalciumreszelék, égetett mész. A táblázatba foglalt tapasztalatok mellett írd be a reakciópartnert, s annak a reakciónak az egyenletét, amely a tapasztalatokat magyarázza!

Reakciópartner	Tapasztalat	Reakcióegyenlet
	zavarosodás látható, majd feleslegtől az oldat kitisztul	
	pH csökkenés	
	pH növekedés, majd csapadékképződés	
	pH növekedés, gáz- és csapadékképződés	

Összesen: 10 pont

Megoldás

Reakciópartner	Tapasztalat	Reakcióegyenlet
szén-dioxid-gáz	zavarosodás látható, majd feleslegtől az oldat kitisztul	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \underline{\text{CaCO}_3} + \text{H}_2\text{O}$ $\underline{\text{CaCO}_3} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
hidrogén-klorid-gáz	pH csökkenés	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
égetett mész	pH növekedés, majd csapadékképződés	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \underline{\text{Ca}(\text{OH})_2}$
kalcium	pH növekedés, gáz- és csapadékképződés	$\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} = \underline{\text{Ca}(\text{OH})_2} + \underline{\text{H}_2}$

Helyes egyenletenként 2 pont.

Összesen 10 pont

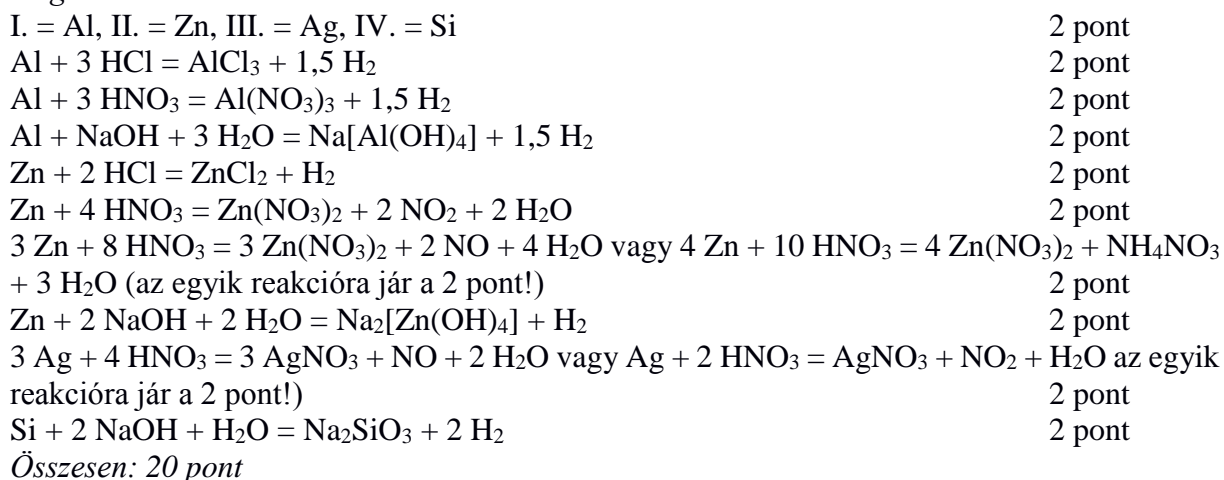
(3) Egy tanuló négy különböző fémesen csillogó, hasonló színű, elemi mintát kapott. Az volt a feladat, hogy a rendelkezésére álló reagensekkel állapítsa meg, hogy mi volt a négy elem. A felhasználható reagensek: HCl-oldat, tömény és híg HNO₃-oldat, valamint NaOH-oldat. A tanuló megpróbálta reagáltatni a négy mintát a négy reagenssel. A reakciók eredményét az alábbi táblázat tartalmazza. (+ jel, ha a minta oldódik, – jel, ha nem oldódik).

Reagens	I. elem	II. elem	III. elem	IV. elem
HCl	+	+	–	–
tömény HNO ₃	–	+	+	–
híg HNO ₃	+	+	–	–
NaOH	+	+	–	+

Mi volt a négy minta? Írd fel a végbement reakciók egyenleteit!

Összesen: 20 pont

Megoldás



Összesen: 20 pont

(4) Tekintsük az alábbi reakciópartnereket! Ahol reakció várható, fejezd be és rendezd az egyenletet, ahol nincs reakció, húzd ki az egyenlőségjel után.

A.	Fe + HCl =
	Fe + Cl ₂ =
B.	Cu + HCl =
	Cu + Cl ₂ =
C.	KI + HCl =
	KI + Cl ₂ =
D.	KMnO ₄ + HCl =
	KMnO ₄ + Cl ₂ =

Összesen: 16 pont

Megoldás

A.	Fe + 2HCl = FeCl ₂ + H ₂
	2Fe + 3Cl ₂ = 2FeCl ₃
B.	Cu + HCl = –
	Cu + Cl ₂ = CuCl ₂
C.	KI + HCl = –
	2KI + Cl ₂ = 2KCl + I ₂
D.	2KMnO ₄ + 16HCl = 5Cl ₂ + 2KCl + 2MnCl ₂ + 8H ₂ O
	KMnO ₄ + Cl ₂ = –

Soronként 2 pont, ha teljesen hibátlan a válasz.

Kis hiba (együttható hiba) esetén 1 pont

Összesen: 16 pont

(5) A kérdések megválaszolásához az adatokat a diagramról olvasd le (az ammónium-nitrát görbét figyelmen kívül).

- (a) Melyik anyagot nem érdemes melegíteni a jobb oldhatóság érdekében?.....
(b) Melyik anyag oldhatósága a legkisebb 15°C-on?.....
(c) Hány °C-on egyezik meg 3 anyag oldhatósága?.....
(d) Melyik só 60°C-os telített oldatából kristályosodik ki a legtöbb anyag, ha 50°C-ra hűtjük?
(e) Tégy relációjelet (<, =, >) a táblázat üres oszlopába.

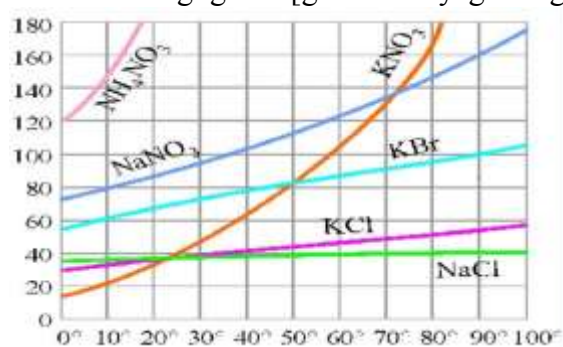
hőmérséklet (°C)	oldhatóság (g/100 g víz)	jel	oldhatóság (g/100 g víz)
10	NaCl		KCl
40	KBr		NaNO ₃
50	KNO ₃		KBr
70	NaNO ₃		KNO ₃
90	NaNO ₃		KNO ₃

(f) Hány tömegszázalékos a 10°C-on telített NaNO₃ oldat?

(g) Milyen hőmérsékletű az a telített KCl oldat, amely 33,3 tömegszázalékos?

Összesen: 11 pont

Az oldhatósági görbe [g oldott anyag/100 g víz – hőmérséklet (°C)]



Megoldás

(a) NaCl, (b) KNO₃, (c) 24(-25), (d) KNO₃

(e)

hőmérséklet (°C)	oldhatóság (g/100 g víz)	jel	oldhatóság (g/100 g víz)
10	NaCl	>	KCl
40	KBr	<	NaNO ₃
50	KNO ₃	=	KBr
70	NaNO ₃	>	KNO ₃
90	NaNO ₃	<	KNO ₃

(f) $(80/180)100 = 44\%$, (g) $(100/66,7)33,3 = 49,9$

Az oldhatóság ≈ 50 g/100 g víz, a hőmérséklet ≈ 70 °C

Összesen: 11 pont

Számítási feladatok

Sz1. A 200 Ft-os és az 50 Ft-os pénzérme jellemzői:



Átmérő: 28,3 mm

Tömeg: 9 g

Anyag: a körgyűrű aransárga színű réz (75%)–nikkel (4%)–cink (21%) ötvözet, belső része (magja) réz (75%)–nikkel (25%) ötvözet (bimetál)

Szín: a külső gyűrű aransárga, a belső rész ezüstfehér

Perem: szaggatottan recés (receszám: 72)



Érmekép: a Lánchíd képe



Átmérő: 27,4 mm
Tömeg: 7,7 g
Anyag: réz (75%)-nikkel (25%) ötvözet
Szín: ezüstfehér
Perem: sima



Érmekép: kerecsensólyom (*Falco cherrug*)

Vastagsága: 1,7 mm.

- (a) Hány db rézatom van egy 200 Ft-os pénzermében?
(b) Melyik ötvöző fém okozza az ezüstfehér színt?
(c) Add meg az 50 Ft-os érme mólszázalékos összetételét.

Összesen: 10 pont

Megoldás

réztartalom: $9 \text{ g} \times 0,75 = 6,75 \text{ g}$ $6,75 \text{ g} : 63,5 \text{ g/mol} = 0,106 \text{ mol}$, azaz $6,4 \times 10^{22}$ db Cu atom
6 pont

A nikkel (a nikkelötvözet ezüstfehér).
1 pont

Az 50 forintos:

$x(\text{Cu}) : x(\text{Ni}) = \frac{75}{63,5} : \frac{25}{58,7} = 1,18 : 0,426 = 2,77 : 1 = 73\% : 27\%$ 3 pont

Összesen: 10 pont

Sz2. Mekkora térfogatú $0,2000 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú KOH-oldatot kell hozzáadni $80,00 \text{ cm}^3$ $0,1000 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldathoz, hogy a keletkező oldat pH-ja 2,0 legyen (pH = $-\log_{10}[\text{H}^+]$)? (A kénsav disszociációja teljes, az oldatok térfogatai összeadódnak!)

Összesen: 10 pont

Megoldás

$2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 2 pont

80 cm^3 kénsavoldatban van 16 mmol H^+ -ion 2 pont

A keletkezett oldat 1 cm^3 -ében van $0,01 \text{ mmol H}^+$ -ion 2 pont

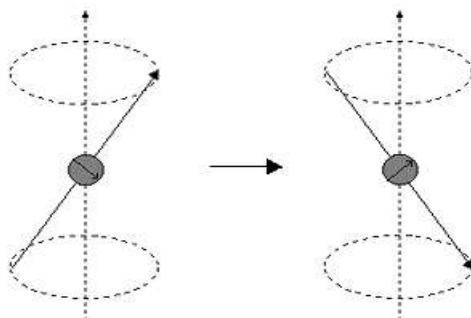
Ha $x \text{ cm}^3$ KOH-oldatot kell hozzáadni, abban $0,2x \text{ mmol OH}^-$ -ion van. 1 pont

A koncentrációkat felírva: $(16 - 0,2x)/(80 + x) = 0,01/1$. 2 pont

Az egyenletből $x = 72,38 \text{ cm}^3$ KOH-oldat 1 pont

Összesen: 10 pont

Sz3. A szerves vegyületek NMR (magnágneses rezonancia) spektruma a modern szerves kémia kutatások egyik leghasznosabb eszköze. A mérés során azt az E_j energiát mérjük meg, ami ahhoz szükséges, hogy egy atom magjának mágneses momentumát (az ^1H izotóp is rendelkezik ilyennel) a berendezésben létrehozott külső mágneses térben (ennek irányát a függőleges nyíl jelképezi az alábbi ábrán) parallel állapotból (baloldali ábra) antiparallel állapotba (jobb oldali ábra) „átfordítsuk”.



Ezt az „átfordításhoz” szükséges E_j energiát egy megfelelő frekvenciájú elektromágneses sugárzással szokás a mérés során biztosítani. Például, ha egy ^1H magot 11,7 T (tesla) erősségű mágneses térbe helyezünk, akkor ekkora energiát éppen egy 500 MHz frekvenciájú rádiófrekvenciás sugárzás fog szolgáltatni. Ekkor azt mondjuk, hogy az adott berendezésben az ^1H rezonanciafrekvenciája 500 MHz. Ha az alkalmazott mágneses tér erősségét 21,1 T-ra növeljük, a rezonanciafrekvencia 900 MHz-re nő.

A rezonanciafrekvencia nagyon kicsiny, de jól mérhető mértékben változik a mágneses mag kémiai környezetének változásával, és az NMR spektrum felvételekor lényegében ezeket a változásokat próbáljuk nyomon követni. Például az ecetsav molekula metilcsoportjában lévő protonok E_j értéke 1 milliommód résznyivel (1 ppm) megváltozik, ha az ecetsav-molekula deprotonálódik és átalakul acetátiónná. Ezek alapján számítsd ki, hogy hány Hz különbség tapasztalható az ecetsav és az acetátió protonjainak rezonanciafrekvenciája között 11,7 T ill. 21,1 T mágneses térerősség alkalmazása esetén?

Összesen: 10 pont

Megoldás

A feladat nagyon bonyolultnak tűnik, de a megoldása nagyon egyszerű. Mivel $E_j = h\nu$, az „átfordításhoz” szükséges energia egyenesen arányos a rezonanciafrekvenciával (itt h a Planck állandó).

4 pont

A kétfajta kémiai környezetben lévő proton rezonanciafrekvenciája, az E_j és így az 500 MHz-es ill. a 900 MHz-es rezonanciafrekvencia egymilliommód részével, vagyis 500 Hz-zel illetve 900 Hz-zel térnek el egymástól.

3-3 pont

Összesen: 10 pont

Sz4. Milyen tömegű elemi szén és elemi oxigént kell hozzáadnunk 1000 °C-on 1,00 kg vas(III)-oxidhoz, ha két feltételt is teljesíteni akarunk egyidejűleg:

1. A végtermékben csak elemi vas és szén-dioxid legyen.
2. A reakcióelegy hőmérséklete ne változzék.

A szén égéshője 1000 °C-on -394 kJ/mol, az elemi vasé (vas(III)-oxid keletkezéséig) pedig -408 kJ/mol.

Összesen: 20 pont

Megoldás

A két lejátszódó reakció:



A második folyamat reakcióhője éppen a szén égéshője, vagyis -394 kJ/mol.

1 pont

Az első folyamat reakcióhője Hess tételéből kiszámolható. A vas égéshője a következő folyamathoz tartozik:



A Fe_2O_3 ,_{sz} képződéshője -816 kJ/mol.

Így a vas(III)-oxid szén redukciójának reakcióhője a fenti egyenletre:

$$\Delta_r H = [3 \cdot (-394) - 2 \cdot (-816)] \text{ kJ/mol} = +450 \text{ kJ/mol} \quad 4 \text{ pont}$$

1,00 kg Fe_2O_3 anyagmennyisége ($M = 159,8$ g/mol) 6,26 mol. 1 pont

Ennyi vas teljes szén redukciója során a hőváltozás $6,26/2 \text{ mol} \times 450 \text{ kJ/mol} = 1408,5 \text{ kJ}$.

2 pont

A hőmérséklet nem változhat a folyamat során, így a szén égésének éppen ennyi hőt kell termelnie, vagyis $(-1408,5 \text{ kJ}) / (-394 \text{ kJ/mol}) = 3,57 \text{ mol}$ szén kell még pluszban elégetni.

4 pont

Így a szükséges szén anyagmennyisége és tömege:

$$6,26 \text{ mol} \times 1,5 + 3,57 \text{ mol} = 12,96 \text{ mol} \Rightarrow 156 \text{ g} \quad 1 \text{ pont}$$

A szükséges elemi oxigén anyagmennyisége és tömege:

$$3,57 \text{ mol} \Rightarrow 114 \text{ g} \quad 1 \text{ pont}$$

Összesen: 20 pont

Sz5. 1 mol N_2H_4 , NH_3 és N_2 gáz-gőzelegyenben 10 mol% N_2 van. Az elegyet sztöchiometriai mennyiségű oxigénben elégetve, nitrogén és vízgőz keletkezik. A keletkező elegyet az eredeti hőmérsékletre és nyomásra állítva a benne lévő összes nitrogén térfogata megegyezik az égetéshez alkalmazott oxigén térfogatával.

Milyen volt az eredeti és a keletkező elegy térfogat%-os összetétele, ha a víz gőzállapotú?

Összesen: 18 pont

Megoldás

Reakcióegyenletek: $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 = \text{N}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$, $2 \text{NH}_3 + 1,5 \text{O}_2 = \text{N}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$. 4 pont

1 mol elegyenben volt x mol N_2H_4 , y mol NH_3 és 0,1 mol N_2 3 pont

A keletkező nitrogén: (x + 0,5y + 0,1) mol. 2 pont

Az égéshez szükséges oxigén: (x + 0,75y) 2 pont

x + 0,5y + 0,1 = x + 0,75y, ebből y = 0,4 mol NH_3 . x = 0,5 mol N_2H_4 3 pont

Az eredeti elegy térfogat%-os összetétele: 40 % NH_3 , 50 % N_2H_4 és 10 % N_2 1 pont

A keletkezett elegyenben van: 0,8 mol N_2 , és 1,6 mol H_2O 2 pont

Az elegy térfogat%-os összetétele: 33 % N_2 és 67 % H_2O 1 pont

Összesen: 18 pont

Sz6. Mennyi ideig elektrolizáljunk grafit-elektrodok között 10 A áramerősséggel 100 cm^3 11-es pH-jú NaOH-oldatot ($\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$), ha azt szeretnénk, hogy az elektrolízis befejeztével az oldat pH-ja 1-gyel térjen el a kiindulási oldattól. (Az oldat sűrűségét végig állandónak vesszük, $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$; $F = 96500 \text{ C/mol}$). Írd fel az elektródreakciók egyenleteit is!

Összesen: 17 pont

Megoldás

– Katód: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- = \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

+ Anód: $2\text{OH}^- = 0,5\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ 2 pont

Bruttó egyenlet: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 0,5\text{O}_2 \rightarrow$ Áthaladt töltés: 2 F

1 mol víz elbontásához 2 mol elektron ($2 \times 96500 \text{ C}$ töltés) szükséges. 2 pont

Az elektrolízis során vízbontás történt, az oldott anyag (NaOH) mennyisége nem változott, ezért az oldat töményedett, így a pH-ja nőtt. 1 pont

Az elektrolízis előtt az oldat pH = 11 volt, ebből kiszámítható a NaOH-oldat kiindulási koncentrációja: $\text{pH}_{\text{kiindulási}} = 11$; $\text{pOH} = 14 - \text{pH}$; $\text{pOH}_{\text{kiindulási}} = 14 - 11 = 3$; $c_{\text{kiindulási}} = [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

Az oldatban levő NaOH anyagmennyisége: $n = cV = 10^{-3} \times 10^{-1} = 10^{-4} \text{ mol}$ 2 pont

A pH 1-gyel nőtt, ebből kiszámolható a NaOH-oldat koncentrációja az elektrolízis végén:

$\text{pH}_{\text{végső}} = 11 + 1 = 12$; $\text{pOH}_{\text{végső}} = 14 - \text{pH} = 14 - 12 = 2$; $c_{\text{végső}} = [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ 2 pont

Az oldatban levő NaOH mennyisége nem változott, így a koncentrációból és az anyagmennyiségből az elektrolízis végén maradó oldat térfogata kiszámítható:

$V_{\text{végső}} = n/c = 10^{-4} / 10^{-2} = 10^{-2} \text{ dm}^3 = 10 \text{ cm}^3$ 2 pont

A kiindulási és a maradék oldat tömegének a különbsége megadja az elbomlott víz tömegét.

$m_{\text{kiindulási}} = \rho V = 1 \times 100 = 100 \text{ g}$; $m_{\text{végső}} = 1 \times 10 = 10 \text{ g}$; $m_{\text{víz}} = 100 - 10 = 90 \text{ g}$ 2 pont

90 g vizet bontottunk el, ami $n = m / M = 90 / 18 = 5 \text{ mol}$

Az elbontott víz mennyiségének ismeretében az elektrolízis időtartama meghatározható.

1 mol víz elbontásához 2 mol elektron áthaladása szükséges

5 mol víz elbontásához $n_e = 5 \times 2 = 10$ mol elektron kell

A cellán áthaladt töltés mennyisége $Q = n_e \times F = 10 \times 96500 = 965\,000$ C

Az elektrolízis időtartama:

$Q = It$; $I = 10\text{A}$, $t = Q/I = 965\,000/10 = 96500$ s = 26,8 h

4 pont

Összesen: 17 pont

Természetesen, bármilyen más gondolatmenet is elfogadandó, amely a helyes megoldáshoz vezet.

	1, I.A	2, II.A	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13, III.A	14, IV.A	15, V.A	16, VI.A	17, VII.A	18, VIII.A
1.	1 H 1,008 hidrogén																	2 He 4,0 hélium
2.	3 Li 6,94 lítium	4 Be 9,01 berillium											5 B 10,8 bór	6 C 12,01 szén	7 N 14,01 nitrogén	8 O 16,00 oxigén	9 F 19,0 fluor	10 Ne 20,2 neon
3.	11 Na 23,0 nátrium	12 Mg 24,3 magnézium	III.B	IV.B	V.B	VI.B	VII.B	VIII.B		I.B	II.B	13 Al 27,0 alumínium	14 Si 28,1 szilícium	15 P 31,0 foszfor	16 S 32,0 kén	17 Cl 35,5 klór	18 Ar 39,9 argon	
4.	19 K 39,1 kálium	20 Ca 40,0 kalcium	21 Sc 45,0 szkandium	22 Ti 47,9 titán	23 V 50,9 vanádium	24 Cr 52,0 króm	25 Mn 54,9 mangán	26 Fe 55,9 vas	27 Co 58,9 kobalt	28 Ni 58,7 nikkel	29 Cu 63,5 réz	30 Zn 65,4 cink	31 Ga 69,7 gallium	32 Ge 72,6 germánium	33 As 74,9 arzén	34 Se 79,0 szelén	35 Br 79,9 bróm	36 Kr 83,8 kripton
5.	37 Rb 85,5 rubídium	38 Sr 87,6 stroncium	39 Y 88,9 itrium	40 Zr 91,2 cirkónium	41 Nb 92,9 nióbbium	42 Mo 95,9 molibdén	43 Tc (99) technécium	44 Ru 101,1 ruténium	45 Rh 102,9 ródium	46 Pd 106,4 palládium	47 Ag 107,9 ezüst	48 Cd 112,4 kadmium	49 In 114,8 indium	50 Sn 118,7 ón	51 Sb 121,8 antimon	52 Te 127,6 tellúr	53 I 126,9 jód	54 Xe 131,3 xenon
6.	55 Cs 132,9 cézium	56 Ba 137,3 bárium	57 La* 138,9 lantán	72 Hf 178,5 hafnium	73 Ta 181,0 tantál	74 W 183,9 wolfram	75 Re 186,2 rénium	76 Os 190,2 ozmium	77 Ir 192,2 irídium	78 Pt 195,1 platina	79 Au 197,0 arany	80 Hg 200,6 higany	81 Tl 204,4 tallium	82 Pb 207,2 ólom	83 Bi 209,0 bizmut	84 Po (210) polónium	85 At (210) asztácium	86 Rn (222) radon
7.	87 Fr (223) francium	88 Ra (226) rádium	89 Ac** (227) aktínium	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium									

lantanoidák*	58 Ce 140,1 cérium	59 Pr 140,9 praezodimium	60 Nd 144,2 Neodimium	61 Pm (147) prométium	62 Sm 150,4 szamárium	63 Eu 152,0 európium	64 Gd 157,3 gadolinium	65 Tb 158,9 terbium	66 Dy 162,5 diszpróziom	67 Ho 164,9 holmium	68 Er 167,3 erbiom	69 Tm 168,9 tulium	70 Yb 173,0 itterbium	71 Lu 175,0 lutécium
	90 Th 232,0 tórium	91 Pa (231,0) protaktínium	92 U 238,1 urán	93 Np (237,0) neptúnium	94 Pu (242,0) plutónium	95 Am (243,0) amerícium	96 Cm (247,0) kúrium	97 Bk (249,0) berkélium	98 Cf (251,0) kalifornium	99 Es (254,0) einsteinium	100 Fm (253,0) fermium	101 Md (256,0) mendelévium	102 No (254,0) nobélium	103 Lr (257,0) laurencium