



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



DEBRECENI  
EGYETEM



Nemzeti  
Tehetség Program

*A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-M-22-B-0039 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.*

## 55. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2023. április 15.

### Országos döntő (írásbeli rész) – I. kategória

- ✓ Munkaidő: **150 perc**. Maximálisan elérhető pontszám: **180 pont**.
- ✓ Kérjük, hogy erre a címlapra 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 feladatok megoldásához egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
- ✓ Az elméleti feladatokat és az Sz1 számolási feladatot a feladatlapon oldd meg!
- ✓ Az Sz2-Sz5 számolási 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, Forgács József, Lente Gábor, Márkus Teréz, Musza Katalin,  
Sipos Pál, Tóth Albertné, Tóth Imre  
Szerkesztő: Ósz Katalin ([oszk@gamma.ttk.pte.hu](mailto:oszk@gamma.ttk.pte.hu))  
Lektor: Várnagy Katalin

## Feladatsor

### Elmélet

*Az elméleti feladatokat a feladatlapon oldd meg!*

#### E1. feladat

Minden helyes válasz 1 pont, rossz válaszáért nincs pontlevonás.

**10 pont**

Az alább található 10 db névvel azonosított sav-bázis reakcióhoz ki kell válogatnod a neki megfelelő reakcióegyenletet a felkínált tizenötből. A megfelelő reakcióegyenlet betűjelét (azonosítóját) kell a megnevezett reakció előtti üres négyzetbe írni.

#### Reakció megnevezése:

D	A víz autoprotolízise (disszociációja).
C	A közömbösítés általános egyenlete.
A	A víz és a hidroxidion, valamint az ammóniumion és az ammónia konjugált sav-bázis párokat alkotnak.
E	A vízionszorzat kiszámításának módja és értéke.
F	A hidrogénkarbonát-ion savként viselkedhet.

#### Reakció megnevezése:

N	Az alumíniumsók vizes oldatában a fémion akva-komplexe savként viselkedik.
J	A trisó vizes oldatában a foszfátion vízzel való reakciója lúgos kémhatást okoz.
G	Az erősebb sav felszabadítja sójából a gyengébb savat.
K	Savanyúsó típusú vegyület keletkezik, ha többértékű savat részlegesen közömbösítünk.
P	Kétértékű sav közömbösítése kétértékű bázissal.

Azonosító:	Reakcióegyenlet:
<b>A</b>	$\text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
<b>B</b>	$K = [\text{H}^+][\text{OH}^-] / [\text{H}_2\text{O}] = 1,8 \cdot 10^{-16} \quad (t = 22 \text{ }^\circ\text{C})$
<b>C</b>	$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} \quad \text{vagy} \quad \text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
<b>D</b>	$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \quad \text{vagy} \quad \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$
<b>E</b>	$K = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-14} \quad (t = 22 \text{ }^\circ\text{C})$
<b>F</b>	$\text{HCO}_3^- + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
<b>G</b>	$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
<b>H</b>	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
<b>I</b>	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaO} \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
<b>J</b>	$\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$
<b>K</b>	$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
<b>L</b>	$\text{HCO}_3^- + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
<b>M</b>	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$
<b>N</b>	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$
<b>P</b>	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$

**E2. feladat****17 pont**Rendezd a következő, **A, B, C** betűkkel jelölt redoxireakciók egyenleteit!

<b>A</b>	$2 \text{ KMnO}_4 + 16 \text{ HCl} \rightarrow 2 \text{ KCl} + 2 \text{ MnCl}_2 + 8 \text{ H}_2\text{O} + 5 \text{ Cl}_2$	2 pont
<b>B</b>	$2 \text{ H}_2\text{S} + \text{ SO}_2 \rightarrow 3 \text{ S} + 2 \text{ H}_2\text{O}$	2 pont
<b>C</b>	$2 \text{ FeCl}_2 + \text{ Cl}_2 \rightarrow 2 \text{ FeCl}_3$	2 pont

A reakcióegyenletekre vonatkozó kérdésekre, állításokra az oda illő **A, B vagy C** betűk üres cellába való beírásával válaszolj! Egy helyre csak egy betűt írd!

**Kérdések, állítások:****Válaszok:**

- |  |   |
|--|---|
| 1. A kémia reakció az egyesülés típusba sorolható.   | C |
| 2. A kiindulási reakciópartnerek egyike elem, mely oxidáló szerepet tölt be a reakcióban.                      | C |
| 3. A reakcióban van olyan fémion, melynek nem változik meg az oxidációs száma.                                 | A |
| 4. A reakcióban csak molekulárcsós anyagok vesznek részt.  | B |
| 5. A kétféle kiindulási vegyület központi atomja megegyezik.   | B |
| 6. Az oxidálószer központi atomjának oxidációs száma 5-tel változik.   | A |
| 7. A klorid-ionok egy része oxidálódik a reakcióban.   | A |
| 8. A reakcióban a fémtartalmú vegyület oxidálódik. A ferro-ionokból ferri-ionok keletkeznek az oxidáció során. | C |
| 9. A két oldat reakciója során kolloid oldat keletkezik.   | B |
| 10. A reakció során gáz képződik.  | A |
| 11. A végtermékként jelenlévő kloridionok egy része redukció során keletkezett.                                | C |

Minden helyes válasz 1 pont, rossz válaszért nincs pontlevonás.

**E3. feladat****Minden helyes válasz 2 pont, rossz válaszáért nincs pontlevonás.****10 pont**

A következő kérdésekre egész számok beírásával kell válaszolni!

Hány értékű sav a foszforsav?

3

Mennyi a  $10^{-2}$  mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú HCl-oldat pH-ja?

2

Mennyi a HCl disszociációfoka vizes oldatban?

1

Mennyi egy elemben az atomok oxidációs száma?

0

Mennyi a Mn oxidációs száma a kálium-permanganátban?

7

**E4. feladat****9 pont**

Tekintsük a következő anyagokat:

**fenolftalein, metilnarancs, metilvörös, Na<sub>2</sub>CO<sub>3(aq)</sub>, NaHSO<sub>4(aq)</sub>, NH<sub>3(aq)</sub>**

Úgy kell közülük párokat kiválasztani, hogy összekeverésük után színes oldatot kapjunk, de minden anyagot csak egyszer használhatsz fel! Írd a párok tagjait egy sorba és add meg a kapott oldatok színét!

<b>Egyik anyag:</b>	<b>Másik anyag:</b>	<b>Kapott oldat színe:</b>
fenolftalein	Na <sub>2</sub> CO <sub>3(aq)</sub> VAGY NH <sub>3(aq)</sub>	vörös VAGY lila
metilnarancs VAGY metilvörös	NaHSO <sub>4(aq)</sub>	piros VAGY vörös
metilvörös VAGY metilnarancs	NH <sub>3(aq)</sub> VAGY Na <sub>2</sub> CO <sub>3(aq)</sub>	sárga

**Minden helyes sor 3 pont, rossz válaszáért nincs pontlevonás.****Ha valamelyik sorba egy olyan anyagot is ír, ami már korábban szerepelt, de a szín helyes, akkor csak 2 pont az a sor.****Ha valamelyik sorba két olyan anyagot ír, amik már korábban szerepeltek, de a szín helyes, akkor csak 1 pont az a sor.**

**E5. feladat****17 pont**

Ebben a feladatban szereplő vegyületek molekulánként pontosan annyi protont tartalmaznak, mint ahány proton a  $4s^2 4p^2$  vegyértékszerkezetű atomban van.

$4s^2 4p^2$  vegyértékszerkezetű atomban a protonok száma:

32 1 pont

A molekulában található atomok száma:	Add meg a molekula összegképletét!	A megfelelő állítás betűjele:
3	SO <sub>2</sub> 3 pont	C 1 pont
5	HNO <sub>3</sub> 3 pont	B 1 pont
8	CH <sub>3</sub> COOH 3 pont	A 1 pont
12	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> 3 pont	D 1 pont

A vegyületekről még a következőket tudjuk:

A. Az egyik molekula vizes oldata egyértékű gyenge sav.

B. Az egyik molekula vizes oldata erős sav.

C. Az egyik molekulában egyetlen 119°-os kötésszög van.

D. Az egyik vegyület szénhidrogén.

Írd be a táblázat harmadik oszlopába a megfelelő betűt!

Egy molekulához csak egy betű tartozik!

Minden megfelelő helyre írt képlet 3 pont.

Minden megfelelő helyre írt betű 1 pont.

32 elektront tartalmazó, de rossz sorba írt vegyületért nem jár pont.

Ha a hozzá rendelt állítás a vegyületre igaz, akkor ez az 1 pont jár.

**E6. feladat**

Minden jó válasz 1 pont, rossz válaszáért nincs pontlevonás.

**18 pont**

Töltsd ki a táblázatot a megfelelő adatokkal!

	Szén-dioxid:	Ammónia:	Gyémánt:
Képlet:	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	C
Halmazállapot:	gáz	gáz	szilárd
Központi atom oxidációs száma:	+4	-3	0
Kristályrács típusa:	molekularács	molekularács	atomrács
Szigmakötések száma:	2	3	
Píkötések száma molekulánként:	2	0	
Vizes oldatának kémhatása:	savas	lúgos	

## Számolás

*Az Sz1 feladatot a feladatlapon oldd meg!*

### Sz1. feladat

**Minden jó válasz 4 pont. Rossz válasz 0 pont.**

**44 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!

- Milyen arányban kell összekeverni 10 tömeg%-os és 40 tömeg%-os oldatot, hogy 35 tömeg%-osat kapjunk?  
 A) 1 : 5  
 B) 2 : 3  
 C) 2 : 1  
 D) 1 : 1  
 E) 3 : 2
- 250 g 20,0 tömeg%-os oldatba mennyi sót kell még oldani, hogy 25,0 tömeg%-os legyen?  
 A) 20,0 g  
 B) 16,67 g  
 C) 12,5 g  
 D) 25 g  
 E) 62,5 g
- Mekkora az egyensúlyi állandó értéke az  $A + B \rightleftharpoons 2C$  egyensúlyi rendszerben, ha a három komponens egyensúlyi koncentrációja megegyezik, miközben azt tapasztaltuk, hogy a 20,0 mol/dm<sup>3</sup>-es kiindulási A anyag egyharmada alakult át?  
 A) 2,50  
 B) 1,00  
 C) 16,7  
 D) 0,250  
 E) 22,0
- 200,0 g kristályos szódából (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> · 10 H<sub>2</sub>O) mekkora tömegű telített oldat készíthető, ha a telített Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-oldat 32 tömeg%-os? ( $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106,0 \text{ g/mol}$ )  
 A) 231,64 g  
 B) 625 g  
 C) 431,25 g  
 D) 1127 g  
 E) 200 g
- 25,0 cm<sup>3</sup> 0,10 mol/dm<sup>3</sup>-es ecetsav közömbösítéséhez mekkora térfogatú 0,25 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH-oldat szükséges?  
 A) 100 cm<sup>3</sup>  
 B) 25,0 cm<sup>3</sup>  
 C) 10,0 cm<sup>3</sup>  
 D) 2,5 cm<sup>3</sup>  
 E) A számoláshoz szükség lenne a savi disszociációs állandó értékére.

6. Mennyi hidrogén fejleszthető 18 g alumíniumból híg kénsavval?
- A) 2,0 mol
  - B) 2,0 g
  - C) 1,5 mol
  - D) 1,5 g
  - E) 0,67 mol
7. 200 g 20,0 tömeg%-os oldatból mennyi vizet kell elpárologtatni, hogy 25,0 tömeg%-os legyen?
- A) 20 g
  - B) 40 g
  - C) 160 g
  - D) 25 g
  - E) 25 g
8. Hogyan változik meg az  $A + 2B \rightleftharpoons 3C$  egyensúlyi rendszerben az egyensúlyi állandó értéke, ha változatlan hőmérsékleten a B kiindulási koncentrációját kétszeresére növeljük?
- A) kétszeresére nő
  - B) változatlan marad
  - C) négyszeresére nő
  - D) nem dönthető el
  - E) felére csökken
9. 2000 kg piritből ( $\text{FeS}_2$ ) mennyi vas állítható elő, ha a folyamat 60,0 %-os hatásfokkal megy végbe? ( $M(\text{FeS}_2) = 120,0 \text{ g/mol}$ )
- A) 1,2 t
  - B) 930 kg
  - C) 127 kg
  - D) 558 kg
  - E) 1432 kg
10. Mennyi 10 tömeg%-os konyhasóoldatot kell keverni 300 g 30 tömeg%-oshoz, hogy 20 tömeg %-osat kapjunk?
- A) 100 g
  - B) 150 g
  - C) 200 g
  - D) 300 g
  - E) 500 g
11. A hidrogén és jód egyensúlyra vezető folyamatban reagál egymással 300 °C-on:  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$ . Kezdetben 1,0 mol hidrogént és 5,0 mol jódot juttatunk egy 3,0 dm<sup>3</sup>-es edénybe. Hogyan változik meg a rendszer nyomása, ha a hidrogén átalakulása 30 %-os?
- A) 30 %-kal nő.
  - B) 30 %-kal csökken.
  - C) Nem változik.
  - D) A reakcióhőtől függ.
  - E) Háromszorosára nő.

**Az Sz2-Sz5 számolási feladatokat külön lapokon oldd meg!**

**Egy lapra csak egy feladat megoldása kerüljön!**

**A lapra feltétlenül írd fel a feladat sorszámát!**

## Sz2. feladat

14 pont

Valamely zárt lombik az  $\text{N}_2\text{O}_4$  folyadék 13,8 grammnyi mennyiségét tartalmazza. Ha a rendszer  $21,7^\circ\text{C}$ -ra melegszik, a  $\text{N}_2\text{O}_4$  teljesen elpárolog, a lombikban lévő gázelegy pedig barna színűvé válik a disszociáció során keletkező  $\text{NO}_2$  gáz vörösbarna színétől. A reakció  $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_{2(g)}$  egyensúlyra vezet. Az  $1,00 \cdot 10^5$  Pa nyomású gázelegy sűrűsége  $3,12 \text{ g/dm}^3$ , átlagos moláris tömege pedig  $76,7 \text{ g/mol}$ .

- Határozd meg a lombik térfogatát!
- Határozd meg a százalékos átalakulást (azaz a disszociációfok 100-szorosát), valamint az egyensúlyi gázelegy térfogat%-os összetételét!
- Mekkora az egyensúlyi állandó értéke?

A lombik térfogata:  $V = \frac{m}{\rho} = \frac{13,8 \text{ g}}{3,12 \text{ g/dm}^3} = 4,42 \text{ dm}^3$  2 pont

Az  $\text{N}_2\text{O}_{4(f)}$  anyagmennyisége:  $n = \frac{m}{M} = \frac{13,8 \text{ g}}{92,0 \text{ g/mol}} = 0,150 \text{ mol}$  1 pont

Az elpárolgás utáni anyagmennyiség:

$n = \frac{m}{M(\text{átlag})} = \frac{13,8 \text{ g}}{76,7 \text{ g/mol}} = 0,180 \text{ mol}$  2 pont

Nem csak az átlagos moláris tömeg alapján, hanem a gáztörvénnyel is ki lehet számolni a gáz anyagmennyiségét (bár a gáztörvényt még elvileg nem tanulták). Bármelyik módon számol, megkapja a 2 pontot. Gáztörvénnyel számolva:  $n = \frac{pV}{RT} = \frac{1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 0,00442 \text{ m}^3}{8,314 \text{ J/mol/K} \cdot 294,7 \text{ K}} = 0,180 \text{ mol}$ .

Itt akár  $8,31 \text{ J/mol/K}$ -nel, akár  $294,85 \text{ K}$ -nel számol, kijön a jó megoldás ( $0,180 \text{ mol}$ ).

Az anyagmennyiség  $0,030 \text{ mol}$ -al növekedett, így  $0,030 \text{ mol}$   $\text{N}_2\text{O}_4$  disszociált, 1 pont  
maradt  $0,120 \text{ mol}$   $\text{N}_2\text{O}_4$ , 1 pont  
és keletkezett  $0,060 \text{ mol}$   $\text{NO}_2$ . 1 pont

A százalékos átalakulás  $\frac{0,030 \text{ mol}}{0,150 \text{ mol}} \cdot 100\% = 20\%$ , 1 pont

(a disszociációfok  $\alpha = \frac{0,030 \text{ mol}}{0,150 \text{ mol}} = 0,200$ ). Ez már nem ér külön pontot, de ha csak ezt

számolja ki, a százalékos átalakulást nem, akkor is megvan az előző pontban adható 1 pont.

A térfogatszázalékos összetétel:

$\frac{0,120 \text{ mol}}{0,180 \text{ mol}} \cdot 100\% = 66,67 \text{ V/V\%}$   $\text{N}_2\text{O}_4$  1 pont

és  $33,33 \text{ V/V\%}$   $\text{NO}_2$ . 1 pont

A két komponens koncentrációja:  $[\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{0,120 \text{ mol}}{4,42 \text{ dm}^3} = 0,02715 \text{ mol/dm}^3$  és  $[\text{NO}_2] =$

$\frac{0,060 \text{ mol}}{4,42 \text{ dm}^3} = 0,01357 \text{ mol/dm}^3$  (vagy megfelelő felírása az egyensúlyi állandóban) 1 pont

Az egyensúlyi állandó értéke:

$K = \frac{(0,01357 \text{ mol/dm}^3)^2}{0,02715 \text{ mol/dm}^3} = 6,78 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  2 pont

**Megjegyzések:**

- Az egyensúlyi állandó számértéke úgy is teljes pontszámmal elfogadható, ha nincs mértékegység megadva hozzá.
- Helyes megoldási út az is, hogy a sűrűségből a térfogat használata nélkül, az átlagos moláris tömegen keresztül határozza meg az összetételt.



**Sz3. feladat****17 pont**

Etanol égésével járó reakcióhő nagyságát elemezzük három kísérlet elvégzésével.

- Az *első kísérletben* 10,0 cm<sup>3</sup> etanol égésekor 212,0 kJ hő szabadult fel, az égéstermék szén-dioxid és vízgőz volt.
- A *második kísérletben* 10,0 gramm etilalkohol égésekor a felszabadult hőmennyiség 297,4 kJ volt, miközben az új reakciókörülmények között a vízgőz kondenzálódott.
- A *harmadik kísérletben* 0,2 mol etanol égésekor 247,2 kJ hő szabadult fel, azaz 247,2 kJ-lal csökkent a rendszer energiája.
  - a) Milyen halmazállapotú a *harmadik kísérlet* füstgázában a H<sub>2</sub>O?
  - b) Mennyi a víz, illetve mennyi a vízgőz képződéshője?
  - c) Mennyi a víz párolgáshője? Exoterm vagy endoterm folyamat a víz párolgása?

Az alkohol sűrűsége 789 kg/m<sup>3</sup>, az alkohol képződéshője -277,8 kJ/mol, a szén-dioxid gáz képződéshője -394,0 kJ/mol.

Az etanol szerkezeti- vagy összegképlete C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O 1 pont

Mivel a feladatban megadott hőmennyiségek felszabadulnak, így a reakcióhők (égéshők) negatív előjelűek. 1 pont

Az etanol moláris tömege  $M = 46$  g/mol. Érdemes minden reakcióhőt moláris reakcióhőre átszámolni. 1 pont

Az etanol égésének egyenlete:  $C_2H_6O + 3 O_2 = 2 CO_2 + 3 H_2O$  (ha bárhol felírja, akár a halmazállapot jelölése nélkül) 1 pont

*Első kísérlet:* Az etanol tömege  $m = \rho \times V = 0,789 \text{ g/cm}^3 \times 10,0 \text{ cm}^3 = 7,89 \text{ g}$  1 pont

Az etanol anyagmennyisége:  $n = \frac{m}{M} = \frac{7,89 \text{ g}}{46 \text{ g/mol}} = 0,17152 \text{ mol}$  1 pont

$C_2H_6O_{(f)} + 3 O_2 = 2 CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(g)}$   $\Delta_r H_{\text{első}} = -212 \text{ kJ}/0,17152 \text{ mol} = -1236 \text{ kJ/mol}$  1 pont

*Második kísérlet:* Etanol anyagmennyisége:  $n = m/M = 10,0 \text{ g} / 46 \text{ g/mol} = 0,21739 \text{ mol}$  1 pont

$C_2H_6O_{(f)} + 3 O_2 = 2 CO_{2(g)} + 3 H_2O_{(f)}$   $\Delta_r H_{\text{második}} = -297,4 \text{ kJ}/0,21739 \text{ mol} = -1368 \text{ kJ/mol}$  1 pont

*Harmadik kísérlet:*  $\Delta_r H_{\text{harmadik}} = -247,2 \text{ kJ}/0,2 \text{ mol} = -1236 \text{ kJ/mol}$  1 pont

Következtetés: a harmadik esetben ugyanannyi a moláris égéshő, mint az első esetben, tehát a harmadik égéstermékben is vízgőz található, ahogyan az első esetben is. 1 pont

Hess tétel: a reakcióhő a végtermékek képződéshő összegének és a kiindulási anyagok képződéshő összegének a különbsége. Az elemek (pl. O<sub>2</sub>) képződéshője viszont 0 kJ/mol.

Ennek felírása vagy alkalmazása: 1 pont

Jelöljük a folyékony víz képződéshőjét  $\Delta_k H_f$ -fel, a vízgőzét pedig  $\Delta_k H_g$ -vel. Ekkor:

$-1368 = [2 \times (-394) + 3 \times \Delta_k H_f] - (-277,8)$ ; ezt megoldva  $\Delta_k H_f = -286 \text{ kJ/mol}$  1 pont

$-1236 = [2 \times (-394) + 3 \times \Delta_k H_g] - (-277,8)$ ; ezt megoldva  $\Delta_k H_g = -242 \text{ kJ/mol}$  1 pont

A víz párolgásához tartozó „reakcióegyenlet”:  $H_2O_{(f)} = H_2O_{(g)}$  1 pont

A folyamatra  $\Delta_{\text{párolgás}} H = -242 \text{ kJ/mol} - (-286 \text{ kJ/mol}) = +44 \text{ kJ/mol}$  1 pont

Mivel ez pozitív, így endoterm a folyamat. (Ha számolás nélkül megmondja, hogy endoterm, akkor is jár a pont). 1 pont

**Sz4. feladat****14 pont**

100 évvel ezelőtt azonosította Hevesy György a 72. rendszámú, hafniumnak elnevezett elemet. 80 évvel ezelőtt kapott sokrétű tudományos munkásságáért kémiai Nobel-díjat. Életrajzírója, Siegfried Niese *Hevesy György 1885-1966 – Tudomány határok nélkül* című munkáját 2023-ban magyarul is kiadták.

Történeti feljegyzések szerint a II. világháború borzalmai között csak egyetlen esélye maradt Hevesy Györgynek, hogy a két tudós kollégája megbízásából nála lévő Nobel-díjukat megmentse: királyvízben fel kellett oldania („egy egész délutánom ment rá” – H.Gy.). A háború végén a megrongálódott laboratóriumból a narancssárga oldatokkal teli üvegek épségben kerültek elő. Az oldatból visszanyert aranyat a Stockholmi Akadémiára küldték, ahol a Nobel Alapítvány újraöntette, s azok 1952-ben visszakerültek jogos tulajdonosaikhoz.

A királyvíz tömény salétromsav és tömény sósav elegye. Amikor az arany feloldódik benne, sokáig eltartható, erősen savas oldat keletkezik. Ha ehhez óvatosan kálium-hidroxidot adnak, akkor egy narancsos-sárgás színű szilárd anyag állítható elő, amelynek 10,3 tömeg%-a kálium, 52,1 tömeg%-a arany, és sem nitrogén, sem oxigén, sem hidrogén nem mutatható ki benne.

a) Számítással határozd meg a szilárd anyag tapasztalati képletét!

Amikor a királyvíz levegőtől elzárva oldja az aranyat, a képződő gázok színtelenek. Ha ezt a gázt feleslegben vett levegővel reagáltatjuk, vörösbarna színű lesz. A gáz lehűtve cseppfolyósodik. 2,00 g arany feloldása után 467 mg ilyen folyadékot lehet nyerni.

b) Az eddigi adatok alapján számítások segítségével add meg az arany királyvízben való oldódásának reakcióegyenletét.

a) A folyamat során az Au, H, Cl, N, O és K elemek vannak jelen. Így a szilárd anyag tömeg%-kal meg nem adott összetevője egyedül a klór lehet, ennek a tömegszázaléka  $100 - 10,3 - 52,1 = 37,6 \%$ .

**1 pont**

A K:Au:Cl tömegarány így 10,3:52,1:37,6, az anyagmennyiség-arány ebből

$$\frac{10,3}{39,1} : \frac{52,1}{197} : \frac{37,6}{35,5} = 0,263 : 0,264 : 1,06 = 1 : 1 : 4$$

**2 pont**

A szilárd anyag tapasztalati képlete tehát  $\text{KAuCl}_4$ .

**1 pont**

b) A színtelen gáz az oldódás körülményeit tekintve NO, HCl, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> lehet. Viszont ezek közül csak a NO lesz barna levegőn.

**1 pont**

A levegő hatására keletkező barna gáz a NO<sub>2</sub>.

**1 pont**

(Az Sz2 feladatban szerepelt, hogy a NO<sub>2</sub> vörösbarna; ez is segíthet a megoldásban.)

2,00 g arany anyagmennyisége  $\frac{2,00}{197,0} = 0,01015 \text{ mol}$ .

**1 pont**

467 mg folyadék a tömegmegmaradás törvénye miatt csak 467 mg NO<sub>2</sub> gázból keletkezhetett.

**1 pont**

467 mg NO<sub>2</sub> gáz anyagmennyisége  $0,467 / 46,0 = 0,01015 \text{ mol}$

**1 pont**

0,01015 mol NO<sub>2</sub> csakis 0,01015 mol NO-ból keletkezhet levegőn.

**1 pont**

Ezért 1 mol arany oldódása 1 mol NO keletkezésével jár.

**1 pont**

A feladat előző részéből valószínűsíthető, hogy az oldódáskor közvetlenül keletkező termék tartalmaz AuCl<sub>4</sub><sup>-</sup> komplex ionokat.

**1 pont**

Így az oldódás rendezett egyenlete a következő:

**2 pont**

Az  $\text{Au} + 3 \text{HCl} + \text{HNO}_3 = \text{AuCl}_3 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$  egyenletet is el lehet fogadni, (ráadásul ez éppen megfelel a HCl:HNO<sub>3</sub> 3:1 aránynak, ami az előző fordulóban szerepelt, így a diák akár emlékezhet is rá). Valójában a NOCl és a 'Cl' oxidál, és ez keletkezik 1 HNO<sub>3</sub> + 3 HCl reakcióban.

**Sz5. feladat****10 pont**

A kémia szakkörös tanulók meg akarták határozni egy patak vízhozamát. Először mintát vettek a vízből és megtitrálták  $0,020 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{AgNO}_3$ -oldattal.  $10,0 \text{ cm}^3$  vízre fogyott  $3,00 \text{ cm}^3$   $\text{AgNO}_3$ -oldat. Ezután a patakba 10 percen át, állandó egyenletes adagolással összesen  $2,00 \text{ dm}^3$   $1,000 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{NaCl}$ -oldatot csurgattak. Az adagolás helyétől távolabb (lefelé) vett  $10,0 \text{ cm}^3$  vízmintára  $15,5 \text{ cm}^3$   $0,020 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{AgNO}_3$ -oldat fogyott. Számítsd ki a patak vízhozamát  $\text{dm}^3/\text{óra}$ ban!

1. megoldás:

A meghatározás reakcióegyenlete:  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ . 2 pont

$1 \text{ dm}^3$  vízre eredetileg fogyott  $3,0 \text{ cm}^3 \cdot 100 \cdot 0,02 \text{ mmol/cm}^3 = 6,0 \text{ mmol AgNO}_3$ ,  
azaz a patak 1 literjében eredetileg volt  $6,0 \text{ mmol NaCl}$ . 1 pont

A sóadagolás után  $1 \text{ dm}^3$  vízre fogyott:  $15,5 \cdot 100 \cdot 0,02 = 31 \text{ mmol AgNO}_3$ ,  
azaz a patak 1 literjében sóadagolás után volt  $31 \text{ mmol NaCl}$ . 1 pont

A teljes hozzáadott sómennyiség  $2,00 \text{ dm}^3 \cdot 1,000 \text{ mol/dm}^3 = 2 \text{ mol} = 2000 \text{ mmol}$ . 1 pont  
Tegyük fel, hogy 10 perc alatt  $x \text{ dm}^3$  víz folya le a patakon.

Az adagolás hatására a lefolyt víz  $(x+2) \text{ dm}^3$  lesz,\* 1 pont  
ebben van  $(2000+6x) \text{ mmol NaCl}$ . 1 pont

$31 \text{ mmol/dm}^3 = \frac{(2000+6x) \text{ mmol}}{(x+2) \text{ dm}^3}$ , ebből  $x = 77,5 \text{ dm}^3$ , ennyi folyik le 10 perc alatt. 2 pont

A vízhozam 60 perc alatt ennek hatszorosa, azaz  $465 \text{ dm}^3/\text{óra}$ . 1 pont

-----VAGY-----

\* Ha „elhanyagolja” a hozzáadott  $\text{NaCl}$ -oldat térfogatát, akkor is fogadjuk el a számolást!

Ekkor a pontozás a következő:

Tegyük fel, hogy 10 perc alatt  $x \text{ dm}^3$  víz folya le a patakon. 1 pont

Ebben van  $(2000+6x) \text{ mmol NaCl}$ . 1 pont

$31 \text{ mmol/dm}^3 = \frac{(2000+6x) \text{ mmol}}{x \text{ dm}^3}$ , ebből  $x = 80,0 \text{ dm}^3$ , ennyi folyik le 10 perc alatt. 2 pont

A vízhozam 60 perc alatt ennek hatszorosa, azaz  $480 \text{ dm}^3/\text{óra}$ . 1 pont

2. megoldás:

A meghatározás reakcióegyenlete:  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl} + \text{NaNO}_3$ . 2 pont

$1 \text{ dm}^3$  vízre eredetileg fogyott  $3,0 \text{ cm}^3 \cdot 100 \cdot 0,02 \text{ mmol/cm}^3 = 6,0 \text{ mmol AgNO}_3$ ,  
azaz a patak 1 literjében eredetileg volt  $6,0 \text{ mmol NaCl}$ . 1 pont

A sóadagolás után  $1 \text{ dm}^3$  vízre fogyott:  $15,5 \cdot 100 \cdot 0,02 = 31 \text{ mmol AgNO}_3$ ,  
azaz a patak 1 literjében sóadagolás után volt  $31 \text{ mmol NaCl}$ . 1 pont

A két mérés különbsége  $\text{dm}^3$ -ként:  $25 \text{ mmol NaCl}$  1 pont

10 perc alatt hozzáadott  $\text{NaCl}$ :  $2 \text{ mol}$ , azaz  $2000 \text{ mmol}$  1 pont

A különbség  $2000 / 25 = 80 \text{ dm}^3$  „oldat”-nak felel meg. 1 pont

Tehát  $80 \text{ dm}^3$  víz folyik le 10 perc alatt. 2 pont

A vízhozam 60 perc alatt ennek hatszorosa, azaz  $480 \text{ dm}^3/\text{óra}$ . 1 pont

Ezt a periódusos rendszert tartalmazó utolsó lapot nyugodtan tépd le a feladatsorról,  
 hogy könnyebben tudd használni.

18

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	<b>H</b> 1,0																	<b>He</b> 4,0
3	<b>Li</b> 6,9	<b>Be</b> 9,0														<b>O</b> 16,0	<b>F</b> 19,0	<b>Ne</b> 20,2
11	<b>Na</b> 23,0	<b>Mg</b> 24,3														<b>S</b> 32,1	<b>Cl</b> 35,5	<b>Ar</b> 39,9
19	<b>K</b> 39,1	<b>Ca</b> 40,1	<b>Sc</b> 45,0	<b>Ti</b> 47,9	<b>V</b> 50,9	<b>Cr</b> 52,0	<b>Mn</b> 54,9	<b>Fe</b> 55,8	<b>Co</b> 58,9	<b>Ni</b> 58,7	<b>Cu</b> 63,5	<b>Zn</b> 65,4	<b>Ga</b> 69,7	<b>Ge</b> 72,6	<b>As</b> 74,9	<b>Se</b> 79,0	<b>Br</b> 79,9	<b>Kr</b> 83,8
37	<b>Rb</b> 85,5	<b>Sr</b> 87,6	<b>Y</b> 88,9	<b>Zr</b> 91,2	<b>Nb</b> 92,9	<b>Mo</b> 96,0	<b>Tc</b> -	<b>Ru</b> 101,1	<b>Rh</b> 102,9	<b>Pd</b> 106,4	<b>Ag</b> 107,9	<b>Cd</b> 112,4	<b>In</b> 114,8	<b>Sn</b> 118,7	<b>Sb</b> 121,8	<b>Te</b> 127,6	<b>I</b> 126,9	<b>Xe</b> 131,3
55	<b>Cs</b> 132,9	<b>Ba</b> 137,3	<b>La</b> 138,9	<b>Hf</b> 178,5	<b>Ta</b> 180,9	<b>W</b> 183,8	<b>Re</b> 186,2	<b>Os</b> 190,2	<b>Ir</b> 192,2	<b>Pt</b> 195,1	<b>Au</b> 197,0	<b>Hg</b> 200,6	<b>Tl</b> 204,4	<b>Pb</b> 207,2	<b>Bi</b> 209,0	<b>Po</b> 209,0	<b>At</b> 210,0	<b>Rn</b> 222,0
87	<b>Fr</b> -	<b>Ra</b> -	<b>Ac</b> -	<b>Rf</b> -	<b>Db</b> -	<b>Sg</b> -	<b>Bh</b> -	<b>Hs</b> -	<b>Mt</b> -	<b>Ds</b> -	<b>Rg</b> -	<b>Cn</b> -	<b>Nh</b> -	<b>Fl</b> -	<b>Mc</b> -	<b>Lv</b> -	<b>Ts</b> -	<b>Og</b> -

Ezt a lapot nem kell beadnod a verseny végén.

Erre a lapra ne írd megoldást!

58	<b>Ce</b> 140,1	<b>Pr</b> 140,9	<b>Nd</b> 144,2	<b>Pm</b> -	<b>Sm</b> 150,4	<b>Eu</b> 152,0	<b>Gd</b> 157,2	<b>Tb</b> 158,9	<b>Dy</b> 162,5	<b>Ho</b> 164,9	<b>Er</b> 167,3	<b>Tm</b> 168,9	<b>Yb</b> 173,0	<b>Lu</b> 175,0
90	<b>Th</b> 232,0	<b>Pa</b> 231,0	<b>U</b> 238,0	<b>Np</b> -	<b>Pu</b> -	<b>Am</b> -	<b>Cm</b> -	<b>Bk</b> -	<b>Cf</b> -	<b>Es</b> -	<b>Fm</b> -	<b>Md</b> -	<b>No</b> -	<b>Lr</b> -