



A program részben a Miniszterelnökség Családokért Felelős Tárcá Nélküli Miniszter megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-21-B-0029 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

## VERSENYZŐ AZONOSÍTÁSA:

### 54. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2022. február 24.

#### Fővárosi, megyei forduló – I.b/1. és I.b/2. kategória

- ✓ Munkaidő: **150 perc.**
- ✓ A periódusos rendszer az utolsó oldalon található. A periódusos rendszert nyugodtan letépheted a feladatlap végéről, ha úgy könnyebben tudod használni.
- ✓ Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
- ✓ Az elméleti és a számolási feladatokat is a feladatlapon oldd meg!

PONTÖSSZESÍTŐ Az iskola, illetve a javító tanár tölti ki!		maximális	elért pont
		E1.	18
	E2.	8	
	E3.	21	
	E4.	8	
	E5.	15	
	Sz1.	20	
javító tanár:	Sz2.	12	
	Sz3.	10	
	Sz4.	11	
	Sz5.	13	
	Sz6.	14	
	<b>Össz.:</b>	<b>150</b>	

Feladatkészítők: Bárány Zsolt Béla, Dóbiné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Márkus Teréz, Musza Katalin, Nagy Mária, Tóth Albertné, Tóth Imre, Várnagy Katalin

Szerkesztő: Ósz Katalin ([oszk@gamma.ttk.pte.hu](mailto:oszk@gamma.ttk.pte.hu))

Lektorok: Nagy Mária, Várnagy Katalin

## Feladatsor

### Elmélet

#### E1. feladat

18 pont

Találd ki, mi lehet a megoldás! A lehetséges molekula SZERKEZETI KÉPLETÉvel válaszolj (amelyben a kötő és a nemkötő elektronpárok is szerepelnek)! Mindenhol csak egy jó megoldást adj meg!

#### SZERKEZETI KÉPLET:

a) Három atommagja van, s egy molekulában összesen 10 proton található:	H <sub>2</sub> O (helyes szerkezeti képlettel megadva)
b) Öt atommagja van, s egy molekulában 26 proton található:	CH <sub>3</sub> Cl vagy CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (helyes szerkezeti képlettel megadva)
c) Két atommagja van, s egy molekulában 14 proton található:	N <sub>2</sub> vagy CO (helyes szerkezeti képlettel megadva)
d) A kötő és nemkötő elektronpárok szorzata 3, a kovalens kötések száma pedig szintén 3.	NH <sub>3</sub> vagy PH <sub>3</sub> (helyes szerkezeti képlettel megadva)
e) A kötő és nemkötő elektronpárok szorzata 36, míg a $\sigma$ - és $\pi$ -kötések összege 6.	SO <sub>3</sub> (helyes szerkezeti képlettel megadva)
f) A kötő és nemkötő elektronpárok szorzata 0, míg a $\sigma$ - és $\pi$ -kötések összege 4. Minden jó helyre beírt helyes szerkezeti képlet 3 pont.	CH <sub>4</sub> (helyes szerkezeti képlettel megadva)

Hibás szerkezeti képlettel, de jó helyre beírt molekula 2 pont. Ha szerkezeti képlet helyett csak összegképlettel válaszol (jó helyen), az is 2 pont.

Ha olyan molekula szerkezeti képletét adja meg, amire az egyik kritérium igaz, de a másik nem, akkor 1 pont.





Az 1-2. kérdéseknél téves jelölés -1 pont, de negatív pontszám nem lehet az egyes kérdésekre/sorokra, minimum 0 pont!

Válaszolj a következő kérdésekre! Ügyelj rá, hogy az 1-3. kérdéseknél a rossz betűjel(ek) megadása pontlevonással jár!

1. Mely esetekben tolódik el az egyensúly a termékek képződésének irányába, ha növeljük a nyomást?  
(Betűjelekkel válaszolj!)

A, D 2 pont

2. Mely esetekben tolódik el az egyensúly a termék képződés irányába, ha növeljük a hidrogéngáz koncentrációját? (Betűjelekkel válaszolj!)

A, B 2 pont

3. Mely esetekben nő a reakciósebesség, ha növeljük a hőmérsékletet? (Betűjelekkel válaszolj!)

A, B, C, D, E 5 pont

4. Mekkora az ammónia bomlásának a reakcióhője az A) egyenlet szerint?

91,8 kJ/mol 1 pont

5. Milyen a D folyamat reakcióhőjének (x) az előjele?

negatív vagy – 1 pont

6. Milyen az E folyamat reakcióhőjének (y) az előjele?

negatív vagy – 1 pont

7. Az E folyamat endoterm vagy exoterm?

a felső nyíl irányában exoterm,  
fordítva endoterm vagy  
exoterm 1 pont

8. Hogyan változik az E folyamatnál a reakcióhő értéke, ha katalizátort alkalmazunk?

nem változik 1 pont

9. Hogyan változik az E folyamatnál az aktiválási energia értéke, ha katalizátort alkalmazunk?

csökken 1 pont

## Számolás

*A számolási feladatokat is a feladatlapon oldd meg!*

### Sz1. feladat

**20 pont**

Hőmérséklet (°C)	Telített oldat tömeg%-a	Oldhatóság (hány g vízmentes só/100 g víz)
0	1,61	1,64
20	7,51	8,12
50	44,6	80,5
80	48,8	95,2
100	51,5	106

a) Töltsd ki a dinátrium-hidrogénfoszfát ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) fenti oldhatósági táblázatának hiányzó adatait a következő információk alapján!

- Ha a 0 °C-os telített oldat 250 g-ját 50 °C-ra melegítjük, akkor még 194 g vízmentes sót képes feloldani.
- A 20 °C-on telített oldat koncentrációja  $0,587 \text{ mol/dm}^3$ , sűrűsége  $1,11 \text{ g/cm}^3$ .
- 80 °C-on telített oldat 375 g vízből és 357 g vízmentes sóból készíthető.

b) Mi a kristályvizes só képlete, ha 1,00 kg 50 °C-on telített oldatot 0 °C-ra hűtve 550 g kristályvizes só válik ki?

a) 50 °C-on oldhatóság: 100 g telített oldatban 44,6 g só és  $100 - 44,6 = 55,4 \text{ g}$  víz van. 1 pont

Az oldhatóság így  $(100 \times 44,6) / 55,4 = 80,5 \text{ g/100 g víz}$  1 pont

100 °C-on a telített oldat tömegszázaléka:  $(106/206) \times 100 = 51,5\%$  1 pont

0 °C-on oldhatóság a keverési egyenlet alapján:  $250 \times w + 194 \times 100 = (250 + 194) \times 44,6$   
ebből  $w = 1,61 \%$ -os a telített oldat tömegszázaléka. 1 pont

100 g oldatban 1,61 g só és 98,39 g víz van, 1 pont

a só oldhatósága tehát:  $(1,61/98,39) \times 100 = 1,64 \text{ g/100 g víz}$  1 pont

20 °C-on: a só moláris tömege 142 g/mol, 1 pont

1 dm<sup>3</sup> oldat tömege 1110 g. Ebben van  $0,587 \times 142 = 83,35 \text{ g}$  só és 1027 g víz. 1 pont

Az oldhatóság így  $(83,35/1027) \times 100 = 8,12 \text{ g/100 g víz}$  1 pont

A telített oldat tömegszázaléka  $(8,12/108,12) \times 100 = 7,51\%$  1 pont

80 °C-on az oldhatóság:  $(357/375) \times 100 = 95,2 \text{ g/100 g víz}$  1 pont

A telített oldat tömegszázaléka  $(357/732) \times 100 = 48,8\%$  1 pont

b) A keverési egyenlet alkalmazható alakja:  $1000 \times 44,6 = 450 \times 1,61 + 550 \times z$  2 pont

Ebből  $z = 79,8 \%$  a kristályvizes só tömegszázalékos só tartalma. 1 pont

A  $(142/(142+18n)) \times 100 = 79,8$  egyenletből  $n = 2$ , 1+1 pont

a só képlete tehát  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  1 pont

**Sz2. feladat****12 pont**

100 g 0 °C-os vízbe beleszórtunk 100 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ -t. A telítési egyensúly beállta után a rendszert 60 °C-ra melegítettük. Határozd meg a különböző hőmérsékleteken a szilárd és folyadék fázis tömegarányát, ha tudjuk, hogy a vízmentes  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  oldhatósága 0 °C-on 6,44 g só / 100 g víz, 60 °C-on 31,7 g só / 100 g víz.

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \text{ g/mol és } M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ g/mol}$$

**1 pont**

A 100 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  anyagmennyisége  $100/286 = 0,34965$  mol, így ebből  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   $0,34965 \times 106 = 37,063$  g (37,063%), víz pedig 62,937 g (62,937%)

**2 pont**

$$0 \text{ °C-on } 37,063 = \frac{m_{\text{szilárd}} \times 106}{286} + \frac{(200 - m_{\text{szilárd}}) \times 6,44}{100 + 6,44}$$

**2 pont**

Ennek az egyenletnek a megoldása:  $m_{\text{szilárd}} = 80,49$  g, így  $m_{\text{oldat}} = 200 - 80,49 = 119,51$ g, **2 pont**

$$\text{tehát } m_{\text{szilárd}}/m_{\text{oldat}} = 0,6735$$

**1 pont**

$$60 \text{ °C-on } 37,063 = \frac{m_{\text{szilárd}} \times 106}{286} + \frac{(200 - m_{\text{szilárd}}) \times 31,7}{100 + 31,7}$$

**2 pont**

Ennek az egyenletnek a megoldása:  $m_{\text{szilárd}} = -85,25$  g, azaz csak (telítetlen) oldat van, **1 pont**

$$\text{tehát } m_{\text{szilárd}}/m_{\text{oldat}} = 0$$

**1 pont**

**Sz3. feladat****10 pont**

Az  $A$  és  $B$  jelű lombikokban azonos térfogatú híg és tömény(ebb) kénsavoldat található. Az  $A$  oldat sűrűsége  $1,06 \text{ g/cm}^3$ , a  $B$  oldaté  $1,60 \text{ g/cm}^3$ , ez utóbbi  $69,09$  tömegszázalékos. A lombikok tartalmát összeöntve  $3,00 \text{ cm}^3$  térfogatcsökkenést tapasztaltunk. Az összeöntött oldat tömege  $133,00$  gramm, összetétele  $45,20$  tömegszázalék, sűrűsége  $1,371 \text{ g/cm}^3$ . Hány  $\text{cm}^3$  térfogatú, és hány tömegszázalékos oldat volt az  $A$  lombikban?

**A feladat túlhatározott: ha valamelyik adatot nem használja a feladatmegoldó, akkor is ki tudja számolni a jó megoldást. Emiatt többféleképpen is megoldható a feladat. Alább két megoldási gondolatmenethez adunk meg pontozási útmutatót.**

Legyen az  $A$  oldat tömege:  $m$  gramm. Ekkor a  $B$  oldaté:  $(133-m)$  gramm

1 pont

Az  $A$  oldat térfogata:  $\frac{m}{1,06} \text{ cm}^3$ , a  $B$  oldaté:  $\frac{133,00-m}{1,60} \text{ cm}^3$

2 pont

A két oldat összeöntése után a térfogat:  $\frac{m}{1,06} + \frac{133,00-m}{1,60} - 3 = \frac{133,00}{1,371}$

1 pont

Az egyenlet megoldása:  $m = 53,0 \text{ g}$ ,

1 pont

azaz az  $A$  oldat térfogata:  $\frac{53,0}{1,06} = 50,0 \text{ cm}^3$

1 pont

Ha az  $A$  oldat tömegszázalékos kénsavtartalma  $w$ , akkor a keverési egyenlet:

$$53,0 \times w + (133,00 - 53,0) \times 69,09 = 133,00 \times 45,20$$

2 pont

Az egyenlet megoldása:  $w = 9,14$  tömegszázalékos a hígabb oldat.

2 pont

----- vagy -----

Vegyünk  $V$  térfogatú oldatokat. Az oldatok tömege összeadható.

1 pont

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ így } m = \rho \times V$$

1 pont

Ezeket felhasználva az oldatok tömegére:  $1,06 \times V + 1,60 \times V = 133,00$

2 pont

$$\text{ebből } V = 50,0 \text{ cm}^3$$

2 pont

Az oldott anyagok tömege is összeadható:

1 pont

$$1,06 \times 50,0 \times w_B + 1,60 \times 50,0 \times 0,6909 = 133,00 \times 0,4520$$

2 pont

ebből  $w_B = 0,0914 = 9,14$  tömegszázalékos a hígabb oldat.

1 pont



**Sz4. feladat****11 pont**

Ha 8,00 tömeg%-os kénsavoldatot 3:1 tömegarányban összeöntünk 13,00 tömeg%-os kénsavoldattal, akkor éppen 1,00 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kénsavoldat keletkezik. Számold ki az 1,00 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kénsavoldat sűrűségét!

Legyen a 13,0 tömeg%-os oldat tömege 100 g, a 8,00 tömeg%-os oldaté 300 g.

**1 pont**

A 100 g 13,00 tömeg%-os kénsavoldatban 13,00 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> van,

**1 pont**

a 300 g 8,00 tömeg%-os oldatban 24,00 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> van,

**1 pont**

vagyis a keverékben összesen 37,00 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> van,

**1 pont**

amelynek az anyagmennyisége:  $n(\text{kénsav}) = 37,00/98,1 =$

**1 pont**

$$= 0,377 \text{ mol.}$$

**1 pont**

Mivel az oldat 1,00 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú, ezért a térfogata:  $V = \frac{0,377 \text{ mol}}{1,00 \text{ mol/dm}^3} =$

$$= 0,377 \text{ dm}^3 = 377 \text{ cm}^3.$$

**2 pont**

Az oldat teljes tömege 100 g + 300 g = 400 g,

**1 pont**

így a sűrűsége  $\frac{400 \text{ g}}{377 \text{ cm}^3} = 1,060 \text{ g/cm}^3.$

**2 pont**

**Sz5. feladat****13 pont**

523 g kálium-karbonát-oldathoz 775 g salétromsavoldatot öntünk. A keletkezett gáz eltávolítása után az oldat 11,8 tömegszázalékos, pH-ja 7,00 (azaz semleges). Hány tömegszázalékos volt a két összeöntött oldat?



A keletkező oldat semleges, tehát mindkét anyag teljesen elreagált. **1 pont**

A reakcióegyenlet alapján ha a  $\text{K}_2\text{CO}_3$  anyagmennyisége  $x$  mol,

akkor a  $\text{HNO}_3$ -é  $2x$  mol, **1 pont**

és a reakcióban keletkezik  $2x$  mol só, valamint  $x$  mol  $\text{CO}_2$ . **1 pont**

A  $\text{KNO}_3$  tömege  $2x \times 101,1 = 202,2x$ . **1 pont**

Összeöntés után az oldat tömege:  $523 + 775 - 44x = 1298 - 44x$ . **1 pont**

A  $202,2x / (1298 - 44x) = 0,118$  egyenletből **1 pont**

$x = 0,739$  **1 pont**

A kiindulási oldatban a  $\text{KNO}_3$  tömege  $0,739 \times 138,2 = 102$  g, **1 pont**

az oldat  $(102/523) \times 100 = 19,5$  tömeg%-os. **1 pont**

A  $\text{HNO}_3$  tömege  $1,48 \times 63 = 93,2$  g, **1 pont**

ez  $(93,2/775) \times 100 = 12,0$  %-os. **1 pont**

**Sz6. feladat****14 pont**

A kristályvizes réz(II)-klorid mólonként 2 mol vizet tartalmaz. A só izzítás hatására részben elveszítette kristályvizét. A részben kiizzított só 362 g-ja oldható fel 250 g vízben 80 °C-on. Az így keletkezett oldat 49,8 tömegszázalékos réz(II)-kloridra nézve.

- Mennyi a réz(II)-klorid oldhatósága 80 °C-on  $x$  g só/100 g víz egységben?
- Mi a kiizzítás után kapott kristályvizes só képlete?
- Hány g kristályvizes só válik ki az oldatból, ha 20 °C-ra hűtjük? Ezen a hőmérsékleten a vízmentes só oldhatósága 77,0 g só/100 g víz.

100 g telített oldatban a só tömege 49,8 g, a vízé 50,2 g.

**1 pont**

100 g víz old  $\frac{49,8}{50,2} \times 100 = 99,2$  g vízmentes sót, így az oldhatóság 99,2 g/100 g víz.

**1 pont**

A  $362x = (362 + 250) \times 49,8$  egyenletből

**2 pont**

$x = 84,2\%$  sótartalmú a kristályvizes só.

**1 pont**

A  $(134,5/y) \times 100 = 84,2$  egyenletből

**1 pont**

$y = 159,7$  g/mol a kristályvizes só moláris tömege.

**1 pont**

A mólonkénti víztartalom tehát  $159,7 \text{ g} - 134,5 \text{ g} = 25,2 \text{ g}$ ,

**1 pont**

ez  $25,2 \text{ g} / 18 \text{ g/mol} = 1,4 \text{ mol}$  víz. A só képlete:  $\text{CuCl}_2 \cdot 1,4\text{H}_2\text{O}$

**1 pont**

Az oldatból kiváló  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  só tartalma  $w_{\text{kristályos só}} = (134,5/170,5) \times 100 = 78,9\%$

**1 pont**

A 20 °C-on telített oldat  $w = (77,0/177) \times 100 = 43,5\%$ -os.

**1 pont**

A  $612 \times 49,8 = 78,9z + (612 - z) \times 43,5$  egyenletből

**2 pont**

$z = 108,9 \text{ g} \sim 109 \text{ g}$  só válik ki.

**1 pont**

