



Pécsi Tudományegyetem  
Természettudományi Kar



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS  
MINISZTERIUM



Nemzeti Tehetség  
Program

A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-25-B-0035 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

## 58. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny 2026. április 11. Országos döntő (írásbeli rész) – I.A, I.B és I.C kategória

### MEGOLDÁSOK

- Munkaidő: **150 perc.**
- Maximálisan elérhető pontszám: **180 pont.**
- Kérjük, hogy erre a címoldalra ne írd feladatmegoldást!
- A feladatlapon vagy a számítási feladatokhoz kapott külön lapokon sehol ne add meg a nevedet, vagy bármilyen más, azonosításra szolgáló adatodat!
  
- A periódusos rendszer az utolsó oldalon található. A periódusos rendszert nyugodtan letépheted a feladatlapon végéről, ha úgy könnyebben tudod használni. Ezt az utolsó oldalt nem kell beadnod.
- A számításoknál mindig az utolsó oldalon lévő periódusos rendszerben szereplő atomtömegeket használd!
- Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
- Az elméleti és a számítási feladatokat is a feladatlapon oldd meg!
- Ha további lapokra van szükséged a megoldáshoz, akkor ezekre feltétlenül írd fel a feladat sorszámát (pl. Sz2)!

---

Feladatkészítők: Bárány Zsolt Béla, Csóka Balázs, Dóbiné Cserjés Edit, Feketéné Kiss Judit,  
Forgács József, Lente Gábor, Márkus Teréz, Petri Judit, Szilágyi Magdolna,  
Szívós Ádám, Tóth Albertné, Tóth Imre, Várnagy Katalin

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

Lektorok: Bárány Zsolt Béla, Tóth Imre, Várnagy Katalin



## Elmélet

*Az E1-E5 elméleti feladatokat a feladatlapon oldd meg!*

### E1. feladat

**20 pont**

- I. Az alábbi táblázatban az X és az Y valamilyen vegyületet vagy elemet jelöl. Add meg az egyes sorokban szereplő X, illetve Y betűknek megfelelő elem **vegyjelét** vagy vegyület **képletét**. Minden cellába csak 1-1 megoldást írd! A különböző sorokban ugyanaz a betű más-más ismeretlent is jelölhet!

Reakcióegyenletek (X, Y ismeretlenekkel)	Mi lehet az ismeretlen?
$\text{HX} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{X}^-$	<b>HX: bármely egyértékű sav</b> 1 pont
$\text{H}_2\text{X} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{H}_3\text{O}^+ + \text{X}^{2-}$	<b>H<sub>2</sub>X: bármely kétértékű sav</b> 1 pont
$\text{X} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{XH}^+ + \text{OH}^-$	<b>X: NH<sub>3</sub></b> 1 pont
$\text{H}_2\text{X} + 2 \text{Y} \rightleftharpoons (\text{YH})_2\text{X}$	<b>H<sub>2</sub>X: bármely kétértékű sav</b> <b>Y: NH<sub>3</sub></b> 1+1 pont
$\text{X}(\text{OH})_2(\text{sz}) + \text{H}_2\text{O}(\text{f}) \rightarrow \text{X}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	<b>X: bármely alkáliföldfém</b> 1 pont
$2 \text{X}^+ + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{X}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$	<b>X: bármely alkálifém</b> <b>vagy NH<sub>3</sub></b> 1 pont
$\text{XH}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^- + \text{X}$	<b>X: NH<sub>3</sub></b> 1 pont
$\text{H}_2\text{X}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HX}^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	<b>H<sub>3</sub>X: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b> 1 pont
$\text{Na}[\text{X}(\text{OH})_4] + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{X}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$	<b>X: Al</b> 1 pont
$2 \text{X} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$	<b>X: H<sub>2</sub>O</b> 1 pont

- II. A fenti táblázatból válogass 1-1 példát azokra a helyekre, ahol a hiányos mondat ezt megkívánja! Vegyjel vagy képlet beírásával tudd igazá a mondatokat!

A Brönsted-féle sav-bázis értelmezés szerint savként viselkedhetnek molekulák (pl. H<sub>2</sub>S) és ionok (pl. H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) egyaránt. A bázisok között is találunk molekulákat (pl. NH<sub>3</sub>) és ionokat is (pl. CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>). A karbonátion (képlete: CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) konjugált savpárja a HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Az ammóniumion konjugált bázispárja az NH<sub>3</sub>. A vízmolekulának a H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> a konjugált savpárja, a OH<sup>-</sup> pedig konjugált bázispárja.

**Minden jó képlet jó helyen 1-1 pont.**

**E2. feladat****13 pont**

Képezz sókat a következő ionok felhasználásával az oszlopokban megadott szempontok szerint! A képleteket írd az oszlop legalsó cellájába! Minden cellába csak egy képletet írd!

<b>Felhasználható ionok:</b>	$K^+, PO_4^{3-}$	$Ca^{2+}, HCO_3^-$	$NH_4^+, Fe^{2+}, SO_4^{2-}$	$Na^+, Al^{3+}, F^-$
<b>Jellemző/csoport:</b>	Szabályos só	Savanyúsó	Kettős só*	Komplex só
<b>Só:</b>	$K_3PO_4$	$Ca(HCO_3)_2$	$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$	$Na[AlF_4]$ vagy $Na_3[AlF_6]$

Minden jó képlet 1-1 pont

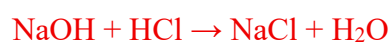
A timsó néven ismert só ( $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ ) melyik csoportba tartozik?

kettős só

1 pont

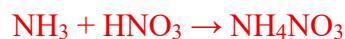
A sók keletkezhetnek sav-bázis reakcióban, de redoxireakcióban is. Igazold ezt egy-egy reakcióegyenlettel!

Konyhasó keletkezése közömbösítéssel:



2 pont

Ammónium-nitrát keletkezése sav-bázis reakcióban:



2 pont

Cink-szulfát keletkezése redoxireakcióban:



2 pont

Réz-szulfát keletkezése redoxireakcióban:



2 pont

**E3. feladat****16 pont**

Az alábbi atomok és ionok (kémiai részecskék) közül írd azoknak a sorszámát a táblázat üres oszlopába, amelyek megfelelnek a feltételeknek!

Minden helyes válasz 1 pont.

<b>Atom/ion:</b>	${}_{17}^{37}Cl$	${}_{20}^{42}Ca^{2+}$	${}_{18}^{38}Ar$	${}_{17}^{35}Cl^-$	${}_{19}^{39}K$
<b>Sorszám:</b>	1	2	3	4	5

a) Az itt felsorolandó kémiai részecskékben azonos a protonok száma:

1, 4

b) A felsorolandó kémiai részecskékben azonos az elektronok száma:

2, 3, 4

c) A felsorolandó kémiai részecskékben azonos a neutronok száma:

1, 3, 5

d) Az adott részecskében az elektronok és a neutronok száma megegyezik:

4

e) Az adott részecskében a protonok és elektronok száma megegyezik:

1, 3, 5

f) Az adott részecskében a neutronok száma eggyel több, mint a protonoké:

4, 5

g) A felsorolt részecskék közül az elektronok száma itt a legkisebb:

1

h) A felsorolt részecskék közül a neutronok száma itt a legnagyobb:

2

\* A kettős sók olyan kristályos vegyületek, amelyek két különböző kationt (fémiont vagy ammóniumiont) és egy vagy több aniont tartalmaznak egyetlen kristályrácsban, sztöchiometrikus arányban.

**E4. feladat****12 pont**

A következő állításokról el kell döntened, hogy igaz-e (I), vagy hamis (H)! Írd az üres cellába a megfelelő betűjelet!

Állítás:	Igaz (I) vagy hamis(H)?
1. Az $1s^22s^22p^63s^23p^4$ elektronszerkezetű atomnak nincs párosítatlan elektronja.	H
2. A periódusos rendszer 2. periódusában levő atomoknak a rendszám növekedésével növekszik az atomsugara, mert egyre több elektron van benne.	H
3. Ha a radioaktív rádium $^{226}_{88}\text{Ra}$ alfa sugárzással ( $\alpha \equiv \text{He}^{2+}$ ) bomlik, akkor $^{222}_{86}\text{Rn}$ gáz keletkezik belőle.	I
4. A nemesgázok molekularácsban kristályosodnak.	I
5. Az elemek és vegyületek is különböző kristályrácsban kristályosodhatnak.	I
6. A periódusos rendszer VII.A (17.) oszlopa minden elemének hidrogénnel alkotott vegyülete halmazában hidrogénkötés lép fel.	H
7. A nagy moláris tömegű, halmazában hidrogénkötést tartalmazó gázokat lehet a legkönnyebben cseppfolyósítani más gázokhoz képest.	I
8. A jódkristály oldása alkalmas arra, hogy azonosítsuk a vizet, az etanolt és a benzint, ha a három folyadékot felirat hiányában kell megkülönböztetni egymástól.	I
9. Az emulgeálószer hozzáadásával gyorsíthatjuk az alkohol oldódását acetonban.	H
10. A kémiai reakciók legnagyobb sebességgel gázfázisban játszódnak le.	I
11. A gázfejlődéssel járó reakciók mindig endoterm folyamatok.	H
12. A katalizátorok olyan anyagok, amelyek azáltal gyorsítják meg a kémiai reakciót, hogy kisebb aktiválási energiájú reakcióutat nyitnak meg.	I

**E5. feladat****18 pont**

Az alábbi táblázatban egyensúlyi reakciókkal kapcsolatos ismeretek jelennek meg.

Ha az egyensúlyi rendszerre az adott környezeti tényező változása nincs hatással, akkor írd a cellába egy  $\emptyset$  jelet; ha az egyensúlyi rendszer az adott környezeti tényező változása esetén a termékképződés irányába tolódik el, akkor írd a cellába egy  $\rightarrow$  jelet, míg a visszaalakulás irányába történő eltolódást  $\leftarrow$  jellel jelöld!

<p style="text-align: center;"><b>A környezeti hatás változása:</b></p> <p>A végbement folyamat:  <u>Add meg a folyamat egyenletét is ott,</u>  <u>ahol ez nincs megadva!</u></p>	vaskatalizátor alkalmazása	a tartályban alkalmazott nyomás csökkentése	higroszkópos tulajdonságú anyag hozzáadása	víz bevezetése
az ammónia szintézise:  $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$	∅	←	∅	→
a kén-dioxid és az oxigén reakciója:  $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3$	∅	←	∅	
$\text{CH}_3\text{COOH}(f) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(f) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(f) + \text{H}_2\text{O}(f)$	∅	∅	→	←
a szén-dioxid és a víz reakciója:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3$	∅	←	←	→
$\text{C}(\text{sz}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$	∅	→	←	→
a hidrogén-jodid-gáz elemeire történő bomlása:  $2 \text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$	∅	∅	∅	←
a nitrogén-dioxid dimerizációja:  $2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$	∅	←	∅	

Minden helyesen felírt (és megfelelően rendezett) egyenlet 1 pont.

Minden helyesen kitöltött egyéb cella 0,5 pont.

## Számítás

*Az Sz1-Sz6 számítási feladatokat a feladatlapon oldd meg!*

### Sz1. feladat

27 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 számítás menetét nem kell leírni! Sőt, számolni sem mindig kell, a feladat megoldásához ugyanis segítségedre lehet egy nevezetes Sherlock Holmes idézet: „Ha a lehetetlent kizártuk, ami marad, az az igazság...”<sup>†</sup>

- Hányszoros tömegűre kell hígítani a 20,0 m/m%-os nátrium-hidroxid oldatot, hogy 2,00 n/n%-os legyen?  
A) 2,22-szoros  
B) 4,00-szeres  
 C) 4,61-szoros **3 pont**  
D) 5,06-szoros  
E) 10,0-szeres
- 1,00 dm<sup>3</sup> szén-monoxidhoz 2,00 dm<sup>3</sup> levegőt kevertünk (a levegő oxigéntartalma 20%). Az égés teljes végbemenetele után keletkező gázban mekkora a nitrogén mennyisége?  
A) 42,1%  
B) 53,5%  
 C) 61,5% **3 pont**  
D) 80,0%  
E) 88,9%
- Egy gázelegy 2,0:7,0 tömegarányban tartalmaz hidrogént és nitrogént. Határozd meg a hidrogén térfogatszázalékos mennyiségét!  
A) 20%  
B) 22%  
C) 40%  
D) 50%  
 E) 80% **3 pont**
- Milyen arányban kell összekeverni 20 tömegszázalékos és 50 tömegszázalékos oldatot, hogy 45 tömegszázalékos oldatot kapjunk?  
A) 1:6  
 B) 1:5 **3 pont**  
C) 1:3  
D) 1:1  
E) 5:1

---

<sup>†</sup> **Forrás:** Arthur Conan Doyle: Sherlock Holmes kalandjai, A berillköves diadém c. novella. Fordította: Boronkay Zsuzsa

5. Egy metánt és szén-dioxidot tartalmazó gázelegy levegőre vonatkoztatott sűrűsége 0,793. Határozd meg, hogy 1,00 m<sup>3</sup> gázkeverék elégetéséhez mekkora térfogatú, azonos állapotú oxigén szükséges.

A) 0,10 m<sup>3</sup>

B) 0,50 m<sup>3</sup>

C) 1,50 m<sup>3</sup>

D) 2,00 m<sup>3</sup>

E) 2,50 m<sup>3</sup>

3 pont

6. Összekeverünk azonos tömegű kristályos réz-szulfátot és vizet. Határozd meg az egyensúly beállta után a szilárd és folyadékfázis tömegarányát, ha ezen a hőmérsékleten a vízmentes réz-szulfát oldatósága 20,3 g só/100 g víz, s a szilárd fázis továbbra is kristályos réz-szulfát!

A) 0:1,00

B) 1,00:1,00

C) 0,47:1,00

D) 0,68:1,00

E) 1,32:1,00

3 pont

7. Milyen volt a kiindulási rendszerben a N<sub>2</sub>:H<sub>2</sub> anyagmennyiség-arány, ha az N<sub>2</sub>(g) + 3 H<sub>2</sub>(g) ⇌ 2 NH<sub>3</sub>(g) reakció szerint az egyensúlyi rendszerben a [N<sub>2</sub>]:[H<sub>2</sub>]:[NH<sub>3</sub>] = 1:1:2? A kiindulási tartály ammóniát nem tartalmazott.

A) 1:3

B) 1:2

C) 1:1

D) 2:1

E) 3:1

3 pont

8. 100 cm<sup>3</sup> 0,100 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-tioszulfát oldat mekkora tömegű jóddal reagál az alábbi – rendezendő – egyenlet alapján?



A) 1,27 g

B) 2,54 g

C) 6,35 g

D) 12,7 g

E) 25,4 g

3 pont

9. 8,7 gramm MnO<sub>2</sub>-ből mekkora térfogatú 0,2 MPa nyomású és 27 °C hőmérsékletű klórgáz fejleszhető az alábbi – kiegészítendő – egyenlet alapján?



A) 1,25 dm<sup>3</sup>

B) 2,45 dm<sup>3</sup>

C) 4,90 dm<sup>3</sup>

D) 12,5 dm<sup>3</sup>

E) 24,5 dm<sup>3</sup>

3 pont

**Sz2. feladat****15 pont**

A struvit egy alkáliföldfémiont és egy másik kationt tartalmazó ásvány, amelynek képlete:  $XYPO_4 \cdot 6H_2O$ . A vegyület 44,03 tömegszázalék kristályvizet és 6,52 tömegszázalék hidrogént tartalmaz, 60,0 grammjában pedig  $1,909 \cdot 10^{25}$  db proton van összesen. Mi X és Y képlete?

A vegyület 60,0 grammjában lévő kristályvíz tömege:  $m = 60,0 \text{ g} \cdot 0,4403 = 26,42 \text{ g}$ , 1 pont  
ennek anyagmennyisége:  $n = \frac{26,42 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,468 \text{ mol}$ . 1 pont

A kristályvizes só anyagmennyisége a kristályvizének egyhatoda, vagyis 0,2446 mol, 1 pont  
moláris tömege:  $\frac{60,0 \text{ g}}{0,2446 \text{ mol}} = 245,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ . 1 pont

A protonok anyagmennyisége a 60,0 g kristályvizes sóban:  $n = \frac{1,909 \cdot 10^{25}}{6 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}} = 31,82 \text{ mol}$ . 1 pont

A protonok anyagmennyisége 1 mol, azaz 245,3 g vegyületben 130 mol 1 pont

1 mol vegyületben levő hidrogén tömege:  $m = 245,3 \text{ g} \cdot 0,0652 = 15,99 \text{ g} \sim 16,0 \text{ g}$  1 pont

$n(H) = 16,0 \text{ mol}$ , tehát a vegyületben a  $6H_2O$  molekula mellett még 4 H atom van (1 mol vegyületben a 6 mol  $H_2O$  mellett még 4 mol H-atom van). 1 pont

A foszfátionban:  $15 + 4 \cdot 8 = 47$  proton van (vagyis 1 móljában 47 mol). 1 pont

A 6  $H_2O$  molekulában és a 4 H atomban  $6 \cdot 10 + 4 = 64$  proton (1 mol vegyületben 64 mol proton) 1 pont

Az X és Y ionokban összesen (a H felett) még  $130 - (47+64) = 19$  proton található. 1 pont

Mivel a vegyület alkáliföldfém-tartalmú, így a 19 (mólnyi) protonmennyiséget figyelembe véve az egyetlen kémiai helyes megoldás a  $Mg^{2+}$  (X). 2 pont

Marad 7 (mólnyi) proton, ami a nitrogénatomnak felel meg, így Y az  $NH_4^+$ . 2 pont

**Sz3. feladat****14 pont**

100 g 30,0 tömegszázalékos foszforsavoldatot szeretnénk készíteni foszfor-pentaoxidból. Az oldatkészítés rendezendő egyenlete a következő:  $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$

- a) Írd fel a rendezett reakcióegyenletet!  
 b) Mekkora tömegű vizet és foszfor-pentaoxidot kell összemérni az oldat elkészítéséhez?  
 c) 100 g vízhez hány gramm foszfor-pentaoxidot kell hozzámérni, hogy 45,0 tömegszázalékos oldatot kapjunk?

a) A rendezett reakcióegyenlet:  $\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{PO}_4$  2 pont

b) 100 g oldatban 30,0 g  $\text{H}_3\text{PO}_4$  van, 1 pont

ez  $n = \frac{30,0 \text{ g}}{98,0 \text{ g/mol}} = 0,3061 \text{ mol}$ , 1 pont

ehhez feleannyi, azaz 0,1531 mol  $\text{P}_2\text{O}_5$  bemérése szükséges, 1 pont

ami  $m = 0,1531 \text{ mol} \cdot 142 \text{ g/mol} = 21,73 \text{ g}$  1 pont

A szükséges víz mennyisége:  $100 \text{ g} - 21,73 \text{ g} = 78,27 \text{ g}$  2 pont

**c) EGYIK MEGOLDÁS:**

100 g oldatra (ahogy az előbb) kiszámoljuk, hogy mennyi  $\text{P}_2\text{O}_5$  és mennyi  $\text{H}_2\text{O}$  kell, majd a  $\text{P}_2\text{O}_5:\text{H}_2\text{O}$  arányból átszámítjuk, hogy 100 g vízhez mennyi  $\text{P}_2\text{O}_5$  kellett:

45 g  $\text{H}_3\text{PO}_4$  anyagmennyisége 0,4592 mol, 1 pont

ez 0,2296 mol  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ből keletkezik, 1 pont

ami 32,60 g 1 pont

tehát még 67,40g víz szükséges. 1 pont

Ebből az arányból:  $\frac{100 \text{ g} \cdot 32,60 \text{ g}}{67,40 \text{ g}} = 48,37 \text{ g } \text{P}_2\text{O}_5$  kell. 2 pont

**c) MÁSIK MEGOLDÁS:**

Ha  $x$  g  $\text{P}_2\text{O}_5$  kell akkor:

$\frac{x \text{ g}}{142 \text{ g/mol}}$  a  $\text{P}_2\text{O}_5$  anyagmennyisége, 1 pont

$\frac{x \text{ g}}{142 \text{ g/mol}} \cdot 2$  a  $\text{H}_3\text{PO}_4$  anyagmennyisége, 1 pont

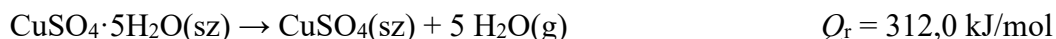
$\frac{x \text{ g}}{142 \text{ g/mol}} \cdot 2 \cdot 98,0 \text{ g/mol} = 1,38x \text{ g}$  a  $\text{H}_3\text{PO}_4$  tömege, 1 pont

a megoldandó egyenlet tehát:  $\frac{1,38x}{100+x} = 0,45$  1 pont

Az egyenlet megoldása:  $x = 48,37 \text{ g}$  2 pont

**Sz4. feladat****10 pont**

Homokkal szennyezett kristályos réz-szulfát porkeverék 100,00 grammját szeretnénk átkristályosítással ismét hasznosíthatóvá tenni úgy, hogy vízmentes réz-szulfáthoz jussunk. Emiatt a szennyezett pormintát forró vízben történő „oldás” után a nem oldódó résztől szűréssel elválasztottuk. A 80 °C-os oldatból a 15 °C-ra hűtés során a réz-szulfát nagy része réz-szulfát-pentahidrát formájában kikristályosodott. A kristályok mellett 102,2 gramm hidegen telített oldat („anyalúg”) maradt vissza (ezen a hőmérsékleten a CuSO<sub>4</sub> oldhatósága 19,1 g vízmentes só/100 g víz). A kinyert CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O-ot kiizzítottuk az alábbi egyenlet szerint; a kiizzításhoz 79,73 kJ hőre volt szükség.



Számolással határozd meg:

- a) Hány gramm vízmentes réz-szulfáthoz jutottunk a kiizzítást követően?
- b) Az előállított CuSO<sub>4</sub> anyagmennyisége hány százaléka a kiindulási pormintában lévő CuSO<sub>4</sub> anyagmennyiségének?
- c) A porkeverék hány tömegszázaléka volt homok?
- a) 1 mol kristályos réz-szulfát vízmentesítéséhez 312 kJ hő szükséges, így a feladatban  $\frac{79,79 \text{ kJ}}{312,0 \text{ kJ/mol}} = 0,2555 \text{ mol CuSO}_4$  keletkezett, **1 pont**  
amelynek a tömege  $0,2555 \text{ mol} \cdot 159,6 \text{ g/mol} = 40,78 \text{ g}$ . **1 pont**
- b) A feladat szerint a kiindulási anyagmintában lévő réz-szulfát mind feloldódott, de ennek egy része az anyalúgban maradt a kristályosítás után is. A 102,2 g anyalúgban az oldhatósági adat szerint  $\frac{102,2 \text{ g} \cdot 19,1 \text{ g}}{119,1 \text{ g}} = 16,39 \text{ g CuSO}_4$  maradt oldva. **2 pont**  
Így az előállított, tisztított, vízmentes termék az eredetileg jelen lévő mennyiség  $\frac{40,78}{40,78 + 16,39} \cdot 100\% = 71,33\%$ -a, (ez megegyezik az anyagmennyiségek arányával). **2 pont**
- c) A porkeverékben  $40,78 \text{ g} + 16,39 \text{ g} = 57,17 \text{ g}$  vízmentes CuSO<sub>4</sub> volt, **1 pont**  
ezt kristályvizesre átszámolva  $\frac{57,17 \text{ g} \cdot 249,6 \text{ g/mol}}{159,6 \text{ g/mol}} = 89,41 \text{ g}$ , **1 pont**  
vagyis a minta  $100\% - 89,41\% = 10,59\%$  homokot tartalmazott. **2 pont**

## Sz5. feladat

20 pont

A szintézisgáz a vegyipar egyik fontos alapanyaga, belőle számos vegyület (pl. metanol, hangyasav stb.) állítható elő. A folyamat során a metánt 1000 °C-on vízgőzzel reagáltatják, szén-monoxid és hidrogéngáz képződése közben. A reakció megfordítható.

a) Írd fel a szintézisgáz előállításának reakcióegyenletét!

Egy zárt, 5,00 dm<sup>3</sup> térfogatú tartályba 100,0 g metánt és 100,0 g vízgőzt töltenek, majd 1000 °C-on beindítják a reakciót. Az egyensúly beállásáig a metán 25,0%-a alakul át.

b) Számítsd ki a folyamat egyensúlyi állandóját!

Egy másik, ugyanolyan tartályba a 100,0 g metánt és 100,0 g vízgőzt tartalmazó elegyhez valamekkora tömegű szén-monoxid-gázt is adnak, majd a reakciót beindítják (ismét 1000 °C-on). A metán átalakulása ebben az esetben 15,0%-os.

c) Mekkora tömegű szén-monoxidot keverték a kiindulási elegyhez?

a)  $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO} + 3 \text{H}_2$

2 pont

b) A metán anyagmennyisége:  $\frac{100 \text{ g}}{16,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 6,25 \text{ mol}$ , a vízgőzé:  $\frac{100 \text{ g}}{18,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 5,56 \text{ mol}$

1+1 pont

Koncentrációjuk:  $[\text{CH}_4] = \frac{6,25 \text{ mol}}{5,00 \text{ dm}^3} = 1,25 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  és  $[\text{H}_2\text{O}] = \frac{5,56 \text{ mol}}{5,00 \text{ dm}^3} = 1,11 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

1 pont

A metán 25,0%-a alakul át a reakció során, tehát:  $1,25 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,25 = 0,3125 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

1 pont

A reakcióegyenlet alapján a vízgőzből is ugyanennyi alakul át, a szén-monoxidból ugyanennyi keletkezik, a hidrogénből háromszor ennyi, vagyis  $0,9375 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

1 pont

Felírva az egyensúlyi folyamatra a táblázatot:

	CH <sub>4</sub>	+ H <sub>2</sub> O	⇌	CO	+ 3 H <sub>2</sub>
Kiindulás (mol/dm <sup>3</sup> ):	1,25	1,11	—	—	—
Átalakult (mol/dm <sup>3</sup> ):	0,3125	0,3125		0,3125	0,9375
Egyensúly (mol/dm <sup>3</sup> ):	0,9375	0,7975		0,3125	0,9375

Az egyensúlyi állandó a kiszámított egyensúlyi koncentrációkból meghatározható:

$$K = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^3}{[\text{CH}_4] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} = \frac{0,3125 \text{ mol/dm}^3 \cdot (0,9375 \text{ mol/dm}^3)^3}{0,9375 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,7975 \text{ mol/dm}^3} = 0,344 \left( \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right)^2$$

2 pont

c) Adjunk  $x \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  szén-monoxidot a gázelegyhez!

A metán átalakulása most 15,0%-os, tehát:  $1,25 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,15 = 0,1875 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ ,

1 pont

ugyanennyi alakul át a vízgőzből és a szén-monoxidból is. A hidrogéngáz átalakulása

ezek háromszorosa, vagyis:  $3 \cdot 0,1875 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,5625 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

1 pont

Felírva az egyensúlyi folyamatra a táblázatot:

	CH <sub>4</sub>	+ H <sub>2</sub> O	⇌	CO	+ 3 H <sub>2</sub>
Kiindulás (mol/dm <sup>3</sup> ):	1,25	1,11		x	—
Átalakult (mol/dm <sup>3</sup> ):	0,1875	0,1875		0,1875	0,5625
Egyensúly (mol/dm <sup>3</sup> ):	1,0625	0,9225		0,1875 + x	0,5625

Mivel az előző folyamathoz képest a hőmérséklet változatlan, így az egyensúlyi állandó

értéke továbbra is  $K = 0,344 \left( \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right)^2$ .

1 pont

Felírható a tömeghatás törvénye:

$$K = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2]^3}{[\text{CH}_4] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} = \frac{(0,1875+x) \text{ mol/dm}^3 \cdot (0,5625 \text{ mol/dm}^3)^3}{1,0625 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,9225 \text{ mol/dm}^3} = 0,344 \left( \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right)^2$$

1 pont

Ezt megoldva  $x = 1,707 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  jön ki, azaz ennyi CO-t töltöttünk a tartályba.

1 pont

Ennek az anyagmennyisége:  $1,707 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 5,00 \text{ dm}^3 = 8,535 \text{ mol}$ ,

1 pont

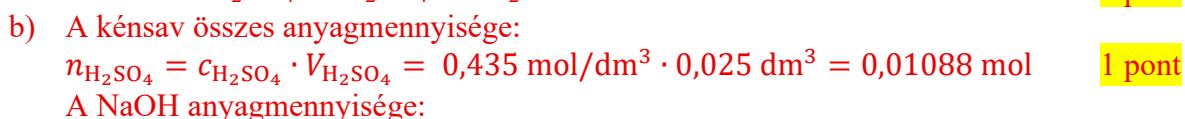
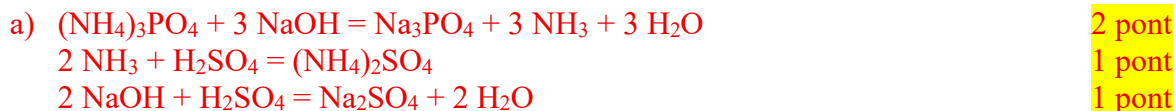
tömege:  $8,535 \text{ mol} \cdot 28,0 \text{ g/mol} = 238,98 \text{ g}$ .

1 pont

**Sz6. feladat****15 pont**

0,7626 g tömegű, kristályvizes ammónium-foszfátot feleslegben lévő nátrium-hidroxid-oldatban oldunk fel. A fejlődő gázt teljesen kiforraljuk az oldatból és elnyeletjük 25,00 cm<sup>3</sup> 0,435 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú kénsavoldatban. A reakció után megmaradt kénsavat 21,30 cm<sup>3</sup> 0,492 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal közömbösítjük.

- a) Írd fel a lejátszódó három reakció rendezett egyenletét!  
 b) Számítsd ki, hogy hány mól vízzel kristályosodik az ammónium-foszfát és add meg a kristályvizes ammónium-foszfát képletét!



$n_{\text{NaOH}} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = 0,492 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0213 \text{ dm}^3 = 0,01048 \text{ mol}$  1 pont

A semlegesített (maradék) kénsav anyagmennyisége:

$n_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ maradék}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{2} = \frac{0,0104796 \text{ mol}}{2} = 0,00524 \text{ mol}$  1 pont

Az ammóniával reagáló kénsav anyagmennyisége:

$n_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ elreagált}} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} - n_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ maradék}} = 0,00564 \text{ mol}$  1 pont

A keletkező ammóniagáz anyagmennyisége:

$n_{\text{NH}_3} = 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ elreagált}} = 0,01128 \text{ mol}$  1 pont

Az ammónium-foszfát anyagmennyisége:

$n_{(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{3} = 0,00376 \text{ mol}$  1 pont

Az ammónium-foszfát tömege:  $m_{(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4} = n_{(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4} \cdot M_{(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4} = 0,00376 \text{ mol} \cdot 149,0 \text{ g/mol} = 0,5602 \text{ g}$  1 pont

A 0,7626 g minta kristályvíz-tartalma:

$m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,7626 \text{ g} - m_{(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4} = 0,2024 \text{ g}$  1 pont

1 mol kristályvizes ammónium-foszfát víztartalma (tömegben):

$\frac{149,0 \text{ g} \cdot 0,2024 \text{ g}}{0,5598 \text{ g}} = 53,8 \text{ g}$  1 pont

A kristályvíz anyagmennyisége:  $\frac{53,8 \text{ g}}{18,0 \text{ g/mol}} = 2,99 \sim 3 \text{ mol}$  1 pont

A kristályvizes ammónium-foszfát képlete tehát:  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  1 pont

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.

18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
<b>H</b> 1,0																	<b>He</b> 4,0	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>Li</b> 6,9	<b>Be</b> 9,0																<b>Ne</b> 20,2	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
<b>Na</b> 23,0	<b>Mg</b> 24,3																	<b>Ar</b> 39,9
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
<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	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
<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	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
<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	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
<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> -	
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
<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	76	77	78	79	
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	
<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> -	108	109	110	111	