



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-23-B-0040 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

56. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2024. április 6.

Országos döntő (írásbeli rész) – I.A, I.B és I.C kategória

- Munkaidő: **150 perc.**
- Maximálisan elérhető pontszám: **180 pont.**
- Kérjük, hogy erre a címoldalra ne írd 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 lapon található. A periódusos rendszert nyugodtan letépheted a feladatlap végéről, ha úgy könnyebben tudod használni. Ezt az utolsó lapot 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)!

Feladatsor

Elmélet

Az elméleti feladatokat (E1-E5) a feladatlapon oldd meg!

Minden helyes válasz 1 pont.

E1. feladat

14 pont

Igaz vagy hamis? Írj I betűt az igaz, H betűt a hamis állítások mellé!

Az egyensúlyi állandó értéke független a hőmérséklettől.	H
Az exoterm reakciók lejátszódása nem igényel aktiválási energiát.	H
Egyensúlyi reakciók esetén a katalizátor lecsökkenti az egyensúly beállításának idejét.	I
A nátrium-karbonát vizes oldata lúgos kémhatású, mert a Na^+ -ionok reakcióba lépnek a vízzel.	H
A kémiai reakciók mindig anyagmennyiség-változással járnak.	H
A $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$ $\Delta_r H < 0$ egyensúlyi reakció esetén a nyomás növelése a kén-trioxid képződésének kedvez.	I
Az ammónium-klorid vizes oldatában a fenolftalein indikátor ibolya színű lesz.	H
A Hess-tétel értelmében a reakcióhő független a részfolyamatok minőségétől.	I
Egy pH = 2-es sósavból úgy kapunk pH = 4-es oldatot, hogy az oldatot százszoros térfogatra hígítjuk.	I
Egy anyag Brønsted-savként viselkedik, ha molekulája protont vesz fel.	H
Az ammónia elemeire történő bomlása során az egyensúlyi elegyben az elemek anyagmennyiség-aránya 1,00:3,00.	I
10 cm ³ pH = 11-es NaOH-oldatot 10 cm ³ pH = 3,0-as sósav semlegesít.	I
Az ezüst megfelelő töménységű salétromsavoldatban nitrogén-oxidok fejlődése közben oldódhat.	I
Az ónnal bevont vaslemez megsérülésekor nedves körülmények között az ón megvédi a vasat a korróziótól.	H

E2. feladat

14 pont

Kémiai totó: írd a megfelelő válasz jelét (1, 2 vagy X) az állítás utáni (utolsó) üres cellába!

		1	2	X	
1.	A kvarcban ...	egyszeres apoláris kovalens kötések vannak.	kétszeres poláris kötések vannak.	egyszeres poláris kötések vannak.	X
2.	A nátrium-klorid kristályrácsában minden ...	nátriumion közvetlen közelében 1 kloridion van.	kloridion közvetlen közelében 6 nátriumion van.	nátriumatom mellett 6 klóratom található.	2
3.	A nátrium-tioszulfát-oldat és sósav közötti változás egy ...	pillanatreakció.	közepes sebességű reakció.	nagyon lassú reakció.	2
4.	A <i>lápisz</i> vagy <i>pokolkő</i> szabályos neve: ...	ezüst(I)-nitrát.	nátrium-szulfát.	vas(II)-szulfát.	1
5.	A fenolftaleines víz színe kálium-nitrát hozzáadása után ...	színtelen.	rózsaszín.	vöröshagymahéj.	1
6.	A komplexionokban a központi ion és a ligandum között ...	ionkötés alakul ki.	pi-kötés alakul ki.	datív kötés alakul ki.	X
7.	A hidrogén-halogenidek közül a legalacsonyabb forráspontú a ...	hidrogén-fluorid.	hidrogén-klorid.	hidrogén-jodid.	2
8.	A hidrogén-halogenidek közül a legerősebb sav a ...	hidrogén-fluorid.	hidrogén-klorid.	hidrogén-jodid.	X
9.	A felsorolt részecskék közül legkisebb kötésszög a(z) ...	dihidrogén-szulfid-molekulában mérhető.	oxóniumionban mérhető.	ammónia-molekulában mérhető.	1
10.	A felsoroltak közül a legkisebb méretű atom a ...	bóratom.	nitrogénatom.	fluoratom.	X
11.	A felsoroltak közül standard körülmények között a legnagyobb sűrűségű gáz az ...	oxigéngáz.	ecetsav.	acetilén.	1
12.	A felsoroltak közül a leginkább poláris molekulákkal a ...	metán rendelkezik.	kén-dioxid rendelkezik.	cézium-klorid rendelkezik.	2
13.	Molekulájában a legtöbb nemkötő elektrónpárt tartalmazza a ...	szén-tetrafluorid.	kénsav.	foszforsav.	1
+1	Molekulájában többféle kötésszög is megfigyelhető: ...	P ₄ -molekula.	PH ₃ -molekula.	PCl ₅ -molekula.	X

E3. feladat
22 pont

- a) Rendezd az alábbi reakcióegyenleteket úgy, hogy minden benne szereplő vegyületnek megadod a sztöchiometriai együtthatóját (akkor is, ha ez 1).
- b) Döntsd el, hogy az adott kémiai változások milyen reakciótípus(ok)ba sorolhatók a felsoroltak közül! Minden lehetséges reakciótípust jelölj X-szel, de ügyelj arra, hogy a téves jelölés pontlevonással jár!

	Gázfejlődéssel járó reakció:	Egyesülés:	Bomlás:	Sav-bázis reakció:	Csapadékképződéssel járó reakció:
$1 \text{ AgNO}_3 + 1 \text{ NaCl} \rightarrow 1 \text{ AgCl} + 1 \text{ NaNO}_3$					X
$1 \text{ Ca} + 2 \text{ HCl} \rightarrow 1 \text{ CaCl}_2 + 1 \text{ H}_2$	X				
$2 \text{ KMnO}_4 + 16 \text{ HCl} \rightarrow 2 \text{ KCl} + 2 \text{ MnCl}_2 + 5 \text{ Cl}_2 + 8 \text{ H}_2\text{O}$	X				
$1 \text{ Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{ CH}_3\text{COOH} \rightarrow 2 \text{ CH}_3\text{COONa} + 1 \text{ CO}_2 + 1 \text{ H}_2\text{O}$	X			X	
$2 \text{ NH}_3 \rightleftharpoons 3 \text{ H}_2 + 1 \text{ N}_2$			X		
$1 \text{ HNO}_3 + 1 \text{ NH}_3 \rightarrow 1 \text{ NH}_4\text{NO}_3$		X		X	
$1 \text{ Ba}(\text{NO}_3)_2 + 1 \text{ ZnSO}_4 \rightarrow 1 \text{ BaSO}_4 + 1 \text{ Zn}(\text{NO}_3)_2$					X
$1 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 3 \text{ CO} \rightarrow 2 \text{ Fe} + 3 \text{ CO}_2$					
$1 \text{ Cu}^{2+} + 2 \text{ KOH} \rightarrow 1 \text{ Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{ K}^+$					X
$1 \text{ Ca}(\text{OH})_2 + 1 \text{ H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 1 \text{ CaSO}_4 + 2 \text{ H}_2\text{O}$				X	X

E4. feladat**15 pont**

Az első táblázat oszlopaiban kötéshossz, sűrűség és forráspont értékeket találsz növekvő érték szerinti felsorolásban:

Kötéshossz (pm):	Sűrűség (g/dm ³): (körülmények: $t = 25\text{ °C}$, $p = 0,101\text{ MPa}$)	Forráspont (°C):
74	0,082	-253
92	0,816	-84,9
127	1,49	-34,0
198	2,90	19,5

Ezen adatok felhasználásával töltsd ki az alábbi, második táblázatot a fenti táblázatban szereplő adatok megfelelő helyre való beírásával! Segítségül egy adatot beírtunk a táblázatba.

Nevezd meg a saját anyagi halmazban kialakuló legerősebb másodrendű kölcsönhatás típusát is (utolsó oszlop)!

Molekula:	Kötéshossz (pm):	Sűrűség (g/dm ³):	Forráspont (°C):	Legerősebb másodrendű kölcsönhatás:
H ₂	74	0,082	-253	diszperziós kölcsönhatás
Cl ₂	198	2,90	-34,0	diszperziós kölcsönhatás
HF	92	0,816	19,5	hidrogénkötés
HCl	127	1,49	-84,9	dipólus-dipólus kölcsönhatás

Minden jó válasz 1 pont. Rossz válaszáért nincs pontlevonás.

E5. feladat

9 pont

Az AgNO_3 és a NaCl vizes oldatai fehér színű AgCl csapadék képződése közben reagálnak egymással. Legyen az egyik oldatunk $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú AgNO_3 , a másik $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaCl . Egy kémcsőállványon elhelyezünk kilenc, 1-től 9-ig megszámozott kémcsövet. Az AgNO_3 -oldatból mindegyik kémcsőbe annyi cm^3 -t mérünk be, amennyi a kémcső sorszáma. Utána a NaCl -oldatból mindegyik kémcső tartalmát 10 cm^3 -re egészítjük ki. A kémcsöveket összerázzuk, és megvárjuk, amíg a csapadék leülepszik.

- a) Ha a csapadékoszlop magassága arányos a kivált csapadék mennyiségével, akkor hogyan fog változni a csapadékoszlopok magassága az 1. számú kémcsőtől a 9. számú kémcsőig haladva? Töltsd ki az alábbi táblázatot, azaz számold ki az egyes kémcsövekben lévő ionok anyagmennyiségét és a levált csapadék anyagmennyiségét is, valamint add meg az egyes kémcsövekben lévő csapadékoszlopok magasságának az arányát!

sorszám:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
n_{Ag^+} mmol	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
n_{Cl^-} mmol	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
n_{AgCl} mmol	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Kémcsövekben lévő csapadékoszlopok magasságának az aránya:

1:2:3:4:5:4:3:2:1

1 pont

- b) Mit észlelünk, ha a $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú AgNO_3 -oldat helyett $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ -oldatot használunk? (Ebben az esetben PbCl_2 csapadék képződik.)

sorszám:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$n_{\text{Pb}^{2+}}$ mmol	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
n_{Cl^-} mmol	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
n_{PbCl_2} mmol	0,1	0,2	0,3	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05

Kémcsövekben lévő csapadékoszlopok magasságának az aránya:

1:2:3:3:2,5:2:1,5:1:0,5 vagy (egész számokkal megadva) 2:4:6:6:5:4:3:2:1

1 pont

A megoldásnál vedd azt is figyelembe, hogy a reagensek feleslegével nem játszódik le mellékreakció, illetve, hogy a csapadékképződés gyakorlatilag teljes mértékben lejátszódik!

A táblázatokban minden jól kitöltött sor (a számok!) 1 pont. Valahol, valahogy jelölni kell a mértékegységet is! Ha ez megvan, az újabb 1 pont.

Számítás

Az Sz1 feladatot a feladatlapon oldd meg!

Sz1. feladat

Minden jó válasz 4 pont. Rossz válasz 0 pont.

52 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!

1. Egy nitrogén–hidrogén-gázelegy átlagos moláris tömege 17,6 g/mol. Hány térfogatszázalék nitrogént tartalmaz a keverék?
A) 25%
B) 35%
C) 40%
 D) 60%
E) 75%
2. Azonos térfogatú és hőmérsékletű két gáz nyomásának aránya 2:1. Mekkora az anyagmennyiségek aránya?
A) 1:2
 B) 2:1
C) 5:7
D) 13:22
E) nem tudjuk
3. 1,00 dm³ 10%-os töménységű 1,066 g/cm³ sűrűségű kénsavoldat előállításához, mekkora térfogatú 98%-os 1,836 g/cm³ sűrűségű kénsavat kell hígítani?
A) 45,17 cm³
 B) 59,25 cm³
C) 60,5 cm³
D) 90,22 cm³
E) 220 cm³
4. A nitrogén és hidrogén reakciója egyensúlyi folyamat. Megmértük az egyensúlyi rendszerben minden komponens koncentrációját, és azt tapasztaltuk, hogy mindegyik 2,00 mol/dm³. Mekkora volt a kezdeti nitrogén:hidrogén arány?
A) 1:1
B) 2:7
 C) 3:5
D) 4:3
E) 4:1

5. $2,00 \text{ dm}^3$ $0,10 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kénsavoldat előállításához, mekkora térfogatú $1,83 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű 98 tömegszázalékos kénsavra van szükség?
- A) $1,1 \text{ cm}^3$
 - B) $5,0 \text{ cm}^3$
 - C) $9,21 \text{ cm}^3$
 - D) $10,9 \text{ cm}^3$
 - E) $17,0 \text{ cm}^3$
6. Milyen arányban kell elegyíteni nitrogén- és hidrogéngázt, hogy az elegy átlagos moláris tömege $6,0 \text{ g/mol}$ legyen?
- A) 1:1
 - B) 2:3
 - C) 3:2
 - D) 5:6
 - E) 2:11
7. A természetben 35-ös és 37-es tömegszámú klórizotópokkal találkozhatunk. Milyen arányban van jelen a 37-es izotóp, ha a klór relatív atomtömege $35,5$?
- A) 10%
 - B) 25%
 - C) 51%
 - D) 77%
 - E) 95%
8. 200 g $17,5\%$ -os kénsavoldatba bele vezetünk 200 g kén-trioxidot. Mekkora lesz a keletkező rendszer tömegszázalékos kénsavtartalma?
- A) $8,25\%$
 - B) 43%
 - C) 50%
 - D) 70%
 - E) 91%
9. 1000 g $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -os telített KNO_3 -oldatot $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra hűtünk. Mennyivel csökken a folyadékfázis tömege, ha a KNO_3 oldhatósága 100 g vízben a két hőmérsékleten 169 g , illetve $31,6 \text{ g}$?
- A) $100,1 \text{ g}$
 - B) $125,2 \text{ g}$
 - C) $137,4 \text{ g}$
 - D) $150,2 \text{ g}$
 - E) $510,8 \text{ g}$

10. 800 g 15 tömegszázalékos ecetsavoldatba 106 g nátrium-karbonátot dobtunk. Mekkora lesz a keletkező oldat töménysége nátrium-acetátra nézve?
- A) 5,01 tömegszázalék
 - B) 10,04 tömegszázalék
 - C) 19,03 tömegszázalék
 - D) 25,0 tömegszázalék
 - E) 38,06 tömegszázalék
11. Összekevertünk 3,0 mol nitrogéngázt, 3,0 mol szén-monoxidot és 4,0 mol etiléngázt (C_2H_4). Hogyan változik meg a rendszer átlagos moláris tömege, ha még hozzá adunk 10 mol hidrogéngázt?
- A) 2 g/mol-lal csökken
 - B) 15 g/mol-ra csökken
 - C) 10 g/mol-lal nő
 - D) 30 g/mol-ra nő
 - E) Nem változik
12. $2,00 \text{ dm}^3$ $0,20 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavba 10 g cinket dobtunk. Mekkora lesz a folyadékfázis tömegváltozása?
- A) 1,08 g-mal csökken
 - B) 4,27 g-mal csökken
 - C) 6,34 g-mal nő
 - D) 9,69 g-mal nő
 - E) Nem változik
13. Összekeverünk 200-200-200 g kristályos réz-szulfátot ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), vízmentes réz-szulfátot ($CuSO_4$) és vizet. Mekkora lesz a folyadékfázis tömege, ha $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on a réz-szulfát oldhatósága $20,7 \text{ g só/100 g víz}$, és tudjuk, hogy a folyadékfázis a kristályos réz-szulfáttal tart egyensúlyt?
- A) 119 g
 - B) 143 g
 - C) 200 g
 - D) 250 g
 - E) Nem lesz folyadékfázis

Az Sz2-Sz5 számítási feladatokat külön lapokon oldd meg!

Egy lapra csak egy feladat megoldása kerüljön!

A lapra feltétlenül írd fel a feladat sorszámát!

Sz2. feladat

14 pont

A kén-dioxid szobahőmérsékleten gáz ugyan, de légköri nyomáson már $-10\text{ }^\circ\text{C}$ -on cseppfolyósodik, a sűrűsége $1,46\text{ g/cm}^3$. Ezen a hőmérsékleten a szilárd kálium-bromid jól oldódik benne. Telített oldat készíthető úgy, hogy $54,0\text{ g}$ kálium-bromidot $140,0\text{ cm}^3$ folyékony kén-dioxidban oldunk fel. Egy ilyen oldatból elpárolog valamennyi oldószer úgy, hogy közben a hőmérséklet nem változik: ekkor $70,0\text{ g}$ szilárd anyag válik ki és $152,2\text{ g}$ oldat marad vissza. Mi a kiváló szilárd anyag képlete?

A telített oldat összetétele:

$$54,0\text{ g KBr és } 140\text{ cm}^3 \cdot 1,46\text{ g/cm}^3 = 204,4\text{ g SO}_2$$

1 pont

$$\text{Az oldat teljes tömege: } 54,0\text{ g} + 204,4\text{ g} = 258,4\text{ g}$$

1 pont

A párolgás után visszamaradó, szintén oldat tömege $152,2\text{ g}$, így benne

$$\frac{152,2\text{ g} \cdot 54,0\text{ g}}{258,4\text{ g}} = 31,8\text{ g KBr van.}$$

2 pont

Így a kivált szilárd anyagban $54,0\text{ g} - 31,8\text{ g} = 22,2\text{ g KBr}$ van.

1 pont

Mivel a rendszerben KBr-on kívül csak SO_2 van, ezért a szilárd anyag maradék,

$$70,0\text{ g} - 22,2\text{ g} = 47,8\text{ g-jának SO}_2\text{-nak kell lennie.}$$

2 pont

A KBr moláris tömege $119,0\text{ g/mol}$.

1 pont

$$\text{A KBr anyagmennyisége } \frac{22,2\text{ g}}{119,0\text{ g/mol}} = 0,1866\text{ mol.}$$

1 pont

A SO_2 moláris tömege $64,1\text{ g/mol}$.

1 pont

$$\text{A SO}_2\text{ anyagmennyisége } \frac{47,8\text{ g}}{64,1\text{ g/mol}} = 0,7458\text{ mol.}$$

1 pont

A SO_2 és a KBr anyagmennyiség-aránya: $0,7458 / 0,1866 = 3,997$,

1 pont

így a kiváló szilárd anyag képlete: $\text{KBr} \cdot 4\text{SO}_2$.

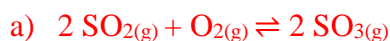
2 pont

Sz3. feladat

19 pont

Zárt térben $2,00\text{ mol/dm}^3$ koncentrációban kén-dioxidgáz és $1,00\text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oxigéngáz elegye található. Katalizátor jelenlétében a gáz nyomásának (p) és hőmérsékletének (T) beállításával beindítottuk a reakciót. A magára hagyott rendszerben egyensúly állt be. Ebben az állapotban a kén-dioxid és kén-trioxid együttesen a molekulák $68,5\%$ -át tették ki.

- Írd fel a reakció egyenletét!
- Határozd meg a kiindulási gázelegy átlagos moláris tömegét!
- Határozd meg az egyensúlyi gázelegyben az egyes komponensek mol/dm^3 koncentrációját!
- Számítsd ki az egyensúlyi állandó értékét T hőmérsékleten!
- Hány százalékos volt a SO_2 átalakulása?
- Mennyi az egyensúlyi gázelegy relatív sűrűsége a kiindulási gázelegy sűrűségére vonatkoztatva?



2 pont

(Ha egyirányú nyíllal vagy egyenlőségjellel írja fel az egyenletet, akkor csak 1 pont!)

b) $M_{\text{átlag, kiindulási}} = (2 \cdot 64,1 + 32,0) / 3 = 53,4\text{ g/mol}$

2 pont

c) Tegyük fel, hogy $x\text{ mol/dm}^3\text{ O}_2$ alakul át. Ekkor a koncentrációk (mol/dm^3):



Kezdeti:	2	1	–	
Átalakult:	–2x	–x	+2x	1 pont
Egyensúlyi:	2–2x	1–x	2x	1 pont

Ez azt jelenti, hogy egyensúlyban a gázok teljes anyagmennyisége $(2-2x)+(1-x)+2x = 3-x$. 1 pont

A kéntartalmú vegyületek koncentrációja $(2-2x)+2x = 2,00 \text{ mol/dm}^3$. 1 pont

$0,685 = \frac{2}{3-x}$, 1 pont amiből $x = 0,0803 \text{ mol/dm}^3$, 1 pont

így az egyensúlyi koncentrációk: $[\text{SO}_3] = 0,1606 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{SO}_2] = 1,8394 \text{ mol/dm}^3$;
 $[\text{O}_2] = 0,9197 \text{ mol/dm}^3$. 1 pont

d) $K_T = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]} = \frac{(0,1606 \text{ mol/dm}^3)^2}{(1,8394 \text{ mol/dm}^3)^2(0,9197 \text{ mol/dm}^3)} = 8,29 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3/\text{mol}$. 2 pont

e) $\alpha = \frac{2x}{2} = x = 0,0803 \text{ mol/dm}^3$, azaz a kén-dioxid átalakulása 8,03%-os. 2 pont

f) Az egyensúlyi gázelegy átlag moláris tömege: $M_{\text{átlag, egyensúlyi}} = \frac{(0,1606 \cdot 80,1) + (1,8394 \cdot 64,1) + (0,9197 \cdot 32,0)}{0,1606 + 1,8394 + 0,9197} = 54,87 \text{ g/mol}$. 2 pont

A relatív sűrűség tehát: $\frac{\rho_{\text{egyensúlyi}}}{\rho_{\text{kiindulási}}} = \frac{M_{\text{átlag, egyensúlyi}}}{M_{\text{átlag, kiindulási}}} = \frac{54,87 \text{ g/mol}}{53,4 \text{ g/mol}} = 1,0275 \approx 1,03$, azaz az egyensúlyi gázelegy sűrűsége 1,03-szor nagyobb a kiindulási gázelegy sűrűségétől. 2 pont

Sz4. feladat

13 pont

Valamely főcsoportbeli fém-szulfát kristályvíz tartalmú vegyületében 72,04 tömegszázalék oxigén és 5,403 tömegszázalék hidrogén található. A vízmentes vegyület oxigéntartalma 56,09 tömegszázalék. Határozd meg a kristályos vegyület képletét!

A feladatban legyen az ismeretlen a kation (fém) jele Me, moláris tömege M , töltésszáma y , a kristályvíz anyagmennyisége pedig x . Az „ y ” értéke 1, 2, 3 vagy 4 (esetleg 5) lehet. 1 pont

A keresendő képlet: $\text{Me}_2(\text{SO}_4)_y \cdot x\text{H}_2\text{O}$ alakban írható fel (vagy ha y és x is páros, akkor $\text{Me}(\text{SO}_4)_{y/2} \cdot x/2\text{H}_2\text{O}$). 1 pont

$$0,7204 = \frac{16,0 \cdot (4y+x)}{2M+96,1y+18,0x} = \frac{64y+16x}{2M+96,1y+18,0x} \quad (1) \quad \text{1 pont}$$

$$0,05403 = \frac{2x}{2M+96,1y+18,0x} \quad (2) \quad \text{1 pont}$$

$$0,5609 = \frac{16,0 \cdot 4y}{2M+96,1y} = \frac{64y}{2M+96,1y} \quad (3) \quad \text{1 pont}$$

A (3) egyenlettel érdemes először számolni. Ebből az jön ki, hogy $M = 9y$ 2 pont

Ha $y = 1$ $M = 9,0 \text{ g/mol}$: Be^+ lehetne, de a Be alkáliföldfém, +2 oxidációs számú

$y = 2$ $M = 18,0 \text{ g/mol}$: Nincs ilyen fém.

$y = 3$ $M = 27,0 \text{ g/mol}$: Al^{3+} - ez a jó megoldás! 2 pont

$y = 4$ $M = 36,0 \text{ g/mol}$: Nincs ilyen fém. 1 pont, hogy ezt is megvizsgálja

$y = 5$ $M = 45,0 \text{ g/mol}$: Sc^{5+} lehetne, de a Sc nem főcsoport, és nincs is ilyen oxidációs száma.

Ha ezt nem vizsgálja meg, azzal már nem veszít pontot.

Ezután az (1) és (2) egyenlettel lehet továbbszámolni úgy, hogy $M = 27,0$ és $y = 3$:

$$0,7204 = \frac{192+16x}{54+288,3+18,0x} = \frac{192+16x}{342,3+18,0x} \quad (1)$$

$$0,05403 = \frac{2x}{54+288,3+18,0x} = \frac{2x}{342,3+18,0x} \quad (2)$$

Akár az (1) vagy (2) egyenlet megoldásával, akár a $(192+16x)/0,7204 = 2x/0,05403$ egyenlet megoldásából kijön, hogy $x = 18$

2 pont

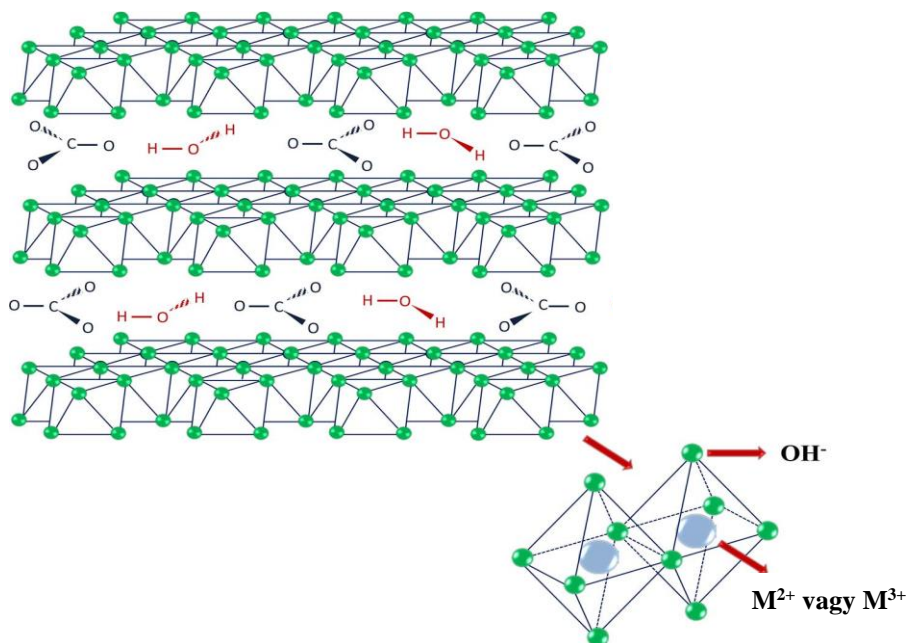
A kérdéses vegyület képlete tehát: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$

1 pont

Sz5. feladat

8 pont

A $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (kristálytani nevén *brucit*) kristályos állapotban réteges szerkezetű, és a rétegekben minden egyes Mg^{2+} -iont hat OH^- -ion vesz körül. Ha a Mg^{2+} -ionok egy részét háromértékű ionokra (pl. Al^{3+} , Fe^{3+} , stb.) cseréljük le – például úgy, hogy a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -csapadékot háromértékű ionok jelenlétében választjuk le, – úgynevezett réteges kettős hidroxidokat kapunk. A „cserével” ugyanis a rétegekben pozitív töltés alakul ki, amit a rétegek közé beépülő anionok kompenzálnak, így alakul ki a mellékelt ábrán bemutatott réteges kettős hidroxid szerkezet, ahol a rétegek között a karbonátionok mellett vízmolekulák is találhatóak. A vegyület triviális neve *hidrotalcit*, a gyógyászatban savlekötésre használják.



A *hidrotalcitok* általános képlete $[\text{Mg}_{(1-x)}\text{Al}_x(\text{OH})_2][(\text{CO}_3)_{x/2}]$. A képlet baloldali részének töltése $x+$, ami azt fejezi ki, hogy a $\text{Mg}(\text{OH})_2$ -réteg pozitív töltése függ az alumíniummal való helyettesítés mértékétől. Így az összegképletet felírhatjuk a következő formában is: $[\text{Mg}_{(1-x)}\text{Al}_x(\text{OH})_2]^{x+}[(\text{CO}_3)_{x/2}]^{x-}$.

Tegyük fel, hogy a szintézis során minden negyedik magnéziumiont cseréltük ki alumíniumionra. Ennek figyelembevételével alakítsd át úgy a képletet, hogy az minden alkotó ionra a lehető legkisebb egész sztöchiometriai számot tartalmazza! Ennek alapján a *hidrotalcit* egy mólja hány mól sósavval reagál a savlekötő folyamat során? Írd fel a reakció egyenletét is!

A $[\text{Mg}_{(1-x)}\text{Al}_x(\text{OH})_2]^{x+}[(\text{CO}_3)_{x/2}]^{x-}$ képletből kiindulva, ha minden negyedik magnéziumiont cseréltünk ki alumíniumionra, akkor $x = 0,25$.

1 pont

Ekkor a képlet így módosul: $[\text{Mg}_{0,75}\text{Al}_{0,25}(\text{OH})_2]^{0,25+}[(\text{CO}_3)_{0,125}]^{0,25-}$.

2 pont

Ha a karbonátionból egy darabot szeretnénk látni benne, akkor a képletet végig kell szoroznunk 8-cal. Így adódik a képletre $[\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}]^{2+}[\text{CO}_3]^{2-}$, vagy még egyszerűbben: $\text{Mg}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO}_3$.

2 pont

Ez a *hidrotalcit* a sósavval a következőképpen reagál:



2 pont

vagyis 1 mol *hidrotalcit* 18 mol sósavat képes közömbösíteni.

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											17	18				
1	2											17	18				
1	2											17	18				
3	4											9	10				
3	4											9	10				
11	12											17	18				
11	12											17	18				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
232,0	231,0	238,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
232,0	231,0	238,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				