



Magyar Kémikusok  
Egyesülete

XLIV. Irinyi János  
Középiskolai Kémiaverseny  
2012 május 12\*



III. forduló – I.a, I.b, I.c és III. kategória

**Munkaidő: 180 perc**

**Összpontszám: 150 pont**

A használandó moláris atomtömegek a feladatok végén találhatóak.  
Az elméleti feladatokat a feladatlapon oldjátok meg, és a feladatlapokat is adjátok be.  
Segédeszközként csak számológép használható.

**Megoldókulcs és pontozási útmutató**

**I. Általános kémia és anyagszerkezet**

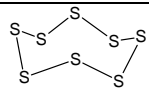

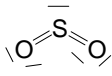
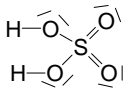
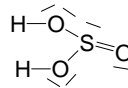
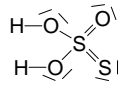
(1) Egészítsd ki az alábbi táblázatot (minden jó válasz 0,5 pont)!

	Elemi kén	Kén-hidrogén	Kén-dioxid	Kénsav	Kénssav	Tiokénsav
Molekula szerkezeti képlete						
$\sigma$ -kötések, $\pi$ -kötések, nemkötő elektronpárok száma a molekulában						
Halmazállapota (25 °C-on), színe vagy szaga						
Reakciója vízzel	–					
	–	reakció egymással:		reakciója rézzel	reakciója jódos vízzel	–
Redoxi reakcióban miként viselkedhet						

Összesen: 25 pont

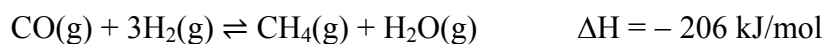
\*Feladatkészítők: Forgács József, Lente Gábor, Ósz Katalin, Petz Andrea, Tóth Albertné, Sipos Pál  
Szerkesztő: Pálinkó István

Megoldás

	Elemi kén	Kén-hidrogén	Kén-dioxid	Kénsav	Kénessav	Tiokénsav
Molekula szerkezeti képlete						
$\sigma$ -kötések, $\pi$ -kötések, nemkötő elektronpárok száma a molekulában	8 0 16	2 0 2	2 2 5	6 2 8	5 1 7	6 2 8
Halmoz állapot (25 °C-on), színe, szaga	szilárd, sárga	gáz, színtelen, záptojás szagú	gáz, színtelen, szúrós szagú	folyadék, színtelen	folyadék, színtelen	folyadék, színtelen
Reakciója vízzel	–	$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} = \text{HS}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{HSO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{HS}_2\text{O}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$
	–	reakció egymással: $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$		reakciója rézzel $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	reakciója jódos vízzel $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$	–
Redoxi reakcióban miként viselkedhet	amfoter	redukálószer	amfoter	oxidálószer	amfoter	amfoter

Összesen: 25 pont

(2) Döntsd el, hogy a következő egyensúlyi reakcióra vonatkozó állítások **igazak (I)** vagy **hamisak (H)** (minden jó válasz 1 pont)!



A folyamat egyensúlyi állandója 298 K-en  $K = 4,9 \times 10^{27} \text{ dm}^3/\text{mol}$

- Az egyensúly az átalakulás irányába tolható el, ha csökkentjük a nyomást a reakciótér növelésével.
- Szobahőmérsékleten az egyensúlyi elegyben gyakorlatilag csak metán és vízgőz található.
- Ha a reakciótérben növeljük a hidrogén koncentrációját, akkor nő a keletkezett termékek egyensúlyi koncentrációja.
- Magasabb hőmérsékleten (1200 K) a folyamat egyensúlyi állandója csökken.

- A folyamat egyensúlya a hőmérséklet csökkenésével az átalakulás irányába tolható el.
- Katalizátort használva a reakcióhő csökken.
- Katalizátorral nem befolyásolható a metán keletkezésének reakciósebessége.
- Hőmérséklet növelésével nő a metán keletkezésének sebessége.
- Nyomás növelésével – a reakciótér térfogatának csökkenésével – nő az metán keletkezésének sebessége.

Összesen: 9 pont

### Megoldás

- H** Az egyensúly az átalakulás irányába tolható el, ha csökkentjük a nyomást a reakciótér növelésével.
- I** Szobahőmérsékleten az egyensúlyi elegyben gyakorlatilag csak metán és vízgőz található.
- I** Ha a reakciótérben növeljük a hidrogén koncentrációját, akkor nő a keletkezett termékek egyensúlyi koncentrációja.
- I** Magasabb hőmérsékleten (1200 K) a folyamat egyensúlyi állandója csökken.
- I** A folyamat egyensúlya a hőmérséklet csökkenésével az átalakulás irányába tolható el.
- H** Katalizátort használva a reakcióhő csökken.
- H** Katalizátorral nem befolyásolható a metán keletkezésének reakciósebessége.
- I** Hőmérséklet növelésével nő a metán keletkezésének sebessége.
- I** Nyomás növelésével – a reakciótér térfogatának csökkenésével – nő az metán keletkezésének sebessége.

Összesen: 9 pont

## II. Szervetlen kémia

(1) Add meg a választ a megfelelő vegyjelekkel a táblázat megfelelő sorában. (minden helyes válasz 1 pont; összesen 12 pont)

1.	Az első alkálifém.
2.	Elemi állapotban egyik allotróp módosulata a fullerén.
3.	A legnagyobb relatív atomtömegű, radioaktív nemesgáz. (Mendelejev rendszerében – a többi nemesgázhoz hasonlóan – még nem szerepelt.)
4.	Elemi formája gáz halmazállapotú, égésekor tüze gyakorlatilag olthatatlan. Erős oxidálószer. A legreakcióképesebb nemfémes elem, még némelyik nemesgázzal is alkot vegyületet.
5.	Az alkimisták álma, a „bölcsek kövével” akarták előállítani. Az elem egyetlen „ellensége” a királyvíz.
6.	Az amalgámok elmaradhatatlan féme. Mérgező: fejfájást, fogínyvérzést, idegrendszeri zavarokat okoz. A NaCl-oldat ipari elektrolízisének katódként alkalmazzák.
7.	Gyémántrácsos szerkezetű félfém. Optikai lencsék, prizmák készülnek belőle. Mendelejev nem ismerte, de ekaszilíciumként megjósolta létezését. Az elemet C. Winkler hazájáról nevezte el.

8.	A legkisebb tömegű elem, az ammóniaszintézis fontos alapanyaga. Az elem standard elektródpotenciálját – egyezményes alapon – zérusnak tekintjük.
9.	Az elem felfedezője (1782 Nagyszeben) Müller Ferenc az elemnek latin nevet adott (tellus=föld).
10.	Az atomerőművek fűtőelemeinek anyaga, 235-ös tömegszámú izotópja (is) radioaktív.
11.	Jellemző lángfestésű alkáli földfém. 20 p <sup>+</sup> -ból és 20 n <sup>0</sup> -ból álló izotópja 97%-os gyakoriságú.
12.	Komplexbépző tulajdonságú. A ferromágneses jelenség névadója. Kétszeresen pozitív töltésű kationjának elektronburkát 24 elektron alkotja.

### Megoldás

1.	Az első alkálifém. <b>Li</b>
2.	Elemi állapotban egyik allotróp módosulata a fullerén. <b>C</b>
3.	A legnagyobb relatív atomtömegű, radioaktív nemesgáz. (Mendelejev rendszerében – a többi nemesgázhoz hasonlóan – még nem szerepelt.) <b>Rn</b>
4.	Elemi formája gáz halmazállapotú, égésekor tüze gyakorlatilag olthatatlan. Erős oxidálószer. A legreakcióképesebb nemfémes elem, még némelyik nemesgázzal is alkot vegyületet. <b>F</b>
5.	Az alkimisták álma, a „bölcsék kövével” akarták előállítani. Az elem egyetlen „ellensége” a királyvíz. <b>Au</b>
6.	Az amalgámok elmaradhatatlan fémje. Mérgező: fejfájást, fogínyvérzést, idegrendszeri zavarokat okoz. A NaCl-oldat ipari elektrolízisének katódiként alkalmazzák. <b>Hg</b>
7.	Gyémántrácsos szerkezetű félfém. Optikai lencsék, prizmak készülnek belőle. Mendelejev nem ismerte, de ekaszilíciumként megjósolta létezését. Az elemet C. Winkler hazájáról nevezte el. <b>Ge</b>
8.	A legkisebb tömegű elem, az ammóniaszintézis fontos alapanyaga. Az elem standard elektródpotenciálját – egyezményes alapon – zérusnak tekintjük. <b>H</b>
9.	Az elem felfedezője (1782 Nagyszeben) Müller Ferenc az elemnek latin nevet adott (tellus=föld). <b>Te</b>
10.	Az atomerőművek fűtőelemeinek anyaga, 235-ös tömegszámú izotópja (is) radioaktív. <b>U</b>
11.	Jellemző lángfestésű alkáli földfém. 20 p <sup>+</sup> -ból és 20 n <sup>0</sup> -ból álló izotópja 97%-os gyakoriságú. <b>Ca</b>
12.	Komplexbépző tulajdonságú. A ferromágneses jelenség névadója. Kétszeresen pozitív töltésű kationjának elektronburkát 24 elektron alkotja. <b>Fe</b>

Összesen: 12 pont

(2) Tanulmányozd a következő táblázatot! Az itt szereplő anyagok kémiai jelének beírásával add meg a választ! (helyes válaszonként 1pont; összesen 13 pont)

CaCO <sub>3</sub>	Zn	NH <sub>4</sub> Cl
NH <sub>3</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>

1.	Kationja savasan hidrolizál	
2.	Sósavval hidrogén gázt fejleszt	
3.	Sósavval 1:1 anyagmennyiség arányban reagálva éghetetlen gázt fejleszt	
4.	Magnéziummal képezett galvánelemben katód szerepét tölti be	

5.	Kémiai kötéstípusát elemezve kovalens, datív és ionos kötést is értelmezünk	
6.	Savanyúsó	
7.	Jellemző halmazállapot változása a szublimáció	
8.	Termikus disszociációja során gáz halmazállapotú vegyületek keletkeznek	
9.	Vizes oldatát szalmiákszesznek nevezzük	
10.	A kemény vizek szódás vízlágyításakor is keletkezhet	
11.	Papírtasakban csomagolva néhány grammos kiserelésben a háztartásban is megtalálható	
12.	A héliumtól 11-szer nagyobb sűrűségű gáz	
13.	Olvadéka és vizes oldata is kitűnően vezeti az áramot	

*Megoldás*

1.	Kationja savasan hidrolizál	NH <sub>4</sub> Cl
2.	Sósavval hidrogén gázt fejleszt	Zn
3.	Sósavval 1:1 anyagmennyiség arányban reagálva éghetetlen gázt fejleszt	NaHCO <sub>3</sub>
4.	Magnéziummal képezett galvánelemben katód szerepét tölti be	Zn
5.	Kémiai kötéstípusát elemezve kovalens, datív és ionos kötést is értelmezünk	NH <sub>4</sub> Cl
6.	Savanyúsó	NaHCO <sub>3</sub>
7.	Jellemző halmazállapot változása a szublimáció	CO <sub>2</sub>
8.	Termikus disszociációja során gáz halmazállapotú vegyületek keletkeznek	NH <sub>4</sub> Cl
9.	Vizes oldatát szalmiákszesznek nevezzük	NH <sub>3</sub>
10.	A kemény vizek szódás vízlágyításakor is keletkezhet	CaCO <sub>3</sub>
11.	Papírtasakban csomagolva néhány grammos kiserelésben a háztartásban is megtalálható	NaHCO <sub>3</sub>
12.	A héliumtól 11-szer nagyobb sűrűségű gáz	CO <sub>2</sub>
13.	Olvadéka és vizes oldata is kitűnően vezeti az áramot	NH <sub>4</sub> Cl v. NaHCO <sub>3</sub>

Összesen: 13 pont

(3) Kémcsövekben külön-külön Na<sub>2</sub>S, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NaNO<sub>2</sub>, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NaCl, NaBr és NaI anyagok vannak.

Hogyan különböztetnéd meg egyetlen reagens segítségével ezeket a szilárd anyagokat?

Milyen változást észlelnél a reagens hozzáadásakor? Írd le az észlelt vegyület képletét is!

16 pont

*Megoldás*

A reagens a tömény kénsav.

5,5 pont

Sorrendben az észlelt változás.

1. záptojás szagú gázfejlődés (H<sub>2</sub>S)

1,5 pont

2. színtelen, szagtalan gázfejlődés (CO<sub>2</sub>)

1,5 pont

3. sárgásbarna gázfejlődés (NO<sub>2</sub>)

1,5 pont

4. oldódik (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)

1,5 pont

5. szúrós szagú gázfejlődés (HCl)	1,5 pont
6. vörösbarna színű gőz (Br <sub>2</sub> )	1,5 pont
7. ibolya színű gőz (I <sub>2</sub> )	1,5 pont
	<i>Összesen:</i> 16 pont

### III. Számítási feladatok

(1) Adott az  $x\text{A} + y\text{B} = z\text{C}$  gázreakció. Állandó hőmérsékleten, a reakció során a következő adatokat mérték:

[A] (mol/dm <sup>3</sup> )	[B] (mol/dm <sup>3</sup> )	v (mol/dm <sup>3</sup> /s)
1	0,5	0,08
0,5	0,5	0,02
1,0	1,0	0,16

- Állapítsd meg az  $x$  és  $y$  értékét!
- Írd fel az általános reakciót és a reakciósebesség képletét!
- Írj egy konkrét példát a gázreakcióra!

*Összesen:* 12 pont

*Megoldás*

a) A reakciósebesség  $v = k[\text{A}]^x[\text{B}]^y$  2 pont

Két állapotra felírva a reakciósebességet, majd elosztva egymással.

$$0,08 = k1^x0,5^y, \text{ illetve } 0,02 = k0,5^x0,5^y.$$

Ezekből:  $4 = (1/0,5)^x$ , ebből  $x = 2$  4 pont

$$0,16 = k1^x1^y, \text{ illetve } 0,08 = k1^x0,5^y.$$

Ezekből:  $2 = (1/0,5)^y$ , ebből  $y = 1$ . 2 pont

b)  $2\text{A} + \text{B} = \text{C}$ ,  $v = k[\text{A}]^2[\text{B}]$  2 pont

c) pl.  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl}$  vagy  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ . 2 pont

*Összesen:* 12 pont

(2) A hidrogén természetes izotóp összetétele alapján minden 6240-dik hidrogénizotóp deutérium atom. Tiszta vízben (ha elhanyagoljuk a 2-nél nagyobb tömegszámú hidrogén- és a 16-nál nagyobb tömegszámú oxigénizotópokat valamint a víz öndisszociációját) H<sub>2</sub>O, HDO és D<sub>2</sub>O molekulákat találhatunk. Tudjuk, hogy a hidrogén és a deutérium atomok közötti kémiai különbség elhanyagolható (vagyis egymástól nem megkülönböztethetőek). Ennek alapján számítsa ki a H<sub>2</sub>O, HDO és D<sub>2</sub>O moláris koncentrációját 25 °C-os tiszta vízben! (N<sub>A</sub> = 6,024·10<sup>23</sup>; a víz relatív molekulatömege 18,015, sűrűsége 0,99701 kg/dm<sup>3</sup>).

17 pont

*Megoldás*

Az izotópok kémiai megkülönböztethetlensége miatt annak valószínűsége, hogy egy oxigénatomhoz egy H és egy D-atom kapcsolódik, 6240-szer kisebb, mint annak a valószínűsége, hogy két H.

4 pont

Annak valószínűsége pedig, hogy egy oxigénatomhoz két D-atom kapcsolódik, 6240-szer kisebb, mint annak a valószínűsége, hogy egy H és egy D.

4 pont

1 dm<sup>3</sup> vízben 55,343 mol víz van.

2 pont

A koncentrációk aránya tehát  $[H_2O]:[HDO]:[D_2O] = 1 : 1/6240 : 1/6240^2$ .

4 pont

55,343 mol víz 6239/6240-ed része, vagyis 55,334 M H<sub>2</sub>O.

1 pont

A fennmaradó rész 6239/6240-ed része, vagyis  $8,868 \cdot 10^{-3}$  M HDO,

1 pont

és az utóbbinak 1/6240-ed része, vagyis  $1,422 \cdot 10^{-6}$  M D<sub>2</sub>O.

1 pont

Összesen: 17 pont

(3) A 25 °C-on telített meszes víz oldat 100 cm<sup>3</sup>-e 170 mg oldott Ca(OH)<sub>2</sub>-t tartalmaz.

(a) Számítsd ki a 25 °C-on a Ca(OH)<sub>2</sub> oldhatósági szorzatát ( $L = [Ca^{2+}][OH^-]^2$ )!

(b) Számítsd ki a 25 °C-on telített meszes víz pH-ját ( $pH = -\log_{10}[H^+]$ )!

(c) NaOH adagolásával meddig növelhetjük egy 1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú CaCl<sub>2</sub> oldat pH-ját, ha azt akarjuk elérni, hogy még éppen ne váljon le az oldatból Ca(OH)<sub>2</sub> csapadék?!

A számításnál vedd figyelembe, hogy oldódáskor a Ca(OH)<sub>2</sub> teljes mértékben disszociál Ca<sup>2+</sup> és OH<sup>-</sup> ionokra.  $pK_w = 14,00$ ,  $M_r(Ca(OH)_2) = 74,094$

Összesen: 13 pont

*Megoldás*

(a) 1000 cm<sup>3</sup> telített oldatban 1700 mg, vagyis  $2,294 \cdot 10^{-2}$  mol oldott Ca(OH)<sub>2</sub> található.

2 pont

Minden Ca(OH)<sub>2</sub> molekula oldásakor 1 Ca<sup>2+</sup> ion és 2 OH<sup>-</sup> ion képződik, tehát  $[Ca^{2+}] = 2,294 \cdot 10^{-2}$  [OH<sup>-</sup>] =  $4,589 \cdot 10^{-2}$  mol/dm<sup>3</sup>,

2 pont

és  $L = [Ca^{2+}][OH^-]^2$ , vagyis  $4,831 \cdot 10^{-5}$ .

1 pont

(b) [OH<sup>-</sup>] =  $4,589 \cdot 10^{-2}$  mol/dm<sup>3</sup>, azaz pOH = 1,339, vagyis pH = 12,661

1+1 pont

(c) A  $c = 1$  mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú CaCl<sub>2</sub> oldatban a maximális hidroxidion koncentráció  $[OH^-]_{max} = L/c$ , amiből pOH<sub>max</sub> = 2,158 és pH<sub>max</sub> = 11,842

4+1+1 pont

Összesen: 13 pont

(4) Ismerjük a következő adatokat:

a cézium-fluorid<sub>(szilárd)</sub> képződéshője -556 kJ/mol

a cézium<sub>(szilárd)</sub> szublimációshője 76,1 kJ/mol

a cézium<sub>(gőz)</sub> első ionizációs energiája 375,5 kJ/mol

a fluor<sub>(gáz)</sub> disszociációs hője 158 kJ/mol

a fluor<sub>(gáz)</sub> elektronaffinitás -328 kJ/mol

(a) Határozd meg a cézium-fluorid rácsenergiáját!

(b) Ábrázold az energiaváltozásokat egy energiadiagramon!

(c) Mekkora hő szabadul fel 5 dm<sup>3</sup> normál állapotú fluorgáz céziummal való reakciója során?

Összesen: 18 pont

*Megoldás*

(a)  $\Delta H_r = 76,1 \text{ kJ} + 375,5 \text{ kJ} + 79 \text{ kJ} - 328 \text{ kJ} = 202,6 \text{ kJ}$

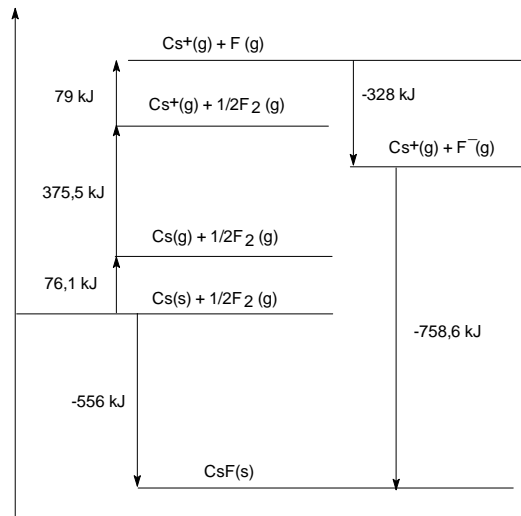
4 pont

$\Delta H_r = -556 \text{ kJ} - 202,6 \text{ kJ} = \underline{\underline{-758,6 \text{ kJ/mol}}}$

2 pont

(b)

8 pont

(c) Mekkora hő szabadul fel  $5 \text{ dm}^3$  normál állapotú fluorgáz céziummal való reakciója során?

$$n = 5 \text{ dm}^3 / 22,41 \text{ dm}^3/\text{mol} = 0,223 \text{ mol}$$

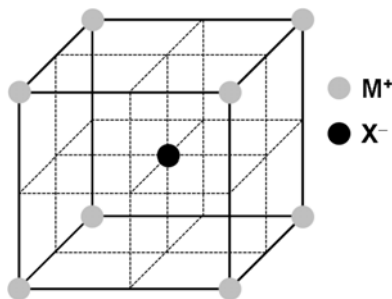
2 pont

$$Q = 0,223 \text{ mol} \times (-556 \text{ kJ/mol}) = \underline{\underline{-124 \text{ kJ}}}$$

2 pont

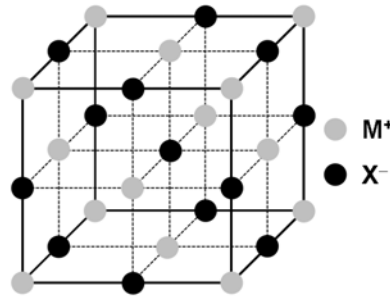
Összesen: 18 pont

(5) A CsBr és a CsCl azonos rácstípusban kristályosodik. Ennek elemi cellája olyan kocka, amelynek csúcsain kationok vannak, középpontjában pedig az anion. A KCl és a KBr más típusú rácsot alkot. Az elemi cellája itt is kocka: a kationok a csúcsokon és a lapok középpontjában, az anionok az élek középpontjában és a kocka közepén helyezkednek el. A moláris tömegek: Cl:  $35,5 \text{ g/mol}$ , K:  $39,1 \text{ g/mol}$ , Br:  $79,9 \text{ g/mol}$ , Cs:  $132,9 \text{ g/mol}$ . A KCl sűrűsége  $1,98 \text{ g/cm}^3$ , a KBr-é  $2,75 \text{ g/cm}^3$ , a CsCl-é  $3,99 \text{ g/cm}^3$ . Az eddig megadott információk alapján becsüljük meg a CsBr sűrűségét!



A CsCl és CsBr elemi cellája

(Az ábrákban a körök csak az egyes ionok atommagjainak helyét jelölik, a méretüket nem.)



A KCl és KBr elemi cellája

Összesen: 15 pont

**Megoldás**

A feladat megoldásához feltételezzük, hogy az ionok sugara nem függ attól, hogy milyen ionkristályban vannak.

A CsCl és CsBr rácsszerkezetében a két legközelebbi ion távolsága az elemi cella testátlójának a fele.

1 pont



Egységnyi élhosszú kocka testátlójának hossza  $\sqrt{3}$ . Jelölje a két legközelebbi ion távolságát  $d_{MX}$ . Ebből következően az elemi cella élhossza  $2\sqrt{3}d_{MX}/3$ . 1 pont

Egy elemi cellában 1 anion (középen, semelyik másik elemi cellával nem közös) és 1 kation van (8 db csúcson, mindegyik 8 elemi cella része egyszerre). 1 pont

Így a kristály sűrűsége ( $M$  moláris tömeg és  $N_A$  Avogadro-állandó):

$$\rho_{MX} = \frac{M_{MX}}{(2\sqrt{3}d_{MX}/3)^3 N_A} \quad 1 \text{ pont}$$

Ebből átrendezéssel az iontávolság:

$$d_{MX} = \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt[3]{\frac{M_{MX}}{\rho_{MX} N_A}} \quad 1 \text{ pont}$$

A KCl és KBr kristályszerkezetében a két legközelebbi ion távolsága a kocka élhosszának fele. 1 pont

A két legközelebbi ion távolságát ismét  $d_{MX}$ -szel jelölve az elemi cella élhossza  $2d_{MX}$ . 1 pont

Egy elemi cellában 4 anion (1 középen, semelyik másik elemi cellával nem közös; 12 az élközepeken, mindegyik 4 elemi cella része egyszerre) és 4 kation van (8 db csúcson, mindegyik 8 elemi cella része egyszerre; 6 db lapközépen, mindegyik 2 elemi cella része egyszerre). 1 pont

Így a kristály sűrűsége:

$$\rho_{MX} = \frac{4M_{MX}}{(2d_{MX})^3 N_A} \quad 1 \text{ pont}$$

Ebből átrendezéssel az iontávolság:

$$d_{MX} = \sqrt[3]{\frac{M_{MX}}{2\rho_{MX} N_A}} \quad 1 \text{ pont}$$

A KCl moláris tömege 74,6 g/mol, sűrűsége 1,98 g/cm<sup>3</sup>, így az iontávolság 315 pm. 1 pont

A KBr moláris tömege 119,0 g/mol, sűrűsége 2,75 g/cm<sup>3</sup>, így az iontávolság 330 pm. 1 pont

Ebből az következik, hogy a bromidion sugara 15 pm-rel nagyobb a kloridionénál.

A CsCl moláris tömege 168,4 g/mol, sűrűsége 3,99 g/cm<sup>3</sup>, így az iontávolság 357 pm. 1 pont

Az előző számolás szerint a bromidion sugara 15 pm-rel nagyobb a kloridionénál, így a CsBr-ban az ionok távolságának 357 + 15 = 372 pm-nek kell lennie. 1 pont

A CsBr sűrűsége ebből következően:

$$\rho_{CsBr} = \frac{M_{CsBr}}{(2\sqrt{3}d_{CsBr}/3)^3 N_A} = 4,46 \text{ g/cm}^3 \quad 1 \text{ pont}$$

(Megjegyzés: a kísérletileg mért sűrűségérték 4,44 g/cm<sup>3</sup>. Minden szerkezetben a kationok kisebbek, ezért esetleg az anionok összeérését lehet még tesztelni. A KBr és KCl éppen azért nem kristályosodik a CsCl-hoz hasonló kristályrácsban, mert az anionok túl nagy mérete ezt nem teszi lehetővé jó térkitöltéssel.)

Összesen: 15 pont