



**XXXVI. Irinyi János  
Középiskolai Kémia Verseny  
Döntő 2004.**



**Magyar Kémikusok  
Egyesülete**

**JAVÍTÁSI ÚTMUTATÓ**

**I. ANYAGSZERKEZET**

(Összesen: 20 pont)

1. Töltse ki az alábbi táblázatot!

(3+6\*0,5=6 pont)

	$\text{BF}_4^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{IO}_4^-$
Az ion elektronszerkezeti képlete:	$\left[ \begin{array}{c} \text{F} \\   \\ \text{F} - \text{B} - \text{F} \\   \\ \text{F} \end{array} \right]^-$	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \text{N} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \right]^+$	$\left[ \begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{O} = \text{I} = \text{O} \\    \\ \text{O} \end{array} \right]^-$
Az ion alakja:	<i>tetraéder</i>	<i>tetraéder</i>	<i>tetraéder</i>
Kötésszög az ionban:	<i>109,5°</i>	<i>109,5°</i>	<i>109,5°</i>

2. Az alábbi állítások a periódusos rendszer melyik mezőjére igazak?

(2,5 pont)

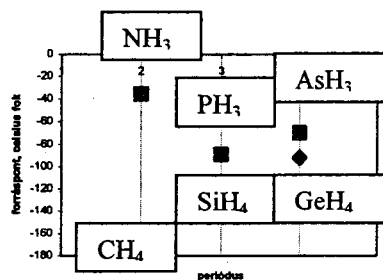
- Minden periódusban megtalálható *s*-mező
- A mező atomjainak vegyértékhéját egyetlen alhéj alkotja *s*-mező
- A nemfémes elemek többsége ide tartozik *p*-mező
- Vegyértékhéjának része a kívülről számított második héj egy alhéja is *f*-mező
- Ebben találhatóak a legerősebb redukálószerrek *s*-mező

3. Írja fel az 4. periódus azon elemeit, amely kettő vagy több párosítatlan elektront tartalmaznak!

(10\*0,5=5 pont)

Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Ge, As, Se

4. A melléklet ábrán a következő vegyületek forráspontját ábrázoltuk:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{GeH}_4$ ,  $\text{PH}_3$ . Rendelje a vegyületeket az ábra megfelelő pontjaihoz! (3 pont)



5. Ebben a feladatban különböző tulajdonságokat kell összehasonlítani. A megoldáshoz használja a megfelelő reláció jeleket (<, >, =)!

(3,5 pont)

Na második ionizációs energiája	>	K második ionizációs energiája
$\text{Fe}^{2+}$ ionsugara	>	$\text{Fe}^{3+}$ ionsugara
1 dm <sup>3</sup> standardállapotú levegő tömege	>	1 dm <sup>3</sup> standardállapotú nedves (vízgőzt tartalmazó) levegő tömege
1 mol durranógázban a H <sub>2</sub> -molekulák száma	<	2 mol klórdurranógázban a H <sub>2</sub> -molekulák száma
1 dm <sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos etanol-víz elegyben az alkohol térfogata	<	1 dm <sup>3</sup> 50 térfogatszázalékos etanol-víz elegyben a víz térfogata
1 dm <sup>3</sup> standardállapotú levegőben a molekulák száma	=	1 dm <sup>3</sup> standardállapotú nedves (vízgőzt tartalmazó) levegőben a molekulák száma
Az ammónia elemeiből való képződésének reakciósebessége 200 °C-on	<	Az ammónia elemeiből való képződésének reakciósebessége 1200 °C-on

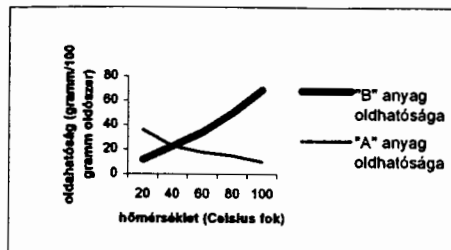
## II. ÁLTALÁNOS KÉMIA

(Összesen: 20 pont)  
(3 pont)

1. Az alábbi ábrán két anyag oldhatósági görbéjét látja.

Válaszoljon a következő állításokra az alábbi betűkkel:

- A, ha az „A” anyagra igaz az állítás;  
B, ha az „B” anyagra igaz az állítás;  
C, ha mindkettőre igaz;  
D, ha egyikre sem!



Állítás	Válasz
Oldása közben felmelegszik az oldat.	A
Endoterm oldáshőjű.	B
Ha telített oldatát melegíteni kezdjük, az oldott anyag kiválását tapasztaljuk.	A
Hasonló módon változik az oldhatósága, mint a szén-dioxidé.	A
Oldáshőjének előjele negatív.	A
Telített oldatba szórva túltelített oldatot képez.	D

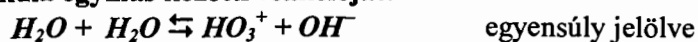
2. Írja be a táblázatba, hogyan változik elektrolízis (grafit elektródok) alatt az oldatok koncentrációja (a kezdetben oldott anyagra nézve) és pH-ja. A válaszhoz kizárólag a +, -, 0 jeleket alkalmazza, a növekedésnek, a csökkenésnek illetve a változatlanságnak a jelölésére! (7,5 pont)

	ZnSO <sub>4</sub>	KBr	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaOH	ZnI <sub>2</sub>
koncentráció változás	-	-	+	+	-
pH változás	-	+	-	+	0

3. Döntse el a következő folyamatokról, hogy melyik exoterm, melyik endoterm, melyik lehet mindkettő! (3 pont)

folyamat	válasz	folyamat	válasz
kondenzáció	exoterm	Közömbösítés	exoterm
olvadás	endoterm	gázfejlődés	mindkettő
hidratáció	exoterm	oxidáció	mindkettő

4. Írja fel két víz molekula egymás közötti reakcióját!



(1,5 pont)

1 pont

A fenti egyenlet a következő állítások ill. törvények közül melyiket nem igazolja? Karikázza be ennek a betűjelét!

0,5 pont

- A, az elektromos töltés töltésmegmaradásának törvénye;  
B, az anyagmegmaradás törvénye;  
C, a víz amfoter tulajdonságú;  
D, a víz bontásával 2 térfogatrész hidrogén és 1 térfogatrész oxigén keletkezik;  
E, a víz semleges kémhatású;

5. Olyan reakciókat vizsgálunk, amelyekben a reagáló anyagok vagy termékek egyike AgNO<sub>3</sub>. Írjon egy-egy példát reakcióegyenlettel a következő esetekre (kétszer nem szerepelhet ugyanaz az egyenlet)! (5 pont)

- a) sav-bázis reakció:  $pl. \underline{AgOH} + HNO_3 = AgNO_3 + H_2O$
- b) redoxireakció:  $pl. Cu + 2 AgNO_3 = 2 Ag + Cu(NO_3)_2$
- c) komplexképződéssel járó reakció:  $pl. AgNO_3 + 2 NH_3 = [Ag(NH_3)_2]NO_3$
- d) csapadék képződésével járó reakció:  $pl. AgNO_3 + HCl = \underline{AgCl} + HNO_3$
- e) gázfejlődéssel járó reakció:  $pl. Ag + 2 HNO_3 = AgNO_3 + NO_2 + H_2O$

### III. SZERVETLEN KÉMIA

(Összesen: 20 pont)

1. A szervetlen savak sokféleségéből válogatva a megfelelő képlet beírásával töltsd ki a táblázatot! (A savak nem ismétlődhetnek!) (5 pont)

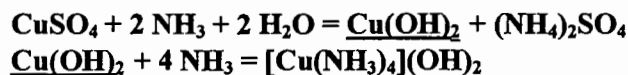
A sav tulajdonsága	Példa	Példa
Az ólom nem oldódik benne:	$H_3PO_4$	$HI$
Bomlékony:	$H_2SO_3$	$HOCl$
Redoxreakcióban képződhet:	$HNO_2$	$HNO_3$
Gáz halmazállapotú:	$HCl$	$HBr$
Egy vegyület vízben való oldásakor keletkezik:	$H_2SO_4$	$H_2CO_3$

2. Egy kétkarú mérleg két serpenyőjébe egy-egy főzőpoharat teszünk, amelyekben  $1000\text{ cm}^3$   $0,1\text{ mol/dm}^3$ -es NaOH oldat és  $1000\text{ cm}^3$   $0,1\text{ mol/dm}^3$ -es HCl oldat van. A mérleg pont egyensúlyban áll. Az oldatokba különböző szilárd anyagokat szórunk. Döntse el melyik esetben hogyan tér el a mérleg az egyensúlyi állapottól! Egyensúly esetén egyenlőségjellel válaszoljon, ha nincs egyensúly, válaszként a nehezebb oldat nevét adja meg! (3 pont)

Beleszórt anyag	Válasz
2,7 gramm alumínium	$HCl$
0,27 gramm alumínium	=
2,4 gramm magnézium	$NaOH$
0,24 gramm magnézium	$NaOH$
2,3 gramm nátrium	=
0,23 gramm nátrium	=

4. A kémiai változásokban az ammónia lehet reakciópartner és végtermék egyaránt. Írjon példát (egyenlet) az alábbi folyamatokra! (6 pont)

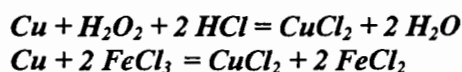
- a) az ammónia végtermék redoxireakcióban:  $pl. N_2 + 3 H_2 \rightleftharpoons 2 NH_3$   
 b) az ammónia végtermék nem redoxireakcióban:  $pl. NH_4Cl + NaOH = NH_3 + NaCl + H_2O$   
 c) az ammónia égetése katalizátor jelenlétében:  $pl. 4 NH_3 + 5 O_2 = 4 NO + 6 H_2O$   
 d) az ammónia égetése katalizátor nélkül:  $pl. 4 NH_3 + 3 O_2 = 2 N_2 + 6 H_2O$   
 e) az ammónia reakciója réz-szulfát-oldatban (két egyenlet):



5. A KI-os  $I_2$ -oldat mind nátrium-tioszulfáttal, mind klóros vízzel elszínteleníthető. Írja fel a lejátszódó folyamat reakcióegyenletét! (4 pont)

- a) a nátrium-tioszulfáttal:  $2 Na_2S_2O_3 + I_2 = 2 NaI + Na_2S_4O_6$   
 oxidálószer:  $I_2$  redukálószer:  $Na_2S_2O_3$   
 b) klóros vízzel:  $5 Cl_2 + I_2 + 6 H_2O = 2 HIO_3 + 10 HCl$   
 oxidálószer:  $Cl_2$  redukálószer:  $I_2$

6. A rádióamatőrök és más NYÁK (nyomtatott áramkör) készítőik örök gondja, hogy hogyan oldják fel a rezet mérgező gázok képződése nélkül. A két általánosan elterjedt megoldás: a sósav-hidrogén-peroxidos, illetve a vas(III)-kloridos módszer. Írja fel a reakcióegyenleteket! (2 pont)



## IV. SZERVES KÉMIA

(Összesen: 20 pont)

1. Hat vegyszeres üvegben a következő anyagokat tárolják: acetaldehid, glicerín-trinitrát, acetón, metil-alkohol (metanol), etán-1,2-diol (glikol), szén-tetraklorid. Az edényeken feltüntetett veszélyjelek piktogramjai alapján azonosítsa a vegyületeket! Írja be a megfelelő neveket!

(1,5 pont)

		<i>acetaldehid</i>			<i>glicerín-trinitrát</i>		<i>glikol</i>
		<i>szén-tetraklorid</i>			<i>metanol</i>		<i>acetón</i>

Helyezze el fenti vegyületeket az alábbi táblázatban. Minden vegyületet csak egy helyre írhat be!

(3 pont)

Képződésekor a kiindulási anyagot	A vegyület neve
– ibolyántúli sugárzás érte	<i>szén-tetraklorid</i>
– egy füstölő sav három helyen is megtámadta	<i>glicerín-trinitrát</i>
– oxidálva vörösréz keletkezett	<i>acetón</i>
– kétféle gáz alkotja	<i>metanol</i>
– borosüvegben tárolva csaknem megsavanyodott	<i>acetaldehid</i>
– vízgőz támadta meg	<i>glikol</i>

2. Írja fel a toluol klórozásának egyenletét, a szerves végtermékek nevét, valamint a reakciók típusát

(4,5 pont)

- a) vaskatalizátor jelenlétében: szubsztitúció 0,5 pont  

$$C_6H_5-CH_3 + Cl_2 = C_6H_4Cl-CH_3 + HCl$$
*o*-klór-toluol és *para*-klór-toluol 1 pont
- b) ha a toluolt fényel megvilágítva reagáltatjuk: szubsztitúció 0,5 pont  

$$C_6H_5-CH_3 + Cl_2 = C_6H_5-CH_2Cl + HCl$$
*benzil*-klorid 1 pont

3 A következő reakciók főszereplője az etanol (etil-alkohol). Reakcióegyenlettel írja le a felsorolt kémiai változásait!

(4 pont)

- a) szeszes erjedés:  $C_6H_{12}O_6 = 2 C_2H_5-OH + 2 CO_2$
- b) dehidratálása:  $C_2H_5-OH = C_2H_4 + H_2O$  vagy *éterképződés*
- c) redoxireakció nátriummal:  $2 C_2H_5-OH + 2 Na = 2 C_2H_5-ONa + H_2$
- d) reakció hangyasavval:  $C_2H_5-OH + HCOOH \rightleftharpoons HCOOC_2H_5 + H_2O$
- e) égés:  $C_2H_5OH + 3 O_2 = 2 CO_2 + 3 H_2O$

4. A  $C_4H_6$  izomerjei közül válassza ki a megfelelőt! Írja le atomcsoportos képlettel a reakcióegyenletet!

(4\*0,5 + 5\*1 = 7 pont)

- a) Reakció nátriummal:  

$$2 HC \equiv C-CH_2-CH_3 + 2 Na \rightarrow 2 NaC \equiv C-CH_2-CH_3 + H_2$$
- b) Ha 1 molekulája 1 molekula brómmal reagál, akkor kétféle szerves termék képződik:  

$$H_2C=CH-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow BrH_2C-CH=CH-CH_2Br$$

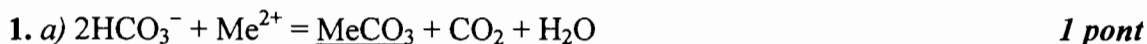
$$H_2C=CH-CH=CH_2 + Br_2 \rightarrow BrH_2C-CHBr-CH=CH_2$$
- c) A molekulát brómmal reagáltatva 1,2,3,4-tetrabrom-bután képződik:  

$$H_2C=CH-CH=CH_2 + 2 Br_2 \rightarrow BrH_2C-CHBr-CHBr-CH_2Br$$
- d) A molekulát brómmal reagáltatva 2,2,3,3-tetrabrom-bután képződik:  

$$H_3C-C \equiv C-CH_3 + 2 Br_2 \rightarrow H_3C-CBr_2-CBr_2-CH_3$$

## SZÁMÍTÁSI FELADATOK

*Megjegyzés: Számítási hibánként 1 pont levonást javasolunk.*



b) Egy  $\text{dm}^3$  oldatban

1,934 mmol magnéziumion,

7,295 mmol hidrogén-karbonátion,

2,275 mmol kalciumion.

4,209 mmol  $\text{Me}^{2+}$ -ion van összesen

**2 pont**

A 7,295 mmol hidrogén-karbonátion fele mennyiségű 3,647(5) mmol alkáliföldfém-ionnal képez csapadékot, ez okozza a változó keménységet. **1 pont**

10 mg CaO 0,1786 mmol, ez felel meg 1 német keménységi foknak. **1 pont**

Vagyis 3,647(5) mmol alkáliföldfém-ion 20,4 német keménységi foknak felel meg.

**Az oldat változó keménysége német keménységi fokban kifejezve 20,4.** **1 pont**

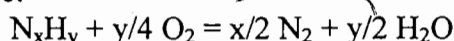
Az oldatban összesen 4,209 mmol kalcium- és magnéziumion van, amely 23,6 német keménységi foknak felel meg.

**Az oldat összes keménysége 23,6 német keménységi fok.** **1 pont**

**Az oldat állandó keménysége a kettő különbsége: 3,2 német keménységi fok.** **1 pont**

**(Összesen: 8 pont)**

2. Az égés egyenlete:



**2 pont**

Kiindultunk 1 mol vegyületből, és hozzáadtunk 2 mol oxigént és 8 mol nitrogént. **2 pont**

A reakcióban fogy  $y/4$  mol oxigén, keletkezik  $x/2$  mol nitrogén és  $y/2$  mol víz,

(de ez utóbbi standard állapotban folyadék)

**1 pont**

Az égés utáni gázelegyenletben tehát  $(8 + x/2)$  mol nitrogén és  $(2 - y/4)$  mol oxigén van. **1 pont**

A hozzáadott levegő anyagmennyisége (10 mol) megegyezik a reakció után maradó oxigén–nitrogén gázelegyenletével.

$$10 = (2 - y/4) + 8 + x/2$$

**1 pont**

Az égéstermékben 10 térfogatszázalék (1 mol) az oxigén:

$$2 - y/4 = 1$$

**1 pont**

Megoldva:

$$x = 2 \quad y = 4$$

**2 pont**

**A kiindulási vegyület képlete  $\text{N}_2\text{H}_4$ , (hidrazin).**

**1 pont**

**(Összesen: 10 pont)**

3. Legyen a fématom vegyjele Me, vegyértéke x, az atomtömege M! **1 pont**

A fém-szulfát általános képlete:  $\text{Me}_2(\text{SO}_4)_x$  **1 pont**

$(2 \cdot M + x \cdot 96)$  gramm vegyületben x · 32 gramm kén van,

100 gramm vegyületben 24 gramm kén van.

$$24(2 \cdot M + x \cdot 96) = 100 x \cdot 32$$

**2 pont**

Ebből:  $M = 18,666 x$

**1 pont**

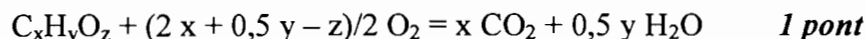
Kémiai tartalma az x = 3-nak van, ekkor  $M = 56$ , ez a vas relatív atomtömege.

**A vas ténylegesen lehet 3 vegyértékű.**

**1 pont**

**(Összesen: 6 pont)**

4. Ha 1 mol szerves vegyületet égetünk el, akkor 1 mol oxigén kell hozzá. Ha a szerves vegyület szénatomszáma 1, akkor is több oxigén kell az elégetéshez, ez csak úgy lehetséges, hogy a vegyület oxigéntartalmú. **2 pont**



Mivel 1 mol oxigén kell az elégetéshez, felírhatjuk:

$$1 = (2x + 0,5y - z)/2 \quad \text{①} \quad 1 \text{ pont}$$

A tömegmegmaradás alapján csak úgy lehet azonos az átlagos moláris tömeg a folyamat kezdetén és a végén, ha a mólszám is azonos:

$$2 = x + y/2 \quad 2 \text{ pont}$$

Ez utóbbi egyenletnek – mivel x és y csak egész szám lehet – csak egy megoldása van:

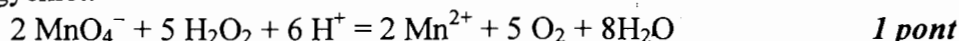
$$x=1 \quad y=2 \quad 2 \text{ pont}$$

Ezeket az értékeket visszahelyettesítve az ① egyenletbe z = 1 érték adódik. **1 pont**

**A vegyület tehát CH<sub>2</sub>O, vagyis a formaldehid.** **1 pont**

**(Összesen: 10 pont)**

5. A reakcióegyenlet:



Kezdetben volt az oldatban 0,4 mmol permanganátion, 0,2 mmol hidrogén-peroxid és 2 mmol hidrogénion **2·0,5 + 1 = 2 pont**

A permanganát van feleslegben, tehát a hidrogén-peroxid elfogy, **1 pont**

Marad 0,32 mmol permanganátion és 1,76 mmol hidrogénion **2 pont**

**Az oldat koncentrációja hidrogénionra nézve (1,76/30) mol/dm<sup>3</sup> = 0,0587 mol/dm<sup>3</sup>.**

**1 pont**

**(Összesen: 7 pont)**

6. A kénsavas oldás egyenlete:  $CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$  **1 pont**

$M(CuSO_4 \cdot 5 H_2O) = 249,5$  g/mol

Kivált 0,4008 mol CuSO<sub>4</sub> és vele ötször ennyi, azaz 2,004 mol víz. **2 pont**

Kiindultunk x mol réz-oxidból és a 10% felesleg miatt 1,1 x mol kénsavból. **1 pont**

Ebből x mol réz-szulfát keletkezett, a telített oldatban maradt x - 0,4008 mol, ennek tömege (x - 0,4008)159,5 g. **1 pont**

A víz két helyről jön:

a kénsavból: 1,1 x · 98 · 4 g és a reakcióból: x · 18 g. **2 pont**

A kristályba beépül 2,004 · 18 g víz. **1 pont**

A telített oldatra felírhatjuk:

$$(x - 0,4008)159,5 / (1,1x \cdot 98 \cdot 4 + x \cdot 18 - 2,004 \cdot 18) = 21/100 \quad 1 \text{ pont}$$

Ebből:  $x = 0,8647$  mol **1 pont**

$M(CuO) = 79,5$  g/mol  $M(H_2SO_4) = 98$  g/mol

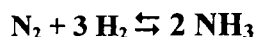
**A CuO tömege (0,8647 · 79,5) gramm = 68,7 gramm.** **1 pont**

A tiszta H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tömege (1,1 · 0,8647 · 98) gramm = 93,2 gramm, ami 466 gramm 20 tömegszázalékos kénsavnak felel meg, ennek térfogata 405 cm<sup>3</sup>. **2 pont**

**A CuO feloldásához 405 cm<sup>3</sup> kénsavoldat szükséges.**

**(Összesen: 13 pont)**

7. Az ammónia szintézis:



1 pont

A koncentrációkat nem ismerjük csak az arányokat:  
100 °C-on

	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
Kezdetben	c	3 c	–
Átalakult	– xc	– 3 xc	2 xc
Egyensúlyban	(1– x)c	3 (1– x)c	2 xc

$$K_1 = \frac{(2xc)^2}{(1-x)^4 3^3 c^4}$$

4 pont

500 °C-on

	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
Kezdetben	c	3 c	–
Átalakult	– 3 xc	– 9 xc	6 xc
Egyensúlyban	(1– 3x)c	3 (1– 3x)c	6 xc

$$K_2 = \frac{(6xc)^2}{(1-3x)^4 3^3 c^4}$$

4 pont

Az egyensúlyi állandókra felírható összefüggés:

$$144 K_1 = K_2$$

$$144 \frac{(2xc)^2}{(1-x)^4 3^3 c^4} = \frac{(6xc)^2}{(1-3x)^4 3^3 c^4}$$

1 pont

Az egyenletet megoldva: x = 0,2

500 °C-on tehát a nitrogén 60%-a, azaz 6 mol alakult át.

3 pont

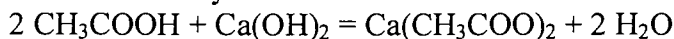
1 pont

(Összesen 14 pont)

8. Az 1000 cm<sup>3</sup> vizes oldat 1045 g tömegű.

1 pont

a) A közömbösítési folyamat:



1 pont

a bepárlási maradék 137,65 g kalcium-acetát, ami 0,8712 mol (M = 158 g/mol).

Ez pedig kétszer ennyi, azaz 1,7424 mol ecetsavnak felel meg, ami 104,54 g,

1 pont

Így az eredeti oldat ecetsavra nézve 10,0 tömegszázalékos volt.

1 pont

b) Az elpárologtatott komponens anyagmennyisége:

$$n = p \cdot V / R \cdot T = (101325 \text{ Pa} \cdot 0,00261 \text{ m}^3) / (8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \cdot 353,16 \text{ K}) = 0,09 \text{ mol.}$$

Moláris tömege pedig: M = m/n = 5,225 g/0,09 mol = 58 g/mol, ami az acetóné. 2 pont

A kristályos vegyület tehát metil-alkoholt tartalmaz: CaCl<sub>2</sub> · n CH<sub>3</sub>OH

A metil-alkohol tömege: (26,125 – 5,225) g = 20,90 g, ami 0,6531 mol.

1 pont

A megkötött kalcium-klorid tömege: (39,024 – 20,90) g = 18,124 g,

1 pont

ami 0,16327 mol.

1 mol CaCl<sub>2</sub>-ra 0,6531/0,16327 = 4 mol „kristályalkohol” jut.

1 pont

A kristályos vegyület képlete tehát: **CaCl<sub>2</sub> · 4 CH<sub>3</sub>OH**.

1 pont

c) Az 1045 g kiindulási oldat a fentiek alapján tartalmazott

20,9 g metilalkoholt → 2,00 tömegszázalék

1 pont

5,225 g acetont → 0,500 tömegszázalék

1 pont

(Összesen 12 pont)