



Magyar Kémikusok  
Egyesülete



EMBERI ERŐFORRÁSOK  
MINISZTERIUMA



Nemzeti  
Tehetség Program



EMBERI ERŐFORRÁS  
TÁMOGATÁSKÉZELŐ



## XLVIII. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny 2016. április 23.\*

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

Munkaidő: 180 perc  
Összesen 170 pont

A periódusos rendszer az utolsó lapon található.  
Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható!

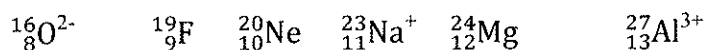
### Megoldókulcs és pontozási útmutató

#### E1. Általános kémia

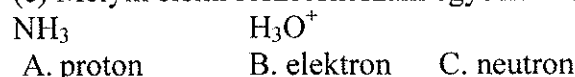
(1) (a) Add meg növekvő érték szerint a  $^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$ -ionban található elemi részecskék számát!

	$<$		$=$	
--	-----	--	-----	--

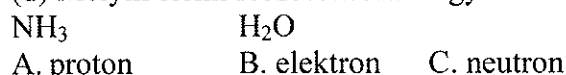
(b) Válaszd ki a következő atomok, ionok közül azo(ka)t, amely(ek) két elemi részecske esetében is egyezést mutat(nak) a magnéziumionnál felírtakkal. A választott vegyjelek mellett tüntesd fel azt is, hogy mely részecskék esetében találtál egyezést, és írd le a részecskék számát is.



(c) Melyik elemi részecskeszám egyezik meg biztosan a következő esetben?



(d) Melyik elemi részecskeszám egyezése nem biztos a következő esetben?



Összesen: 7 pont

#### Megoldás

(a)

10 elektron	$<$	12 proton	$=$	12 neutron
----------------	-----	--------------	-----	---------------

1 pont

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

A program részben az Emberi Erőforrások Minisztériuma megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TV-15-0116 kódszámú pályázati támogatásból valósul meg.

(b)

Vegyjel(1):  ${}^{23}_{11}\text{Na}^+$  Egyező számú részecskék megnevezése: 10 elektron, 12 neutron

Vegyjel(2):  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$  Egyező számú részecskék megnevezése: 12 proton, 12 neutron

Minden sor 2-2 pont (1 pont a vegyjel, 1 pont a részecskék), összesen 4 pont

(c) B 1 pont

(d) C 1 pont

Összesen: 7 pont

(2) A feltett kérdésekre a megfelelő számjegy beírásával válaszolj!

Sorszám	Kérdés	Válasz
1.	A prócium rendszáma: 1. Mennyi a deutériumé?	
2.	Hányas rendszámú a $4s^1 3d^{10}$ vegyértékhéj szerkezetű atom?	
3.	Melyik az a legkisebb rendszámú atom, mely elektronszerkezetének értelmezéséhez „már” ismerni kell a Hund-szabályt?	
4.	Mennyi a tömegszáma annak az atomnak, mely alapján definiálták az atomi tömegegységet?	
5.	Legkevesebb hány db nukleon alkotja az ózon 1 molekuláját?	
6.	Hány darab nemkötő elektronpár található 1 mól ammónium-ionban?	
7.	Mennyi a rendszáma annak az elemnek, melynek allotróp módosulatai fehér, fekete, vörös színűek lehetnek?	
8.	Hány °C-on legnagyobb a víz sűrűsége?	
9.	Hányszorosára nő az ammónia keletkezési sebessége szintézise során, ha a $\text{H}_2$ -gáz koncentrációját megduplázzuk?	
10.	Mennyi a $[\text{H}_3\text{O}^+]/[\text{OH}^-]$ értéke desztillált vízben 25°C-on?	

Összesen: 10 pont

Megoldás

Sorszám	Kérdés	Válasz
1.	A prócium rendszáma: 1. Mennyi a deutériumé?	1
2.	Hányas rendszámú a $4s^1 3d^{10}$ vegyértékhéj szerkezetű atom?	29
3.	Melyik az a legkisebb rendszámú atom, mely elektronszerkezetének értelmezéséhez „már” ismerni kell a Hund-szabályt?	6
4.	Mennyi a tömegszáma annak az atomnak, mely alapján definiálták az atomi tömegegységet?	12
5.	Legkevesebb hány db nukleon alkotja az ózon 1 molekuláját?	48
6.	Hány darab nemkötő elektronpár található 1 mól ammónium-ionban?	0
7.	Mennyi a rendszáma annak az elemnek, melynek allotróp módosulatai fehér, fekete, vörös színűek lehetnek?	15
8.	Hány °C-on legnagyobb a víz sűrűsége?	4
9.	Hányszorosára nő az ammónia keletkezési sebessége szintézise során, ha a $\text{H}_2$ -gáz koncentrációját megduplázzuk?	8
10.	Mennyi a $[\text{H}_3\text{O}^+]/[\text{OH}^-]$ értéke desztillált vízben 25°C-on?	1

Összesen: 10 pont

(3)

Állítsd növekvő sorrendbe

(a) a kötésszög alapján,

$\text{SO}_2$ ,  $\text{S}_8$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{BeH}_2$ ,  $\text{SO}_3$

(b) a kötésrend alapján,

$\text{CO}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$

(c) a központi atom kovalens vegyértéke alapján,

$\text{PH}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{HF}$

(d) a részecskében levő  $\pi$ -kötések száma szerint,

$\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{XeO}_4$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{SO}_3$

(e) a molekulában levő nemkötő elektronpárok száma alapján,

$\text{SF}_6$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$

(f) a központi atom oxidációs száma szerint!

$\text{S}_8$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$

*Összesen: 12 pont*

*Megoldások*

(a) Állítsd növekvő sorrendbe a kötésszög alapján!

$\text{SO}_2$ ,  $\text{S}_8$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{BeH}_2$ ,  $\text{SO}_3$        **$\text{S}_8$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{BeH}_2$**

(b) Állítsd növekvő sorrendbe kötésrend (kötésrend: hányszoros kötés, nem feltétlenül egész szám) alapján!

$\text{CO}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$        **$\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$**

(c) Állítsd növekvő sorrendbe a központi atom kovalens vegyértéke alapján!

$\text{PH}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{HF}$ ,       **$\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{SO}_3$**

(d) Állítsd növekvő sorrendbe a részecskében levő  $\pi$ -kötések száma szerint!

$\text{NH}_4^+$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{XeO}_4$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{SO}_3$        **$\text{NH}_4^+$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{XeO}_4$**

(e) Állítsd növekvő sorrendbe a molekulában levő nemkötő elektronpárok száma alapján!

$\text{SF}_6$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$        **$\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{SF}_6$**

(f) Állítsd növekvő sorrendbe a központi atom oxidációs száma szerint!

$\text{S}_8$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$        **$\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{S}_8$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$**

Ha egy sor teljesen hibátlan, akkor 2 pont, ha egy hiba van benne, akkor 1 pont, ha egynél több, akkor 0 pont.

*Összesen: 12 pont*

## E2. Szervetlen kémia

(1) Az alábbi táblázatba írd be annak a fogalomnak, szakkifejezésnek a nevét, amelyre a meghatározás vonatkozik.

	Szakkifejezés	Meghatározás
1.		Az elemek és sok vegyület azon sajátossága, hogy különböző kristályszerkezetben fordulnak elő
2.		A disszociált molekulák-, és az összes kiindulási molekulák számának hányadosa
3.		Olyan anyag, mely alkalmas körülmények között, másodfajú vezetőként vezeti az áramot
4.		A reakciósebességet megnövelő anyag, amely a reakció végén változatlanul marad vissza, hatására a reakció aktiválási energiája csökken, de az egyensúly helyzete nem változik.
5.		Az az ipari tevékenység, melynek során az ércből tiszta fémot állítanak elő.

6.		A fémeknek környezeti hatásra bekövetkező kémiai reakciója, mely a fém minőségi és mennyiségi romlásához vezet.
7.		Az a hőmennyiség, amely 1 mól anyag nagymennyiségű oldószerben való oldását kíséri (elnyelődik vagy felszabadul).
8.		Fémeknek fémekkel, vagy nemfémes elemekkel alkotott megszilárdult olvadéka.
9.		Olyan ionvegyület, amely fémionból (esetleg $\text{NH}_4^+$ -ionból) és savmaradék-ionból áll.
10.		A természetes vizekben lévő $\text{Ca}^{2+}$ és $\text{Mg}^{2+}$ -ion mennyiségére utaló kifejezés, amely számszerűen is megadható egy adott vízmintára.

Összesen: 10 pont

### Megoldás

Az alábbi táblázatba írd be annak a fogalomnak, szakkifejezésnek a nevét, amelyre a meghatározás vonatkozik.

	Szakkifejezés	Meghatározás
1.	<b>allotrópia/polimorfia</b>	Az elemek és sok vegyület azon sajátossága, hogy különböző kristályszerkezetben fordulnak elő
2.	<b>Disszociációfok</b>	A disszociált molekulák-, és az összes kiindulási molekulák számának hányadosa
3.	<b>Elektrolit</b>	Olyan anyag, mely alkalmas körülmények között, másodfajú vezetőként vezeti az áramot
4.	<b>Katalizátor</b>	A reakciósebességet megnövelő anyag, amely a reakció végén változatlanul marad vissza, hatására a reakció aktiválási energiája csökken, de az egyensúly helyzete nem változik.
5.	<b>Kohászat</b>	Az az ipari tevékenység, melynek során az ércből tiszta fémot állítanak elő.
6.	<b>Korrózió</b>	A fémeknek környezeti hatásra bekövetkező kémiai reakciója, mely a fém minőségi és mennyiségi romlásához vezet.
7.	<b>Oldáshő</b>	Az a hőmennyiség, amely 1 mól anyag nagymennyiségű oldószerben való oldását kíséri (elnyelődik vagy felszabadul).
8.	<b>Ötvözet</b>	Fémeknek fémekkel, vagy nemfémes elemekkel alkotott megszilárdult olvadéka.
9.	<b>Só</b>	Olyan ionvegyület, amely fémionból (esetleg $\text{NH}_4^+$ -ionból) és savmaradék-ionból áll.
10.	<b>Vízkeménység</b>	A természetes vizekben lévő $\text{Ca}^{2+}$ és $\text{Mg}^{2+}$ -ion mennyiségére utaló kifejezés, amely számszerűen is megadható egy adott vízmintára.

Összesen: 10 pont

(2) Barangolás a hidrogén-halogenidek körében.

(a) Vizes oldatában melyik a legerősebb sav?

- A. HF                      B. HCl                      C. HBr                      D. HI

(b) Melyik anyagi halmazában alakulhat ki a legerősebb másodrendű kölcsönhatás?

- A. HF                      B. HCl                      C. HBr                      D. HI

(c) Melyik forráspontja a legmagasabb?

- A. HF                      B. HCl                      C. HBr                      D. HI

(d) Ezüst-nitrát-oldatba vezetjük az alábbi gázokat. Melyik esetben nem képződik csapadék?

A. HF                      B. HCl                      C. HBr                      D. HI

(e) Hidrogén-halogenidek vizes oldatába brómot öntünk. Melyik esetben történik reakció a nevezett két anyag között?

A. HF                      B. HCl                      C. HBr                      D. HI

Összesen: 5 pont

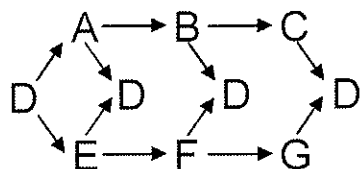
*Megoldás*

(a) D, (b) A, (c) A, (d) A, (e) D

Összesen: 5 pont

(3) Az alábbi séma egy reakciósort ábrázol. Írj egy példát szervesetlen vegyületekre, amelyekre igaz, hogy D vegyületből keletkezik A és E anyag. Ugyanakkor A-ból B, B-ből C, E-ből F és F-ből G vegyület keletkezik. A és E-, B és F-, C és G anyagok reakciója során D vegyület állítható elő. (A reakcióban másik vegyület is keletkezhet!)

Írd le a folyamatok egyenletét is!



Összesen: 15 pont

*Megoldás*

Pl. D lehet  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ , stb.

Ha  $\text{D} = \text{CaCO}_3$ , akkor  $\text{A} = \text{CaO}$ ,  $\text{B} = \text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{C} = \text{CaCl}_2$ ,  $\text{E} = \text{CO}_2$ ,

$\text{F} = \text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{G} = \text{Na}_2\text{CO}_3$ .

7 pont

A reakcióegyenletek:  $\text{CaCO}_3$  (hevítés) =  $\text{CaO} + \text{CO}_2$ ,  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ ,

$\text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$ ,

$\text{H}_2\text{CO}_3 + 2 \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$ .

$\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$ ,

$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2 \text{NaCl}$ .

8 pont

Ha  $\text{D} = \text{NaCl}$ , akkor  $\text{A} = \text{Na}$ ,  $\text{B} = \text{NaOH}$ ,  $\text{C} = \text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{E} = \text{Cl}_2$ ,  $\text{F} = \text{HCl}$ ,

$\text{G} = \text{CaCl}_2$ .

Ha  $\text{BaSO}_4$  a D vegyület, akkor  $\text{A} = \text{BaO}$ ,  $\text{B} = \text{Ba(OH)}_2$ ,  $\text{C} = \text{BaCl}_2$ ,

$\text{E} = \text{SO}_3$ ,  $\text{F} = \text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{G} = \text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Minden más jó megoldás is elfogadandó!

Összesen: 15 pont

(4) Egy kristályvizes só ( $\text{AB} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) melegítésekor  $48,5^\circ\text{C}$ -on megolvad, a keletkezett oldat 63,7 tömeg%-os.  $215^\circ\text{C}$ -on vízmentes sóvá alakul.

Mekkora a moláris tömege a sónak (AB)?

(a) A só híg vizes oldatához sósavat adva, lassan kékes opalizálást tapasztalunk, majd az oldat egyre átlátszatlanabb, sárga lesz, s fojtó szagú gázt érzékelhetünk.

(b) Fotokémiai alkalmazásának alapja: az ezüstionokkal 2 ligandumos komplexiont képezve oldja a megmaradt ezüst-bromidot.

(c) Analitikában a jodometria mérőoldata.

(d) Klórral fehérített szövetekből, papírmasszából a felesleges klórt savvá redukálja („antiklór”), miközben a reagens maximális oxidációs állapotba kerül, savanyú só formában.

Írd fel és rendezd a reakciók egyenletét, és jelöld az oxidációs számok változását (ha van) az egyenletekben! [(a)-(d)]

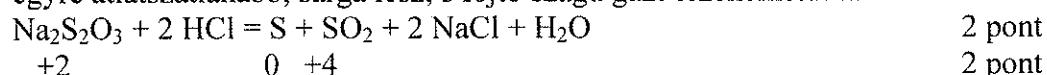
Összesen: 18 pont

### Megoldás

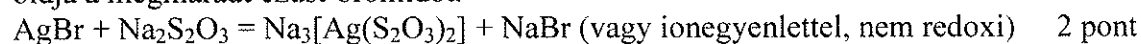
Egy kristályvizes só ( $AB \cdot 5H_2O$ ) melegítésekor  $48,5^\circ C$ -on megolvad, a keletkezett oldat 63,7 tömeg%-os.  $215^\circ C$ -on vízmentes sóvá alakul. Mekkora a moláris tömege a sónak (AB)?

$$m(AB):m(H_2O) = 63,7:36,3 = M_r(AB):(5 \cdot 18) \rightarrow M(AB) = 158 \text{ g/mol} \quad 4 \text{ pont}$$

(a) A só híg vizes oldatához sósavat adva, lassan kékes opalizálást tapasztalunk, majd az oldat egyre átlátszatlanabb, sárga lesz, s fojtó szagú gázt érzékelhetünk.



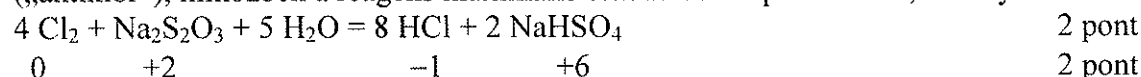
(b) Fotokémiai alkalmazásának alapja: az ezüstionokkal 2 ligandumos komplexiont képezve oldja a megmaradt ezüst-bromidot.



(c) Analitikában a jodometria mérőoldata.



(d) Klórral fehérített szövetekből, papírmasszából a felesleges klórt savvá redukálja („antiklór”), miközben a reagens maximális oxidációs állapotba kerül, savanyú só formában.



Összesen: 18 pont

## Számítási feladatok

**Sz1.** A CsOH nagyon jól oldódik vízben, a szobahőmérsékleten telített CsOH-oldat koncentrációja  $14,84 \text{ mol/dm}^3$ , sűrűsége  $2,8014 \text{ g/cm}^3$ . A szilárd állapotú cézium-hidroxid egy kristályvízzel,  $\text{CsOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$  formában kristályosodik.  $100 \text{ g}$  szilárd  $\text{CsOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ -hoz legalább hány g vizet kell adnunk, hogy a szilárd anyag biztosan teljesen feloldódjék?

*Összesen: 8 pont*

### Megoldás

A telített CsOH-oldat  $1 \text{ dm}^3$ -e  $2801,4 \text{ g}$ , 1 pont

ebből  $14,84 \cdot 149,9 \text{ g} = 2224,52 \text{ g}$  CsOH és  $576,88 \text{ g}$   $\text{H}_2\text{O}$ . 2 pont

A molekulatömeg alapján  $100 \text{ g}$  szilárd  $\text{CsOH}\cdot\text{H}_2\text{O}$   $89,28 \text{ g}$  CsOH-ból és  $10,72 \text{ g}$   $\text{H}_2\text{O}$ -ból áll. 1 pont

A telített oldatban a CsOH: $\text{H}_2\text{O}$  arány alapján  $89,28/x = 2224,52/576,88$ , ahol  $x$  a  $89,28 \text{ g}$  CsOH mellett lévő víz tömege.  $x = 23,15 \text{ g}$ . 2 pont

Ebből  $10,72 \text{ g}$  már kristályvíz formájában jelen van, tehát az ezen túl szükséges  $23,15 \text{ g} - 10,72 \text{ g} = 12,43 \text{ g}$  vizet kell hozzáadni. 1 pont

Ekkor éppen telített oldatot kapunk, tehát  $m \geq 12,43 \text{ g}$ , vagyis ha ennyi vagy ennél több vizet adunk a  $100 \text{ g}$  szilárd anyaghoz, az biztosan feloldódik. 1 pont

*Összesen: 8 pont*

**Sz2.** Egy U alakban meghajlított cinklemez két végét külön-külön két oldatba merítettük. Az egyik oldat  $75,00 \text{ cm}^3$  térfogatú  $1,000 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{CuSO}_4$ -oldat, a másik  $20,00 \text{ cm}^3$  térfogatú ismeretlen koncentrációjú  $\text{AgNO}_3$ -oldat volt. A kísérlet befejezésekor a cinklemez mindkét végén elszíneződést tapasztaltunk, az oldatokban a  $\text{Cu}^{2+}$ -ion és  $\text{Ag}^+$ -ionok koncentrációja gyakorlatilag nullára csökkent. A kapott fémlemez tömege (szárítás után) megegyezett az eredeti cinklemez tömegével. A két oldatot összeöntöttük, amelynek sűrűsége  $1,040 \text{ g/cm}^3$ -nek adódott.

(a) Határozd meg az  $\text{AgNO}_3$ -oldat koncentrációját!

(b) Milyen a levált fémek anyagmennyiség aránya?

(c) Hány mólos az összeöntött oldat fémionra nézve?

(d) Hány tömegszázalékos az összeöntött oldat fémionra nézve?

Adatok:  $\varepsilon_{\text{Zn/Zn}^{2+}}^\circ = -0,76 \text{ V}$ ;  $\varepsilon_{\text{Cu/Cu}^{2+}}^\circ = 0,34 \text{ V}$ ;  $\varepsilon_{\text{Ag/Ag}^+}^\circ = 0,8 \text{ V}$

*Összesen: 12 pont*

### Megoldás

Reakcióegyenletek felírása 2 · 1 pont

Tömegcsökkenés megállapítása  $1 \text{ mol}$   $\text{Cu}^{2+}$  esetén ( $-1,91 \text{ g}$ ) 1 pont

Tömegcsökkenés megállapítása  $0,075 \text{ mol}$   $\text{Cu}^{2+}$ -esetén ( $-0,1432 \text{ g}$ ) 1 pont

A tömegcsökkenés abszolút értéke megegyezik az ezüst-kiválás „oldalán” a tömeg-növekedéssel. 1 pont

Annak felismerése, hogy  $n(\text{Ag}^+) = 2 \text{ mol}$  esetén a tömegnövekedés  $150,39 \text{ g}$  1 pont

Az  $n(\text{Ag}^+)$  kiszámítása,  $n(\text{Ag}^+) = 1,905 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  1 pont

(a) Az  $[\text{Ag}^+]$  kiszámítása:  $c = n/V = 0,0952 \text{ mol/dm}^3$  1 pont

(b)  $n(\text{Cu}):n(\text{Ag}) = n(\text{Cu}^{2+}):n(\text{Ag}^+)$   $n(\text{Cu}):n(\text{Ag}) = 39,37:1$  1 pont

(c) A  $\text{Zn}^{2+}$  anyagmennyiségének megállapítása:  $n(\text{Zn}^{2+}) = n(\text{Cu}^{2+}) + 0,5 \cdot n(\text{Ag}^+) = 0,076 \text{ mol}$  1 pont

A  $[\text{Zn}^{2+}]$  kiszámítása:  $c = n/V = 0,076 \text{ mol}/0,095 \text{ dm}^3 = 0,8 \text{ mol/dm}^3$  1 pont

$$(d) w = [(0,076 \cdot 65,4)/98,8g] \cdot 100 \% = 5,03 \%$$

1 pont

Összesen: 12 pont

**Sz3.** Egy gázalmazállapotú, szénből, hidrogénből és oxigénből álló vegyületet 1:6 molarányban összekeverünk oxigénnel 298 K hőmérsékleten egy olyan tartályban, amelynek a fala könnyen mozog, így benne a nyomás mindig a külső légnyomással egyenlő. Egy szikrával begyűjtjük az elegyet, ennek hatására a hőmérséklet 600 K, a térfogat pedig az eredeti 2,301-szerese lesz, miközben az oxigén feleslegben marad. A tartályt 298 K-re visszahűtve a kapott gázelegy relatív sűrűsége a reakció előtti gázelegyre vonatkoztatva 1,08235. Mi a vegyület összegképlete?

Összesen: 28 pont

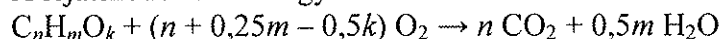
*Megoldás*

Mivel nincs megadva a teljes térfogat, így vegyünk 1 mol  $C_nH_mO_k$  vegyületet és 6 mol oxigént. Ha a külső légnyomást 100000 Pa-nak vesszük (bármilyen másnak lehetne egyébként venni), akkor a gáztörvényből kiszámolhatjuk a kiindulási térfogatot:

$$V_{kiindulási} = \frac{n_{gáz}RT}{p} = \frac{7 \text{ mol} \times 8,314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}}{100000 \text{ Pa}} = 0,17343 \text{ m}^3$$

4 pont

A lejátszódó reakció egyenlete:



2 pont

Azaz ha 1 mol szénhidrogén és 6 mol oxigén reagált, akkor a reakció után lesz:

$6 - (n + 0,25m - 0,5k)$  mol oxigén,

$n$  mol  $CO_2$ ,

$0,5m$  mol  $H_2O$ . A visszahűtés után ez folyadék, előtte viszont gáz.

2 pont

Ezek összege 600 K-en az összes gázmennyiség  $= 6 - (n + 0,25m - 0,5k) + n + 0,5m =$

$$= 6 + 0,25m + 0,5k$$

2 pont

Ekkor a térfogat az eredeti 2,301-szerese, azaz  $0,399063 \text{ m}^3$ .

A gáztörvényből is kiszámolható 600 K-en a gáz anyagmennyisége:

$$n_{gáz,600K} = \frac{pV}{RT} = \frac{100000 \text{ Pa} \times 0,399063 \text{ m}^3}{8,314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 600 \text{ K}} = 8,0 \text{ mol}$$

, ami tehát:

$$8 = 6 + 0,25m + 0,5k$$

$$2 = 0,25m + 0,5k$$

4 pont

Mivel  $m$  és  $k$  csak pozitív egész szám lehet, így a megoldások ( $m$  értékét változtatjuk,  $k$ -t számoljuk:  $k = 4 - 0,5m$ ):

$M$	$K$	megjegyzés
1	3,5	nem jó
2	3	lehet jó
3	2,5	nem jó
4	2	lehet jó
5	1,5	nem jó
6	1	lehet jó

2 pont

Visszahűtés után a relatív sűrűség a gázok átlagos moláris tömegeinek az aránya:

$$\overline{M}_{elő} = (M_{C_nH_mO_k} + 6 \times 32) / 7 = (12n + m + 16k + 6 \times 32) / 7 = (12n + m + 16k + 192) / 7$$

$$\overline{M}_{után} = ((6 - n - 0,25m + 0,5k) \times 32 + n \times 44) / (6 - 0,25m + 0,5k) = (192 + 12n - 8m + 16k) / (6 - 0,25m + 0,5k)$$



$$1,08235 = \frac{M_{\text{után}}}{M_{\text{elő}}} = \frac{(192 + 12n - 8m + 16k) \times 7}{(12n + m + 16k + 192) \times (6 - 0,25m + 0,5k)}$$

$$1,08235 \times (12n + m + 16k + 192) \times (6 - 0,25m + 0,5k) = (192 + 12n - 8m + 16k) \times 7$$

$$(12,9882n + 1,08235m + 17,3176k + 207,8112) \times (6 - 0,25m + 0,5k) = 1344 + 84n - 56m + 112k$$

4 pont

Az  $n$  értékét kell ebből kifejezni, így az egyenletet a következőképpen alakítjuk át:

$$12,9882n \times (6 - 0,25m + 0,5k) + (1,08235m + 17,3176k + 207,8112) \times (6 - 0,25m + 0,5k) = 84n + 1344 - 56m + 112k$$

2 pont

Az  $n$ -eket egy oldalra rendezzük:

$$12,9882n \times (6 - 0,25m + 0,5k) - 84n = 1344 - 56m + 112k - (1,08235m + 17,3176k + 207,8112) \times (6 - 0,25m + 0,5k)$$

$$n = \frac{1344 - 56m + 112k - (1,08235m + 17,3176k + 207,8112) \times (6 - 0,25m + 0,5k)}{12,9882 \times (6 - 0,25m + 0,5k) - 84}$$

2 pont

Ez alapján ki lehet számolni, hogy adott  $m$  és  $k$  esetében mennyi az  $n$ . Ezt a számolást arra a három esetre kell elvégezni, ami az előző táblázatban zölddel szerepel, azaz:

$m$	$K$	$N$	megjegyzés
2	3	-38,38	nem jó
4	2	22,51	nem jó
6	1	2,0	jó

2 pont

A vegyület képlete tehát:  $C_2H_6O$ .

2 pont

**Összesen: 28 pont**

**Sz4.** A  $COCl_2$ -nak 101 kPa nyomáson és  $500^\circ C$ -on 67,0 %-a bomlik  $CO$  és  $Cl_2$ -ra.

Ugyanezen a nyomáson és  $600^\circ C$ -on 90 %-a bomlik.

(a) Írd fel a reakcióegyenletet és állapítsd meg, hogy exoterm vagy endoterm ez a bomlás!

(b) Hány százalékos lesz a térfogatváltozás? *(Noha képest? Együtt...)*

(c) Számítsd ki a két keletkező gázelegy átlagos moláris tömegét és a sűrűségét!

(d) Mennyi a két hőmérsékleten az egyensúlyi állandó?

**Összesen: 19 pont**

b) egyben benne  $\frac{V_2}{V_1} = \frac{1,9n \cdot R \cdot 873 \cdot \frac{1}{10^1}}{1,67n \cdot R \cdot 773 \cdot \frac{1}{10^1}} = 1,285 \rightarrow \underline{\underline{28,5\%}}$

**Megoldás**

(a)  $COCl_2 \rightleftharpoons CO + Cl_2$  endoterm 2 pont

(b) 1 mol foszgénből kiindulva keletkezik 1,67 mol, ill. 1,90 mol gázelegy 2 pont

$$v_1 = 1,67 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ (J/molK)} \cdot 773 \text{ K} / 101 \text{ kPa} = 106 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ pont}$$

$$v_2 = 1,9 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/molK} \cdot 873 \text{ K} / 101 \text{ kPa} = 137 \text{ dm}^3 \quad 1 \text{ pont}$$

A térfogatváltozás:  $31 \cdot 100 / 106 = 29,2\%$  1 pont

$$(c) M_1 = 99 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J/molK} \cdot 773 \text{ K} / 101 \text{ kPa} \cdot 106 \text{ dm}^3 = 59,4 \text{ g/mol} \quad 2 \text{ pont}$$

$$M_2 = 99 \text{ g} \cdot 8,314 \text{ J/molK} \cdot 873 \text{ K} / 101 \text{ kPa} \cdot 137 \text{ dm}^3 = 51,9 \text{ g/mol} \quad 2 \text{ pont}$$

$$\rho_1 = 99 \text{ g} / 106 \text{ dm}^3 = 0,934 \text{ g/dm}^3 \quad 1 \text{ pont}$$

$$\rho_2 = 99 \text{ g} / 137 \text{ dm}^3 = 0,723 \text{ g/dm}^3 \quad 1 \text{ pont}$$

$$(d) c_1 = 1,67 \text{ mol} / 106 \text{ dm}^3 = 1,575 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \rightarrow c_{COCl_2} = \frac{1}{1,67} c_1 = 0,0094 \text{ mol/dm}^3 \quad 1 \text{ pont}$$

$$c_2 = 1,9 \text{ mol} / 137 \text{ mol/dm}^3 = 1,387 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \rightarrow c_{CO_2} = \frac{1}{1,9} c_2 = 0,00732 \text{ mol/dm}^3 \quad 1 \text{ pont}$$

$$K_1 = c_1 \alpha_1^2 / (1 - \alpha_1) = 1,575 \cdot 10^{-2} \cdot 0,67^2 / (1 - 0,67) = 2,14 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \quad 2 \text{ pont}$$

$$K_2 = c_2 \alpha_2^2 / (1 - \alpha_2) = 1,387 \cdot 10^{-2} \cdot 0,9^2 / (1 - 0,9) = 1,12 \cdot 10^{-1} \text{ mol/dm}^3 \quad 2 \text{ pont}$$

**Összesen: 19 pont**

$$K_1 = 0,0094 \cdot \frac{0,67^2}{0,33} = 0,0128 \quad \left( = \frac{0,00630^2}{0,00310} \right)$$

$$K_2 = 0,00732 \cdot \frac{0,9^2}{0,1} = 0,0593 \quad \left( = \frac{0,00658^2}{0,000732} \right)$$

**Sz5.** 24,00 g fém oldásához  $476,2 \text{ cm}^3$ , 14,70 tömeg%-os,  $1,080 \text{ g/cm}^3$  sűrűségű savoldat szükséges. A kapott sóoldat tömege 537,1 g.

- (a) Melyik savban oldották a fémet?
- (b) Melyik fémet oldották fel?
- (c) Írd fel a reakcióegyenletet!
- (d) Hány tömeg%-os a kapott sóoldat?

*Összesen: 13 pont*

*Megoldás*

- (a) Az oldáshoz alkalmazott savoldat tömege:  $476,2 \text{ cm}^3 \cdot 1,08 \text{ g/cm}^3 = 514,3 \text{ g}$  1 pont
- A keletkezett oldat tömege elméletileg: 538,3 g 1 pont
- Az oldatból eltávozott:  $(538,3 - 537,1) = 1,2 \text{ g}$  gáz, amely csak  $\text{H}_2$  lehet 2 pont
- A sav tömege:  $514,3 \cdot 0,147 = 75,60 \text{ g}$  1 pont
- Ha a sav egyértékű, akkor moláris tömege:  $75,60/1,2 = 63,0 \text{ g/mol}$  1 pont
- A sav a salétromsav 1 pont
- (b) 1 mol hidrogén keletkezéséhez kell:  $24 \text{ g}/1,2 = 20 \text{ g}$  fém
- A fémnek a moláris tömege: 40 g/mol, ez a Ca 2 pont
- (c)  $\text{Ca} + 2 \text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2$  1 pont
- (d) Az oldat tömege: 537,1 g
- A  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  anyagmennyisége 0,6 mol, tömege  $0,6 \text{ mol} \cdot 164 \text{ g/mol} = 98,4 \text{ g}$  2 pont
- Az oldat tömeg%-a:  $98,4 \cdot 100/537,1 = 18,32 \%$  1 pont

*Összesen: 13 pont*

**Sz6.** Egy háromértékű fém-klorid  $20^\circ\text{C}$  hőmérsékleten telített vizes oldata 31,5 tömeg%-os. 40,0 g telített oldatból, állandó hőmérsékleten elpárolgott 4,00 g víz, és kivált 5,30 g kristályvíz-tartalmú só, amely 14,3 mol%-os a fém-kloridra nézve.

Számítsd ki a kristályvíz-tartalmú vegyület képletét!

*Összesen: 13 pont*

*Megoldás*

- A képlet  $\text{MeCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . 1 pont
- A  $\text{MeCl}_3$  és a víz anyagmennyiség-aránya:  $1/n = 14,3/85,7$ , ebből  $n = 6$  2 pont
- A keletkezett oldat tömege: 30,7 g, ebben van:  $30,7 \cdot 0,315 = 9,67 \text{ g}$  fém-klorid 2 pont
- Az eredeti oldatban volt:  $40 \cdot 0,315 = 12,6 \text{ g}$   $\text{MeCl}_3$  2 pont
- 5,3 g  $\text{MeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -ban van  $(12,6 - 9,67) = 2,93 \text{ g}$   $\text{MeCl}_3$  és 2,37 g víz 2 pont
- Az  $\text{MeCl}_3$  és a víz tömegarányát felírva:  $(\text{Me} + 3 \cdot 35,5)/6 \cdot 18 = 2,93/2,37$  2 pont
- Az egyenletből  $\text{Me} = 27,0 \text{ g/mol}$ , ez az Al. 1 pont
- A vegyület képlete:  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  1 pont

*Összesen: 13 pont*

Természetesen, bármilyen más gondolatmenet is elfogadandó, amely a helyes megoldáshoz vezet.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 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, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

1	H	1,008	hidrogén	1	He	4,0	hélium	2
3	Li	6,94	lítium	3	Be	9,01	berillium	4
11	Na	23,0	nátrium	12	Mg	24,3	magnézium	13
19	K	39,1	kálium	20	Ca	40,0	kalcium	21
37	Rb	85,5	rubídium	38	Sr	87,6	stroncium	39
55	Cs	132,9	cézium	56	Ba	137,3	bárium	57
87	Fr	(223)	Francium	88	Ra	(226)	rádium	89
				90	Th	232,0	tórium	91
				91	Pa	(231,0)	protaktínium	92
				92	U	238,1	urán	93
				93	Np	(237,0)	neptúnium	94
				94	Pu	(242,0)	plútónium	95
				95	Am	(243,0)	amerícium	96
				96	Cm	(247,0)	kürítium	97
				97	Bk	(249,0)	berkélium	98
				98	Cf	(251,0)	kalifornium	99
				99	Es	(254,0)	einsteinium	100
				100	Fm	(253,0)	fermium	101
				101	Md	(256,0)	mendelevium	102
				102	No	(254,0)	nobélium	103
				103	Lr	(257,0)	laurén-cium	104
				104	Lu	175,0	lutécium	105
				105	Yb	173,0	iterbium	106
				106	Tm	168,9	terbium	107
				107	Er	167,3	erbium	108
				108	Ho	164,9	holmium	109
				109	Tb	158,9	terbium	110
				110	Dy	162,5	dizprózium	111
				111	Ho	164,9	holmium	112
				112	Er	167,3	erbium	113
				113	Tm	168,9	terbium	114
				114	Yb	173,0	iterbium	115
				115	Lu	175,0	lutécium	116
				116	Hf	178,5	hafnium	117
				117	Ta	181,0	tantalum	118
				118	W	183,9	wolfrám	119
				119	Re	186,2	rénium	120
				120	Os	190,2	ozmium	121
				121	Ir	192,2	íridium	122
				122	Pt	195,1	platina	123
				123	Au	197,0	arany	124
				124	Hg	200,6	higany	125
				125	Tl	204,4	tallium	126
				126	Pb	207,2	ólom	127
				127	Bi	209,0	bizmut	128
				128	Po	(210)	polonium	129
				129	At	(210)	asztácium	130
				130	Rn	(222)	radon	131
				131	Ac	(227)	aktínium	132
				132	Th	232,0	tórium	133
				133	Pa	(231,0)	protaktínium	134
				134	U	238,1	urán	135
				135	Np	(237,0)	neptúnium	136
				136	Pu	(242,0)	plútónium	137
				137	Am	(243,0)	amerícium	138
				138	Cm	(247,0)	kürítium	139
				139	Bk	(249,0)	berkélium	140
				140	Cf	(251,0)	kalifornium	141
				141	Es	(254,0)	einsteinium	142
				142	Fm	(253,0)	fermium	143
				143	Md	(256,0)	mendelevium	144
				144	No	(254,0)	nobélium	145
				145	Lr	(257,0)	laurén-cium	146
				146	Lu	175,0	lutécium	147
				147	Yb	173,0	iterbium	148
				148	Tm	168,9	terbium	149
				149	Er	167,3	erbium	150
				150	Ho	164,9	holmium	151
				151	Tb	158,9	terbium	152
				152	Dy	162,5	dizprózium	153
				153	Ho	164,9	holmium	154
				154	Er	167,3	erbium	155
				155	Tm	168,9	terbium	156
				156	Yb	173,0	iterbium	157
				157	Lu	175,0	lutécium	158

58	Ce	140,1	cérium	59	Pr	140,9	prazecódnium	60	Nd	144,2	neodómnium	61	Pm	(147)	prométnium	62	Sm	150,4	szamárnium	63	Eu	152,0	europium	64	Gd	157,3	gadólínium	65	Tb	158,9	terbium	66	Dy	162,5	dizprózium	67	Ho	164,9	holmium	68	Er	167,3	erbium	69	Tm	168,9	terbium	70	Yb	173,0	iterbium	71	Lu	175,0	lutécium				
				90	Th	232,0	tórium	91	Pa	(231,0)	protaktínium	92	U	238,1	urán	93	Np	(237,0)	neptúnium	94	Pu	(242,0)	plútónium	95	Am	(243,0)	amerícium	96	Cm	(247,0)	kürítium	97	Bk	(249,0)	berkélium	98	Cf	(251,0)	kalifornium	99	Es	(254,0)	einsteinium	100	Fm	(253,0)	fermium	101	Md	(256,0)	mendelevium	102	No	(254,0)	nobélium	103	Lr	(257,0)	laurén-cium