

XLVI. Irinyi János
Középiskolai Kémiaverseny
2014. február 6^{*}.
Iskolai forduló – I.a, I.b és III. kategória

Munkaidő: 120 perc
Összesen 100 pont

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

Megoldókulcs és pontozási útmutató

E1. Általános és szerkezeti kémia (14 pont)

(1) Az alább megadott tulajdonságok szerint állítsd sorba növekvő értékek alapján az alábbi molekulákat/ionokat! A kettőspontok után írd le a képleteiket, és tegyél közéjük < vagy = jelet!

CO, CO₂

C–O kötési energia/kötésfeszítési energia szerint:

C–O kötéshossz szerint:

CCl₄, H₂O

Polaritás szerint:

Hidrogénkötés-képzési hajlam szerint:

NH₃, SO₂

Vizes oldatok savassága szerint:

Kötésszög szerint:

Polaritás szerint:

NH₄Cl, NaCl

Vizes oldatok savassága szerint:

NH₄⁺, CO₃²⁻, H₂S

Kötésszög szerint:

Benne lévő kovalens kötések száma szerint:

Benne lévő σ -kötések száma szerint:

Megoldás:

C–O kötési energia/kötésfeszítési energia szerint: **CO₂ < CO** 1 pont

C–O kötéshossz szerint: **CO < CO₂** 1 pont

Polaritás szerint: **CCl₄ < H₂O** 1 pont

Hidrogénkötés-képzési hajlam szerint: **CCl₄ < H₂O** 1 pont

Vizes oldatok savassága szerint: **NH₃ < SO₂** 1 pont

Kötésszög szerint: **NH₃ < SO₂** 1 pont

Polaritás szerint: **SO₂ < NH₃** 1 pont

Vizes oldatok savassága szerint: **NaCl < NH₄Cl** 1 pont

Kötésszög szerint: **H₂S < NH₄⁺ < CO₃²⁻** 2 pont

(részben jó: 1 pont)

**Feladatkészítők:* Forgács József, Nagy Mária, Pálinkó István, Sipos Pál, Tóth Albertné

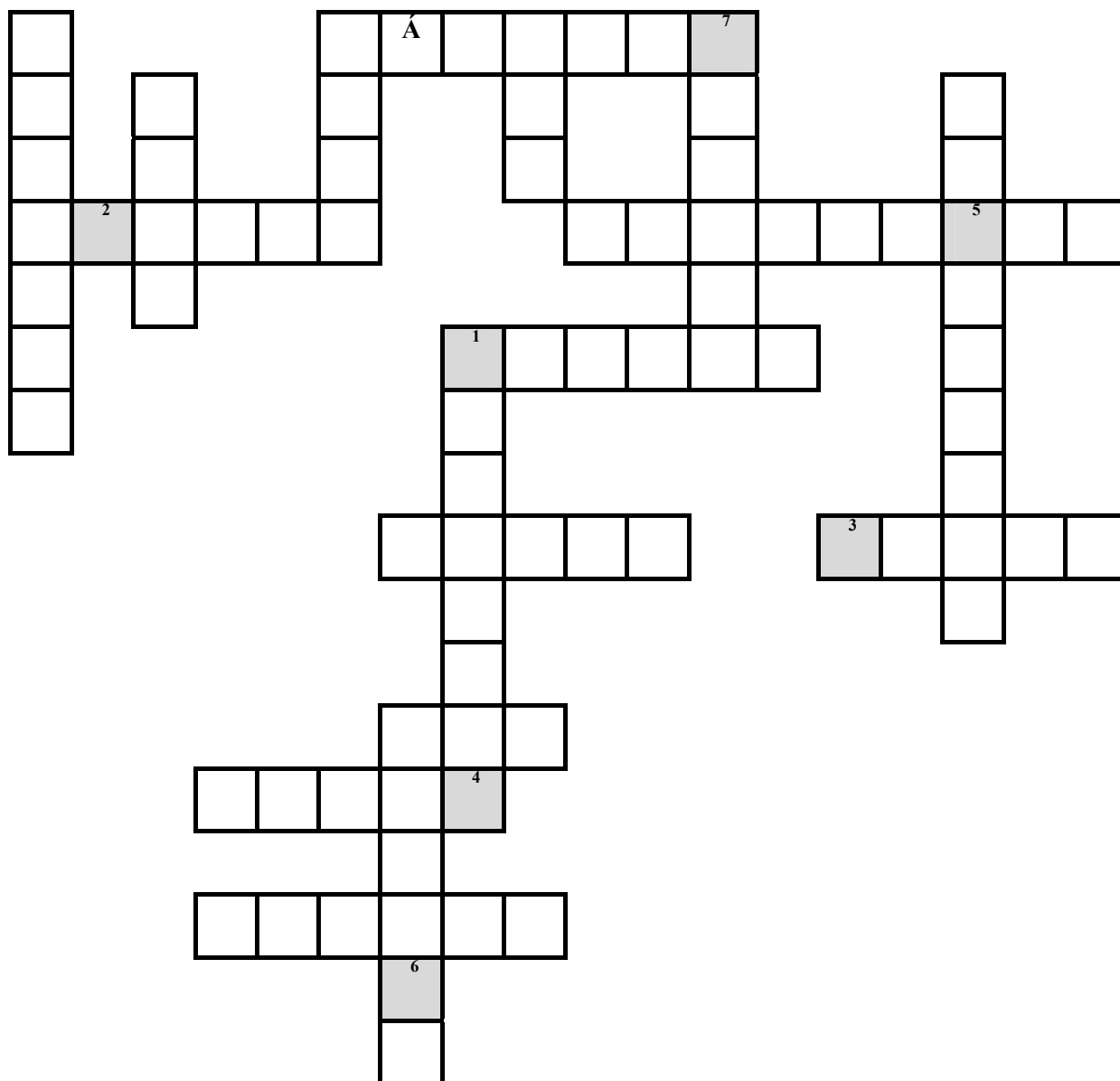
Szerkesztő: Pálinkó István

Benne lévő kovalens kötések száma szerint: $\text{H}_2\text{S} < \text{NH}_4^+ = \text{CO}_3^{2-}$ 2 pont
(részben jó: 1 pont)

Benne lévő szigma-kötések száma szerint: $\text{H}_2\text{S} < \text{CO}_3^{2-} < \text{NH}_4^+$ 2 pont
részben jó (1 pont)

E2. Szervetlen kémia (30 pont)

(1)



Helyezd el az alábbi vegyjeleknek megfelelő elemek magyar kémiai helyesírás szerinti nevét a négyzetekben! Mindegyik elem csak egyszer szerepel, egy négyzetbe csak egy betű kerüljön!

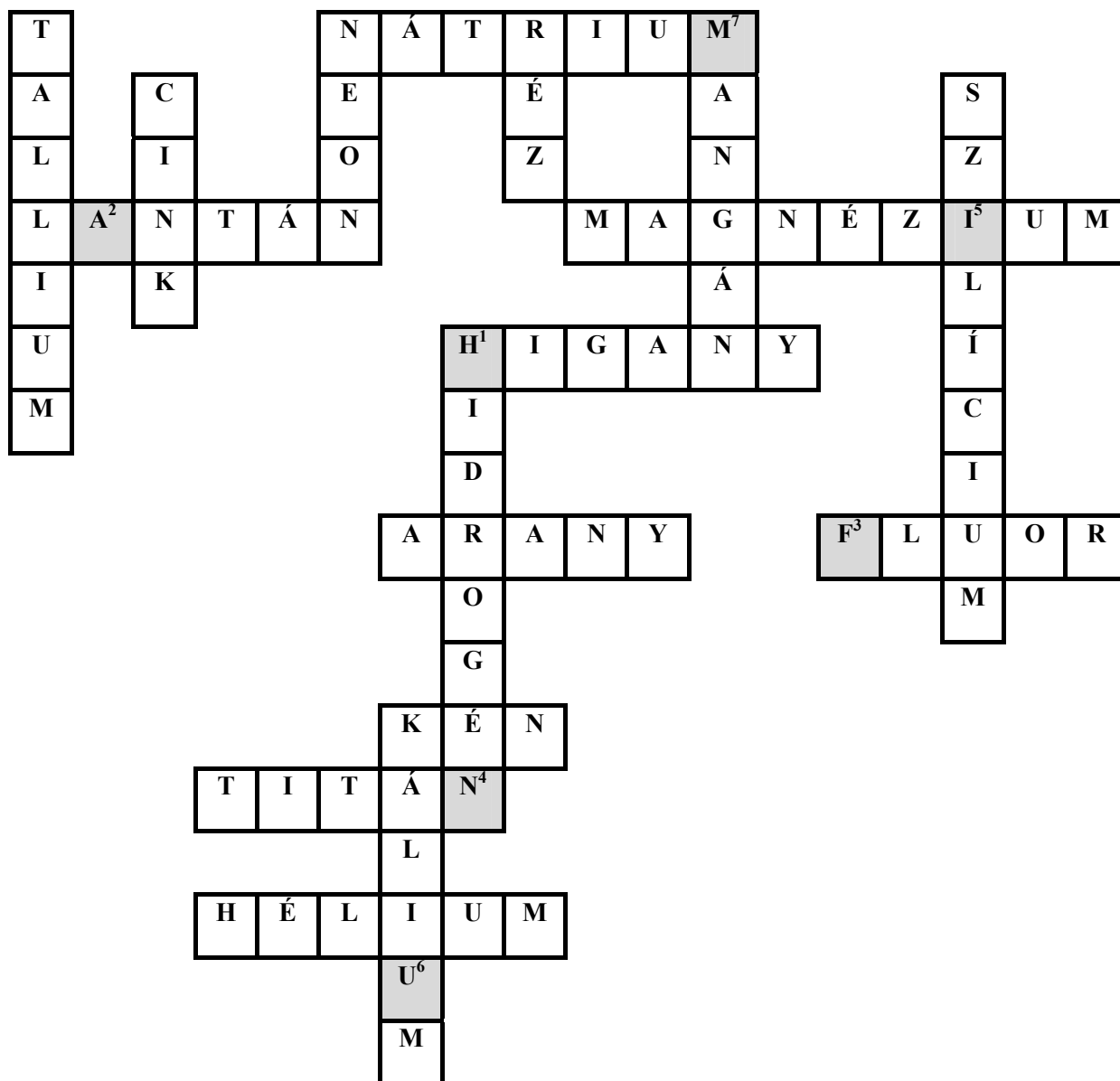
Au, Cu, F, H, He, Hg, K, La, Mg, Mn, Na, Ne, S, Si, Ti, Tl, Zn

A szürkére színezett négyzetekbe kerülő betűket a számozás szerint sorba rakva, egy olyan elem nevét kapjuk meg, amelyet Hevesy György József, későbbi Nobel díjasunk, Dirk Costerrel közösen fedezett fel a cirkónium ásványokban röntgen spektroszkópiával 1923-ban.

Add meg az elem nevét és vegyjelét!

(18 pont)

Megoldás:



Hafnium (Hf) 1 pont, minden elem jó helyen 1-1 pont

(2) Válaszolj igen-nel (i) vagy nem-mel (n)!

Így állíthatunk elő klórgázt:

A hypo és háztartási sósav összeöntésével:

B ezüst sósavban oldásával:

C bróm és konyhasóoldat összeöntésével:

D hipermangán és sósav reakciójával:

(4 pont)

Megoldás:

Válaszolj *igen*-nel (i) vagy *nem*-mel (n)!

Így állíthatunk elő klórgázt:

- A hypo és háztartási sósav összeöntésével: i
- B ezüst sósavban oldásával : n
- C bróm és konyhasóoldat összeöntésével: n
- D hipermangán és sósav reakciójával: i

(4 pont)

(2) Minden anyag esetében bíráld el az alábbi állítások igazságtartalmát és aszerint írd „i”-t (*igen*) vagy „n”-t (*nem*) az anyagok neve mellé!

(a) Felfogható nyílásával lefelé tartott edényben:

- A klór:
- B hidrogén:
- C kénhidrogén:
- D metán:

(b) Víz alatt gyakorlatilag teljes mennyiségben felfogható:

- A klór:
- B hidrogén:
- C kénhidrogén:
- D metán:

(8 pont)

Megoldás:

(a) Felfogható nyílásával lefelé tartott edényben:

- A klór: n
- B hidrogén: i
- C kénhidrogén: n
- D metán: i

(b) Víz alatt gyakorlatilag teljes mennyiségben felfogható:

- A klór: n
- B hidrogén: i
- C kénhidrogén: n
- D metán: i

Összesen: 12 pont

Sz1. feladat (13 pont)

Rendelkezésünkre áll $0,16 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavoldat és $0,05 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldat. Hány dm^3 lúgoldatot kell 1 dm^3 sósavoldathoz adni, hogy a keletkező oldat:

- (a) semleges kémhatású legyen,
- (b) $0,02 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú legyen sósavra nézve,
- (c) $0,01 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú legyen NaOH-ra nézve?

(Az oldatok térfogatai összeadódnak!)

Megoldás:

- NaOH + HCl = NaCl + H₂O 1 pont
- (a) 0,16 mol sósavhoz kell 0,16 mol NaOH, 1 pont
- ez pedig $0,16/0,05 = 3,20 \text{ dm}^3$ lúgoldatban van 1 pont
- (b) $x \text{ dm}^3$ NaOH-oldatot kell hozzáadni, ebben van $0,05x$ mol NaOH, 1 pont
- ez semlegesít $0,05x$ mol sósavat 1 pont
- Felírva a sósav anyagmennyisége és a keletkezett oldat térfogata közötti arányt:
- $(0,16 - 0,05x) \text{ mol}/(1 + x) \text{ dm}^3 = 0,02 \text{ mol}/1 \text{ dm}^3$, 2 pont
- ebből $x = 2,00 \text{ dm}^3$. 1 pont
- (c) $y \text{ dm}^3$ NaOH-oldatot kell hozzáadni, ebben van $0,05y$ mol NaOH, 1 pont
- ebből elfogy $0,16$ mol. 1 pont
- Felírható: $(0,05y - 0,16) \text{ mol}/(1 + y) \text{ dm}^3 = 0,01 \text{ mol}/1 \text{ dm}^3$, 2 pont
- ebből $y = 4,25 \text{ dm}^3$. 1 pont
- Összesen: 13 pont*

Sz2. feladat (11 pont)

Magnézium-karbonát és fémmagnézium keverékét levegőn hevítjük. A keletkezett szilárd termék tömege lehűtés után megegyezik a kiindulás keverék tömegével.

Milyen reakciók játszódtak le?

Számítsd ki a keverék tömeg- és mol%-os összetételét!

Megoldás:

- MgCO_3 (hevítés) = $\text{MgO} + \text{CO}_2$ 1 pont
- $\text{Mg} + 0,5 \text{ O}_2 = \text{MgO}$ 1 pont
- 1 mol MgCO_3 bomlásakor a tömegcsökkenés 44 g 1 pont
- 1 mol Mg tömegnövekedése 16 g 1 pont
- x mol Mg tömegnövekedése 44 g 1 pont
- $x = 44/16 = 2,75$ mol 1 pont
- Az elegy mol%-os összetétele:
- $100/3,75 = 26,67 \text{ mol}\% \text{ MgCO}_3$ és $73,33 \text{ mol}\% \text{ Mg}$. 2 pont
- Az elegy tömege: $1 \times 84,3 \text{ g MgCO}_3$ és $2,75 \times 24,3 = 66,83 \text{ g MgO}$
- Az összes tömeg: 151,13 g 1 pont
- Az elegy tömeg%-os összetétele:
- $100 \times 84,3/151,13 = 55,78 \text{ \% MgCO}_3$, $44,22 \text{ \% Mg}$. 2 pont
- Összesen: 11 pont*

Sz3. feladat (11 pont)

400 g 0°C hőmérsékleten telített $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ -oldatot felmelegítjük 20°C -ra. A 0°C -on telített oldat 3,10 tömeg%-os, a 20°C -on telített oldat pedig 5,70 tömeg%-os.

(a) Hány gramm $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ oldódik 100 g vízben 20°C -on?

(b) Hány gramm $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ oldódik még a 400 g oldatban, miután 20°C -ra melegítettük?

Megoldás:

- (a) 100 g víz x g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ -ot old, ebben van: 1 pont
- $258,1x/474,1 = 0,544x$ g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 1 pont
- az oldat tömege: $(100 + x)$ g 1 pont
- $0,544x/(100 + x) = 5,7/100$, ebből $x = 11,69$ g. 2 pont
- (b) ha y g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ oldódik még 400 g oldatban,

| | |
|--|--------|
| az oldat tömege: $(400 + y)$ g lesz. | 1 pont |
| 400 g oldatban volt $4 \times 3,1 = 12,4$ g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ | 1 pont |
| y g $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ -ban van $258,1y/474,1 = 0,544y$ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ | 1 pont |
| a $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ összes tömege: $(12,4 + 0,544y)$ g | 1 pont |
| Az oldott anyag és az oldat tömegaránya 20°C -on: $(12,4 + 0,544y) \text{ g} / (400 + y) \text{ g} = 5,7/100$, ebből $y = 21,4$ g. | 2 pont |
| <i>Összesen: 11 pont</i> | |

Sz4. feladat (13 pont)

A 2013-as kémiai Nobel-díjat Martin Karplus, Michael Levitt és Arieh Warshel kapták mert (amint ezt az indoklásban is írták) „megteremtették a kémiai reakciók komplexebb számítógépes modellezésének lehetőségét”. A kémia reakciók számítógépes vizsgálatának egyik hatalmas előnye, hogy olyan adatok kiszámítását is lehetővé teszi, amelyeket kísérleti úton nem tudnánk meghatározni, vagy azért, mert nem áll rendelkezésre alkalmas kísérleti módszer, vagy azért, mert a reakció terméke olyan kis mértékben (koncentrációban) képződik, hogy azt még a legérzékenyebb módszerekkel sem lehet „látni”.

Például egy ilyen számítás eredménye az volt, hogy az A és a B vegyületek közötti egyensúlyi reakció, $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{AB}$ egyensúlyi állandójára,

$$K = \frac{[\text{AB}]}{[\text{A}][\text{B}]}$$

$K = 10^{-36}$ érték adódott.

- Ha veszünk egy olyan oldatot, amelyben A és B koncentrációja is 1 mol/dm^3 , mekkora lesz a termék, AB, egyensúlyi koncentrációja ebben az oldatban?
- Hány AB molekulát jelent ez dm^3 -enként?
- Mekkora térfogatú, A-ra és B-re nézve 1 mol/dm^3 -es koncentrációjú oldatban van jelen egy db ilyen AB molekula?
- Hány darab, illetve hány mól AB molekula képződne a Balatonban (vízkészlet: 1660 millió m^3), ha benne mind az A, mind a B vegyület koncentrációja 1 mol/dm^3 volna?
- Hány darab, illetve hány mól AB molekula képződne a Föld teljes vízkészletében ($1,36$ milliárd km^3), ha benne mind az A, mind a B vegyület koncentrációja 1 mol/dm^3 volna?
($N_A = 6 \times 10^{23}$)

Megoldás:

- $10^{-36} \text{ mol/dm}^3$ lenne AB koncentrációja 2 pont
- Ha egy oldat 1 mol/dm^3 -es AB-re, akkor dm^3 -enként 6×10^{23} db AB molekula lenne benne. Ha a koncentráció ennek 10^{-36} -od része, akkor az oldat 1 dm^3 -e $6 \cdot 10^{-13}$ db AB molekulát tartalmazna (ami képtelenség) 3 pont
- $1,660 \times 10^{12} \text{ dm}^3$ oldatban 1 molekula képződne, ami $1/6 \times 10^{23}$ mol 2 pont
- Ez pont a Balaton vízkészlete, tehát ennyiben van 1 AB molekula, ami $1/(6 \times 10^{23})$ mol 2 pont
- $1,36 \times 10^{21} \text{ dm}^3$ oldatban van 8×10^8 AB molekula, ami $1,3 \times 10^{-15}$ mol. 4 pont

Nincs az a módszer, amivel ezt kísérletileg ki lehetne mutatni – a számítógépes modellekkel viszont igen!

Összesen: 13 pont

Sz5 feladata (8 pont)

A szén két (klasszikus) kristályos módosulata a gyémánt és a grafit. A grafit sűrűsége $2,15 \text{ g/cm}^3$, a gyémánté $3,56 \text{ g/cm}^3$. A leghíresebb gyémántok egyike az 1905-ban, Dél-Afrikában megtalált 3106 karátos kőből csiszolt 530,2 karátos *Cullinan I* vagy más néven *Afrika nagy csillaga*, amely társaival együtt a brit koronaékszereket díszíti. (1 karát = 0,200 g)

- (a) Hány C-atom alkotja ezt az ékkövet?
- (b) Ugyanennyi C-atom mekkora tömegű grafitban található?
- (c) Hasonlítsd össze – az azonos számú szénatomot tartalmazó – gyémánt és grafit térfogatát!
- (d) A szén 98,9%-a ^{12}C - és 1,1 %-a ^{13}C -izotóp. Hány proton, hány neutron és hány elektron van *Afrika nagy csillagában*?

$$(N_A = 6,023 \times 10^{23})$$

Megoldás:

- (a) $m = 0,200 \times 530,2 \text{ g} = 106 \text{ g}$ 1 pont
 $N = nN_A = mN_A/M = 106 \times 6,023 \times 10^{23} / 12 = 5,32 \times 10^{24}$ 2 pont
- (b) $m(\text{grafit}) = m(\text{gyémánt}) = 106 \text{ g}$ 1 pont
- (c) $V_{\text{gy}} : V_{\text{gr}} = 1/3,56 : 1/2,15 = 0,281 : 0,465 = 1,00 : 1,66$ 2 pont
- (d) $N_p = N_e = 6,023 \times 5,32 \times 10^{24} = 3,20 \times 10^{25}$ 1 pont
 $N_n = (6,023 \times 0,989 + 7 \times 0,011) \times 5,3 \times 10^{24} = 3,20 \times 10^{25}$ 1 pont

Összesen: 8 pont

Természetesen, minden más helyes gondolatmenet elfogadható, és teljes pontszámot ér.

Az elemek periódusos rendszere

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|---|---|--|---|---|
| 1, I.A | 2, II.A | 3, | 4, | 5, | 6, | 7, | 8, | 9, | 10, | 11, | 12, | 13, III.A | 14, IV.A | 15, V.A | 16, VI.A | 17, VII.A | 18, VIII.A | |
| H 1,008 hidrogén | | | | | | | | | | | | 2 He 4,0 hélium | | | | | | |
| Li 6,94 lítium | 4 Be 9,01 berillium | | | | | | | | | | | | 5 B 10,8 bór | 6 C 12,01 szén | 7 N 14,01 nitrogén | 8 O 16,00 oxigén | 9 F 19,0 fluor | 10 Ne 20,2 neon |
| Na 23,0 nátrium | 12 Mg 24,3 magnézium | III.B | IV.B | V.B | VI.B | VII.B | VIII.B | | | | I.B | II.B | 13 Al 27,0 alumínium | 14 Si 28,1 szilícium | 15 P 31,0 foszfor | 16 S 32,0 kén | 17 Cl 35,5 klór | 18 Ar 39,9 argon |
| K 39,1 kálium | 20 Ca 40,0 kalcium | 21 Sc 45,0 szkandium | 22 Ti 47,9 titán | 23 V 50,9 vanádium | 24 Cr 52,0 króm | 25 Mn 54,9 mangán | 26 Fe 55,9 vas | 27 Co 58,9 kobalt | 28 Ni 58,7 nikkel | 29 Cu 63,5 réz | 30 Zn 65,4 cink | 31 Ga 69,7 gallium | 32 Ge 72,6 germánium | 33 As 74,9 arzén | 34 Se 79,0 szelén | 35 Br 79,9 bróm | 36 Kr 83,8 kripton | |
| Rb 85,5 rubídium | 38 Sr 87,6 stroncium | 39 Y 88,9 ittrium | 40 Zr 91,2 cirkónium | 41 Nb 92,9 nióbbium | 42 Mo 95,9 molibdén | 43 Tc (99) technécium | 44 Ru 101,1 ruténium | 45 Rh 102,9 ródiium | 46 Pd 106,4 palládium | 47 Ag 107,9 ezüst | 48 Cd 112,4 kadmium | 49 In 114,8 indium | 50 Sn 118,7 ón | 51 Sb 121,8 antimon | 52 Te 127,6 tellúr | 53 I 126,9 jód | 54 Xe 131,3 xenon | |
| Cs 132,9 cézium | 56 Ba 137,3 bárium | 57 La* 138,9 lantán | 72 Hf 178,5 hafnium | 73 Ta 181,0 tantál | 74 W 183,9 wolfram | 75 Re 186,2 rénium | 76 Os 190,2 ozmium | 77 Ir 192,2 irídium | 78 Pt 195,1 platina | 79 Au 197,0 arany | 80 Hg 200,6 higany | 81 Tl 204,4 tallium | 82 Pb 207,2 ólom | 83 Bi 209,0 bizmut | 84 Po (210) polonium | 85 At (210) asztácium | 86 Rn (222) radon | |
| Fr (223) francium | 88 Ra (226) rádiium | 89 Ac** (227) aktínium | 104 Rf rutherfordium | 105 Db dubnium | 106 Sg seaborgium | 107 Bh bohrium | 108 Hs hassium | 109 Mt meitnerium | | | | | | | | | | |

lantanoidák*

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|---|---|---|--|
| 58 Ce 140,1 cérium | 59 Pr 140,9 praezodímium | 60 Nd 144,2 neodímium | 61 Pm (147) prométium | 62 Sm 150,4 szamárium | 63 Eu 152,0 európiium | 64 Gd 157,3 gadolinium | 65 Tb 158,9 terbium | 66 Dy 162,5 diszpróziium | 67 Ho 164,9 holmium | 68 Er 167,3 erbium | 69 Tm 168,9 tulium | 70 Yb 173,0 itterbium | 71 Lu 175,0 lutécium |
| 90 Th 232,0 tóriium | 91 Pa (231,0) proaktínium | 92 U 238,1 urán | 93 Np (237,0) neptúnium | 94 Pu (242,0) plútónium | 95 Am (243,0) amerícium | 96 Cm (247,0) kúriium | 97 Bk (249,0) berkéliium | 98 Cf (251,0) kalifornium | 99 Es (254,0) einsteinium | 100 Fm (253,0) fermium | 101 Md (256,0) mendelévium | 102 No (254,0) nobéliium | 103 Lr (257,0) laurencium |

aktinoidák**