



A program részben az Emberi Erőforrások Minisztériuma megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-M-B-0020 azonosítószámú pályázati támogatásból valósul meg.

Tanuló neve és kategóriája	Iskolája	Osztálya
----------------------------	----------	----------

LII. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

2020. február 27.

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

Munkaidő: 150 perc

Összesen 150 pont

A periódusos rendszer az utolsó oldalon található.

Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.

Az Sz1. – Sz6. számolási feladatokat külön lapon oldd meg!

Megoldókulcs és pontozási útmutató

Elmélet

E1. feladat

17 pont

Válaszodban add meg minden közönséges körülmények között létező atom és egyszerű ion jelét, amelyik megfelel az elvárásnak. (A feladatban megadott értékek mindig 1 darab atomra/ionra vonatkoznak.) A válaszadásnál a periódusos rendszer első négy periódusát vedd figyelembe! Egy sorba több válasz is kerülhet!

- 10 elektront tartalmaz: N^{3-} , O^{2-} , F^- , Ne , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+}
- 9 protont tartalmaz: F , F^-
- 8 neutront és csak egyféle atommagot tartalmaz (a vegyjel mellett tüntesd fel a tömegszámot is): ^{14}C , ^{15}N , $^{15}N^{3-}$, ^{16}O , $^{16}O^{2-}$
- 7 vegyértékelektronja van: F , Cl , Br , Mn
- 6 elemi részecskét tartalmaz (a vegyjel mellett tüntesd fel a tömegszámot is): 4He
- 5 párosítatlan elektronja van: Mn
- 4-szeres pozitív töltésű az atomtörzse: C , Si , Ge , Ti
- 3-as tömegszámú: 3H , $^3H^+$, $^3H^-$, 3He (akkor is jó a megoldás, ha nem írja ki a tömegszámot)
- 2 alhéjon helyezkednek el az elektronok alapállapotban: Li , Be
- 1+ töltésű ion: H^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Cu^+

Minden jó megoldás 0,5 pont, összesen max. 17 pont. (A feladatban összesen 35 iont/atomot kell megadni, azaz ha egyet kihagy, az még maximális pontot ér, de ha mind a 35-öt leírja, az is „csak” 17 pont, nem pedig 17,5 pont!)

E2. feladat**15 pont**Töltsd ki a következő táblázat hiányzó részeit! **Minden jól kitöltött cella 1 pont.**

- A beírandó molekulák mind kétféle atomból állnak, amelyek közül az egyik a hidrogén,
- mindegyiknek más az alakja,
- a protonok száma két molekulában 10, kettőben 18,
- van közöttük egy apoláris molekula,
- az egyik anyagi halmazában a legerősebb másodrendű kölcsönhatás a hidrogénkötés.

A molekula összegképlete	HCl	H ₂ S	NH ₃	CH ₄
protonszám	18	18	10	10
atommagok száma	2	3	4	5
molekula alakja	lineáris	V-alakú	háromszög alapú piramis	tetraéder
másodrendű kölcsönhatás	dipólus-dipólus kölcsönhatás	dipólus-dipólus kölcsönhatás	hidrogénkötés	diszperziós kölcsönhatás

E3. feladat**14 pont**Nézzük a következő 14 molekulát: H₂O, SO₃, XeO₄, BCl₃, NF₃, CO, CO₂, HCl, PCl₅, SO₂, HCN, NO₂, SiCl₄, CHCl₃Csoportosítsd őket az alábbi két szempont szerint! (Egy-egy molekula az **a.)** és a **b.)** csoportosításnál is csak egy helyre kerülhet!) **Minden jó helyre beírt molekula 0,5 pont.****a.) Szerkezet, polaritás**Lineáris; apoláris: **CO, CO₂**.....Lineáris; dipólus(os): **HCl, HCN**.....Síkháromszög vagy V-alak; apoláris: **SO₃, BCl₃**.....Síkháromszög vagy V-alak; dipólus(os): **SO₂, NO₂, H₂O**.....Tetraéder; apoláris: **XeO₄, SiCl₄**.....Tetraéder; dipólus(os): **CHCl₃**.....Egyéb szerkezet: **NF₃, PCl₅**.....**b.) Kötések**Csak σ-kötést tartalmaz: **H₂O, BCl₃, NF₃, HCl, PCl₅, SiCl₄, CHCl₃**.....Legalább három π-kötést tartalmaz: **SO₃, XeO₄**.....Két π-kötés van benne: **CO, CO₂, SO₂, HCN, NO₂**.....

E4. feladat**16 pont**

Dönts el, hogy a megadott folyamat endoterm vagy exoterm-e! A megfelelő cellákba tegyél egy ✓ jelet! **Minden jó válasz 1 pont.**

	endoterm	exoterm
A) A kénsav hígítása.		✓
B) Az elemi kén megolvadása.	✓	
C) Harmat képződése egy hűvös reggelen.		✓
D) Egy tócsa elpárolgása.	✓	
E) Az olvadt vas megszilárdulása.		✓
F) A földgáz égése.		✓
G) A mészégetés folyamata.	✓	
H) A durranógáz robbanása.		✓
I) Az ammónia bomlása elemeire.	✓	
J) A víz bontása elemeire.	✓	
K) Az égetett mész oldódása vízben.		✓
L) A kőolaj elpárologtatása a frakcionált desztillációja során.	✓	
M) A nátrium-hidroxid oldódása vízben.		✓
N) A kámfor szublimációja.	✓	
O) A kálium reakciója vízzel.		✓
P) A trinitrotoluol (TNT) robbanása.		✓

E5. feladat**8 pont**

Egyensúlyi rendszereket többféleképpen lehet befolyásolni. Rendezd az alábbi folyamatok reakcióegyenletét! Add meg, hogy egy-egy paraméter megváltozása hogyan hat az egyensúlyi folyamatra (←; →; sehogy). **Minden jól rendezett reakcióegyenlet 1 pont. Minden jó nyíl illetve „sehogy”-beírás 0,5 pont.**

	H ₂ hozzáadása	p növelése
$2 \text{HI}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(g)} + \text{I}_{2(g)}$	←	sehogy
$2 \text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{SO}_{3(g)}$	sehogy	→
$\text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{NH}_{3(g)}$	→	→
$\text{C}_{(sz)} + \text{CO}_{2(g)} \rightleftharpoons 2 \text{CO}_{(g)}$	sehogy	←

Számolás

Sz1. feladat

15 pont

Készítettünk egy 36,0 tömeg%-os sósavoldatot, aminek a sűrűségét $1,180 \text{ g/cm}^3$ -nek mértük. A sósav $25,00 \text{ cm}^3$ -es részletét beleöntöttük egy főzőpohárba, amely egy ismeretlen, a periódusos rendszer d mezőjében található fém $0,350$ gramm tömegű por alakú halmazát tartalmazta. 20 perc elteltével a főzőpohárban lévő, változatlan térfogatú oldatból $5,00 \text{ cm}^3$ mintát vettünk, melyből $100,00 \text{ cm}^3$ térfogatú törzsoldatot készítettünk. Ennek $20,00 \text{ cm}^3$ -es részleteire a $0,9907 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldattal történő közömbösítés során átlagosan $11,76 \text{ cm}^3$ oldat fogyott.

- 1,00 liter 36,0 tömeg%-os sósavoldat készítéséhez hány dm^3 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os, $0,100 \text{ MPa}$ nyomású HCl-gázt kellett elnyelelni,
- mekkora tömegű vízben?
- Mi lehetett az ismeretlen fém?

a) A sósavoldat tömege $m = \rho \cdot V = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 1,180 \text{ g/cm}^3 = 1180 \text{ g}$. (1 pont)

Ebből a HCl tömege $1180 \cdot 36,0/100 = 424,8 \text{ g}$, (1 pont)

anyagmennyisége $424,8 \text{ g}/(36,458 \text{ g/mol}) = 11,652 \text{ mol}$, (1 pont)

ennek térfogata pedig $11,652 \text{ mol} \cdot 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 285,5 \text{ dm}^3$. (2 pont)

b) A víz tömege $1180 \text{ g} - 424,8 \text{ g} = 755,2 \text{ g}$. (2 pont)

c) $25,00 \text{ cm}^3$ oldatban $n = 11,652 \text{ mol} \cdot 25/1000 = 0,2913 \text{ mol}$ HCl van. (1 pont)

A $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ egyenlet alapján $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})$ (2 pont)

$n(\text{NaOH}) = 0,01176 \text{ dm}^3 \cdot 0,9907 \text{ mol/dm}^3 = 0,01165 \text{ mol}$ (1 pont)

A sósav ugyanennyi $20,00 \text{ cm}^3$ -ben, azaz $100,00 \text{ cm}^3$ -ben $5 \cdot 0,01165 \text{ mol} = 0,05825 \text{ mol}$,

és az $5,00 \text{ cm}^3$ -es mintában is ugyanennyi. Tehát az eredeti $25,0 \text{ cm}^3$ -es mintában $0,2913$

mol HCl maradt a reakció után. (2 pont)

Következtetés: A sósav és a fém között nem ment végbe reakció. A nemesfémek között kell

keresni a megoldást: pl. Au, Cu, Ag. (2 pont)

Sz2. feladat

15 pont

Valamely ásványi sav oldata $60,0$ tömeg%-os, $21,6$ anyagmennyiség%-os. Az oldat sűrűsége $1,426 \text{ g/cm}^3$. Az oldat $1,00 \text{ cm}^3$ térfogatú részletét $100,0 \text{ cm}^3$ -re hígítjuk, és ennek a hígított oldatnak $10,00 \text{ cm}^3$ -ét $26,20 \text{ cm}^3$ térfogatú, $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH-oldat közömbösíti. Melyik ez az ásványi sav?

Vegyünk 100 mol savoldatot, ebből $100 - 21,6 = 78,4 \text{ mol}$ a víz. (1 pont)

Ennek a víznek $78,4 \text{ mol} \cdot 18,016 \text{ g/mol} = 1412,4 \text{ g}$ a tömege. (1 pont)

A sav tömege $1,5$ -ször ($1,5 = 60/40$) nagyobb a víz tömegétől, azaz $2118,7 \text{ g}$. (2 pont)

$M(\text{sav}) = m/n = 2118,7 \text{ g}/21,6 \text{ mol} = 98,1 \text{ g/mol}$. (1 pont)

Az ásványi sav formailag HA, H₂A, H₃A, (H₄A) alakú, az anion töltésétől függően.

Vizsgálat:

100 mol anyagmennyiségű oldat tömege: $m = 1412,4 \text{ g} + 2118,7 \text{ g} = 3531,1 \text{ g}$, (1 pont)

térfogata $V = m/\rho = 2476,2 \text{ cm}^3$. (1 pont)

Az oldat $1,00 \text{ cm}^3$ -es térfogatában $n = 21,6 \text{ mol} \cdot 1,00 \text{ cm}^3 / 2476,2 \text{ cm}^3 = 8,72 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ sav

van. (1 pont)

A titráláshoz használt NaOH-oldatban a lúg anyagmennyisége $n = V \cdot c = 0,00262 \text{ mol}$ (1 pont)

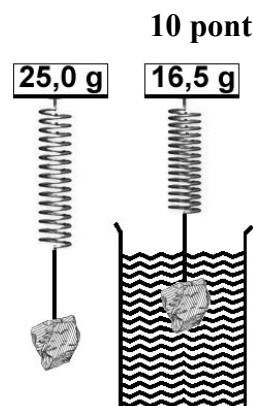
tehát ennyi fogyott $10,00 \text{ cm}^3$ hígított savoldatra, azaz a $100,0 \text{ cm}^3$ hígított savoldatra $0,0262$ mol, az eredeti oldat $1,00 \text{ cm}^3$ -ére pedig szintén $0,0262$ mol. (2 pont)

Megállapítható, hogy a NaOH anyagmennyisége $0,0262 \text{ mol}/8,72 \cdot 10^{-3} \text{ mol} =$ háromszorosa a savénak, tehát a sav H_3A formailag. (2 pont)

Az ásványi sav tehát a foszforsav: H_3PO_4 (2 pont)

Sz3. feladat

Egy ausztrál aranykereső talált $425,0 \text{ g}$ aranytartalmú telért, amely kvarcban ágyazott aranyból áll. Az illető meg akarta tudni, hogy hány gramm aranyat tartalmaz a telér. Letört a telérből $25,0 \text{ g}$ -ot és a darabot vékony zsinóron felfüggesztve bemártotta vízbe. Így $16,5 \text{ g}$ tömeget mért. Az interneten megtalálta az alábbi sűrűségadatokat: $\rho(\text{Au}) = 19,3 \text{ g/cm}^3$, $\rho(\text{SiO}_2) = 2,65 \text{ g/cm}^3$, $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1,00 \text{ g/cm}^3$. A megadott adatok segítségével számította ki a telér tömegszázalékos aranytartalmát.



a) Számítsd ki Te is, hogy milyen eredményt kapott!

b) Hány gramm, illetve hány uncia aranyra tett szert, ha a telérben az aranyeloszlás egyenletesnek vehető? Egy ausztrál uncia $31,10 \text{ g}$.

c) Hány forintot érne a telér aranytartalma, ha 18 karátos aranyékszerként kerülne forgalomba? $1,00 \text{ g}$ 18 karátos arany ára 10722 Ft . A tiszta arany 24 karátos.

a) A kiszorított víz térfogata = a telér térfogata: $(25 - 16,5)\text{g}/(1,00 \text{ g/cm}^3) = 8,5 \text{ cm}^3$. (2 pont)

Ha a telérben van $x \text{ g Au}$ és $(25 - x) \text{ g SiO}_2$, akkor felírható a térfogatokra a következő:

$x/19,3 + (25 - x)/2,65 = 8,5$, ebből $x = 2,87 \text{ g}$. (3 pont)

A telér aranytartalma: $100 \cdot 2,87/25 = 11,48\%$. (1 pont)

b) A telérben lévő arany tömege: $2,87 \cdot 425/25 = 48,79 \text{ g}$. (1 pont)

Az arany tömege unciában: $48,79/31,1 = 1,569$ uncia. (1 pont)

c) A 18 karátos arany tömege: $48,79 \cdot 24/18 = 65,053 \text{ g}$. (1 pont)

Az arany ára: $65,053 \cdot 10,722 = 697\,500 \text{ Ft}$. (1 pont)

Sz4. feladat

20 pont

Alumínium-szulfát telített oldatának $184,62 \text{ g}$ grammját összekeverjük $243,96 \text{ g}$ telített kálium-szulfát-oldattal. A folyamat teljes lejátszódása után $109,67 \text{ g}$ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ képletű szilárd timsó keletkezett. Az $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ oldhatósága $38,50 \text{ g vízmentes só}/100,0 \text{ g víz}$, a kálium-szulfáté $12,00 \text{ g vízmentes só}/100,0 \text{ g víz}$. Minden kísérletet szobahőmérsékleten végeztünk.

a) Hány gramm K_2SO_4 és hány gramm víz szükséges $243,96 \text{ g}$ telített kálium-szulfát-oldat készítéséhez?

b) Hány gramm $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ képletű kristályos alumínium-szulfát és hány gramm víz szükséges $184,62 \text{ g}$ telített alumínium-szulfát-oldat készítéséhez?

c) Mennyi a vízmentes $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ oldhatósága $\text{g vízmentes só}/100,0 \text{ g víz}$ egységben?

d) Egy ugyanígy összeállított mintát a szilárd timsó kiválása után elfelejtettünk leszűrni, és otthagytuk egy nyitott edényben, így az összes víz elpárolgott belőle. Összesen milyen tömegű szilárd anyag maradt az edény alján?

a) A kálium-szulfát oldhatóság alapján $112,00 \text{ g}$ oldatban $12,00 \text{ g}$ vízmentes kálium-szulfát van, így $243,96 \text{ g}$ oldatban $243,96 \cdot 12,00/112,00 = 26,14 \text{ g K}_2\text{SO}_4$ van. (1 pont)

Így emellett még $243,96 - 26,14 \text{ g} = 217,82 \text{ g}$ víz szükséges. (1 pont)

- b) Az oldhatóság alapján 138,5 g telített oldatban 38,5 g vízmentes $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ van, így
 $184,62 \text{ g-ban } 184,62 \cdot 38,50 / 138,50 = 51,32 \text{ g.}$ (2 pont)
 Az $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ móltömege 342,14 g/mol, az $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ -é 666,428 g/mol, így 51,32 g
 vízmentes alumínium-szulfát $51,32 \cdot 666,428 / 342,14 = 99,96 \text{ g}$ kristályvizes alumínium-
 szulfátban van, így ennyi kristályvizes só kell az oldathoz (2 pont)
 és $184,62 - 99,96 \text{ g} = 84,66 \text{ g}$ víz szükséges az oldatkészítéshez. (1 pont)
- c) A lejátszódó reakció egyenlete: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 = 2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ (3 pont)
 Az összekevert oldatban lévő K_2SO_4 anyagmennyisége $26,14 / 174,26 = 0,1500 \text{ mol}$, az
 alumínium-szulfáté $51,32 / 342,14 = 0,1500 \text{ mol}$, vagyis a két anyagot éppen sztöchiometrikus
 arányban kevertük össze és 0,3000 mol $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ képződhet. (2 pont)
 A $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ móltömege 258,20 g/mol, a $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ -é 474,392 g/mol, így a kivált
 109,67 g szilárd timsóban $109,67 \cdot 258,20 / 474,392 = 59,69 \text{ g}$ $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ van. (2 pont)
 Az oldatban maradt tehát $26,14 + 51,32 - 59,69 = 17,77 \text{ g}$ vízmentes $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$. (1 pont)
 Az oldatban maradt víz mennyisége $243,96 + 184,62 - 109,67 - 17,77 = 301,14 \text{ g}$. (1 pont)
 Így a $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ oldhatósága 17,77 g vízmentes só/301,14 g víz, vagyis 5,90 g vízmentes
 só/100,0 g víz. (2 pont)
- d) Mivel éppen sztöchiometrikus arányban kevertük össze a két reaktánst, ezért a felesleges
 víz teljes elpárologtatása után 0,3000 mol kristályos timsó maradhat vissza, ami
 $0,3000 \cdot 474,392 = 142,32 \text{ g}$. (2 pont)

Sz5. feladat

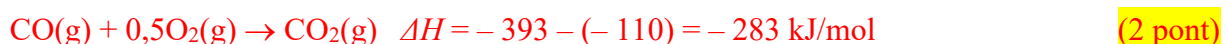
10 pont

Szén-monoxidot és hidrogént tartalmazó gázelegy 90,0 grammját elégetve 1737 kJ hő fejlődik.
 Határozd meg a gázelegy tömeg%-os összetételét. Ismertek az alábbi képződéshő értékek:

$$\Delta_k H(\text{CO}_{(\text{g})}) = -110 \text{ kJ/mol}; \Delta_k H(\text{CO}_{2(\text{g})}) = -393 \text{ kJ/mol}; \Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(\text{f})}) = -286 \text{ kJ/mol}$$

Ha a CO tömege $x \text{ g}$, akkor a hidrogéné $(90 - x) \text{ g}$. A CO anyagmennyisége tehát $x/28,01 \text{ mol}$,
 a hidrogéné $(90 - x)/2,016 \text{ mol}$. (2 pont)

Az égéshők a képződéshőkből kiszámíthatók:



A képződött hő így:

$$x/28,01 \cdot 283 + (90 - x)/2,016 \cdot 286 = 1737 \quad (2 \text{ pont})$$

Az egyenletet megoldva $x = 83,72$, (1 pont)

tehát az elegy tömeg%-os összetétele a következő: $83,72/90,0 \cdot 100 = 93,0\%$ szén-monoxid és
 7,0% hidrogén. (2 pont)

Sz6. feladat

10 pont

Egy háromértékű fém szilárd, kristályvizet is tartalmazó kloridjának 2,970 g-ját erősen
 felhevítjük. Ennek hatására reakció játszódik le, amelynek végén 0,627 g szilárd fém-oxid
 marad vissza. Az eltávozó gőzöket lecsapjuk: ebből egy savas vizes oldat lesz, amelynek
 semlegesítésére $35,42 \text{ cm}^3$ térfogatú, $1,042 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú KOH-oldat fogy. Melyik
 fémről van szó, és mi a kristályvizes klorid képlete?

Melegítés közben a kristályvizet is tartalmazó fém-kloridból víz és hidrogén-klorid távozik. Az reakció egyenlete: $2MCl_3 \cdot nH_2O \rightarrow M_2O_3 + 6HCl + (2n-3)H_2O$ (2 pont)

Az erősen savas vizes oldat semlegesítésére $35,42 \text{ cm}^3 \cdot 1,042 \text{ mol/dm}^3 = 0,0369 \text{ mol KOH}$ fogyott, (1 pont)

így a keletkező HCl anyagmennyiség is 0,0369 mol. (1 pont)

A reakcióban így $0,0369/6 = 0,000615 \text{ mol } M_2O_3$ keletkezett, ennek a tömege 0,627 g, vagyis az oxid moláris tömege $0,627 \text{ g}/0,000615 \text{ mol} = 101,9 \text{ g/mol}$. (1 pont)

Vagyis a fém moláris tömege $(101,9 - 48) / 2 = 26,95$, tehát a fém az alumínium. (2 pont)

A kiindulási alumínium-klorid anyagmennyisége az alumínium-oxidénak kétszerese, vagyis $2 \cdot 0,000615 \text{ mol} = 0,00123 \text{ mol}$. Így a vegyület kristályvíztartalma $n = (2,97 - 0,0123 \cdot 133,33)/0,0123/18,016 = 6,00$, (2 pont)

a klorid képlete $AlCl_3 \cdot 6H_2O$. (1 pont)

1 H 1,008																	2 He 4,003
3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
11 Na 22,99	12 Mg 24,30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,96	43 Tc -	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po 209,0	85 At 210,0	86 Rn 222,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -
			58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm -	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97	
			90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	