



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



DEBRECENI
EGYETEM



Nemzeti
Tehetség Program

A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-M-22-B-0039 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

55. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2023. április 15.

Országos döntő (írásbeli rész) – II. kategória

- ✓ Munkaidő: **150 perc**. Maximálisan elérhető pontszám: **180 pont**.
- ✓ Kérjük, hogy erre a címloldalra ne írj feladatmegoldást!
- ✓ A feladatlapon vagy a számolási feladatokhoz kapott külön lapokon sehol ne add meg a nevedet, vagy bármi más, azonosításra szolgáló adatodat!

- ✓ A periódusos rendszer az utolsó oldalon található. A periódusos rendszert nyugodtan letépheted a feladatlap végéről, ha úgy könnyebben tudod használni. Ezt az utolsó oldalt nem kell beadnod.
- ✓ A feladatok megoldásához egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
- ✓ Az elméleti feladatokat és az Sz1 számolási feladatot a feladatlapon oldd meg!
- ✓ Az Sz2-Sz6 számolási feladatokat külön lapokon oldd meg! Egy lapra csak egy feladat megoldása kerüljön! A lapra feltétlenül írd fel a feladat sorszámát (pl. Sz2)!

Feladatkészítők: Bárány Zsolt Béla, Forgács József, Lente Gábor, Márkus Teréz, Musza Katalin,
Sipos Pál, Tóth Albertné, Tóth Imre
Szerkesztő: Ósz Katalin (oszk@gamma.ttk.pte.hu)
Lektor: Várnagy Katalin

Feladatsor

Elmélet

Az elméleti feladatokat a feladatlapon oldd meg!

E1. feladat

12 pont

A következő kérdésekre egész számok beírásával kell válaszolni!

- a) A citromsav többértékű sav. Disszociációs állandói közül hányadik a legnagyobb?
- b) A „karbolsav”-nak is nevezett fenol hány db karboxilcsoportot tartalmaz?
- c) Mennyi a HCl disszociációfoka vizes oldatban?
- d) Hány értékű sav az oxálsav?
- e) Hány különböző helyen szubsztituált monoklór-naftalin-molekula létezik?
- f) Legfeljebb hány zsírsavmolekulával alkothat észtert egyetlen glicerinnmolekula?

E2. feladat**25 pont**

Hogyan változik 200 cm³ 0,2 mol/dm³ koncentrációjú sósavoldat HCl-koncentrációja, valamint a pH-ja az alábbi „kezelések” hatására? A „nő”, „csökken”, „nem változik” közül írd be a megfelelő választ!

	HCl-koncentráció:	pH:
100 cm ³ 0,2 mol/dm ³ koncentrációjú NaOH-oldatot adunk hozzá.		
200 cm ³ 0,2 mol/dm ³ koncentrációjú HBr-oldatot adunk hozzá.		
100 cm ³ 0,2 mol/dm ³ koncentrációjú NaCl-oldatot adunk hozzá.		
1 g NaCl-ot adunk hozzá.		
200 cm ³ desztillált vizet adunk hozzá.		
Grafitelektrodok között elektrolizáljuk 1 órán át 2,0 A áramerősséggel.		
200 cm ³ 0,2 mol/dm ³ koncentrációjú HCl-oldatot adunk hozzá.		
200 cm ³ 0,4 mol/dm ³ koncentrációjú HCl-oldatot adunk hozzá.		
200 cm ³ 0,2 mol/dm ³ koncentrációjú kénsavoldatot adunk hozzá.		
200 cm ³ 0,4 mol/dm ³ koncentrációjú kénsavoldatot adunk hozzá.		
CO ₂ gázt buborékoltatunk át rajta.		<i>nem változik</i>
HCl gázt buborékoltatunk át rajta.		
NH ₃ gázt buborékoltatunk át rajta.		

E3. feladat**20 pont**

A jól ismert *Daniell elem* [melynek a celladiagramja: $(-)\text{Zn}_{(s)}|\text{Zn}^{2+}_{(aq)}||\text{Cu}^{2+}_{(aq)}|\text{Cu}_{(s)}(+)$] elektromotoros ereje nem tesz eleget annak a kívánalomnak, hogy 2,0 Voltot, vagy annál nagyobb feszültséget tudjon biztosítani. Ennek elvi megvalósításához az alábbi táblázatban található fémekből és fémsókból lehet válogatni. Állíts össze – elméletileg – egy olyan galvánelemet, amelynek az elektromotoros ereje legalább 2,0 V!

Fém vegyjele	Al	Zn	Cu	Ag
Só képlete	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	AgNO_3
Standard elektródpotenciál, ε° (V)	Al^{3+}/Al : -1,66	Zn^{2+}/Zn : -0,76	Cu^{2+}/Cu : +0,34	Ag^+/Ag : +0,80

a) Mutasd be a választott galvánelem celladiagramját!

b) Mutasd be a választott galvánelem elektromotoros erejének a kiszámolási módját és számítsd is ki az elektromotoros erejét!

c) Hány gramm fémsót kell bemérni az anód-, valamint a katód oldatához, ha 250,00 cm^3 térfogatú, 1,00 mol/dm^3 koncentrációjú oldatokra van szükség?

d) Írd fel az anódon végbemenő reakció egyenletét!

e) Írd fel a katódon végbemenő reakció egyenletét!

f) Írd fel a reakció bruttó egyenletét (azaz a két előző egyesítve az egyszerűsítések után)!

g) Számítsd ki, hogy a galvánelem működése közben hány gramm a katód tömegnövekedése, ha azon 0,2 mol fémion semlegesítődik!

h) Hány mol nitrátion vándorol ez alatt a sóhídon az anódtérbe?

i) Változott-e a katódtérben az oldat pH-ja? Válaszodat indokold is!

j) A fenti „üzemidő” alatt az anódfém tömege mennyivel csökkent?

k) Ezzel egyidejűleg mennyire változott az oldat koncentrációja, amelybe az anód merült? (Az oldat térfogata változatlan.)

l) Az összeállított galvánelem (bekapcsolt) fogyasztóján hány Coulomb töltés halad át maximálisan az elem lemerüléséig?

m) Igaz, fogyasztó működtetésére nem alkalmas, de a bruttó reakció más összeállításban is lejátszódhat: pl. az „anód”-nak nevezett fémlemez a pozitívabb standardpotenciálú fém fémsójának vizes oldatába merítjük. Hány grammal változna meg a negatívabb standardpotenciálú fémlemez tömege, ha belemerül a másik oldatba, és a másik fémionból 0,2 mol mennyiségű a felületére kiválik?

E4. feladat**12 pont**

A „spiro” típusú szerves vegyületeknek az az érdekes sajátága, hogy van bennük két gyűrű, de ezek között csak egyetlen szénatom azonos. Az elnevezésnél a „spiro” előtagot az összszenatomszám alapján megadható név követi.

a) Írd fel a legegyszerűbb, spiro típusú telített szénhidrogén, a spiropentán szerkezeti képletét!

b) Ennek a molekulának egyetlen egyszeresen szubsztituált klórszármazéka van. Add meg a klór-spiropentán szerkezeti képletét!

c) Kétszeresen szubsztituált származékból már három különböző létezik. Add meg a három diklór-spiropentán szerkezeti képletét!

d) A spiropentánnál egy szénatommal többet tartalmaz a spirohexán. Add meg ennek a molekulának a szerkezeti képletét!

e) Monoszubsztituált spirohexánból három létezik. Add meg mindhárom klór-spirohexán szerkezeti képletét!

E5. feladat**10 pont**

Az alább található 10 db névvel azonosított sav-bázis reakcióhoz ki kell válogatnod a neki megfelelő reakcióegyenletet a felkínált tizenötből. A megfelelő reakcióegyenlet betűjelét (azonosítóját) kell a megnevezett reakció előtti üres négyzetbe írni.

Reakció megnevezése:	Reakció megnevezése:
<input type="text"/>	A víz autoprotolízise (disszociációja).
<input type="text"/>	A benzoátion vízzel való reakciója lúgos kémhatást okoz.
<input type="text"/>	Az ammónia az ammónium-ionnal, a hidroxidion a vízzel alkot konjugált sav-bázis párt.
<input type="text"/>	A Mohr-só vizes oldatában a fémion akvakomplexe savként viselkedik.
<input type="text"/>	A glicinmolekula intramolekuláris protonálódása ikeriont eredményez.
<input type="text"/>	Az erősebb sav felszabadítja sójából a gyengébb savat.
<input type="text"/>	Ecetsav közömbösítése nátrium-hidroxiddal.
<input type="text"/>	Az egyensúlyi állandó kiszámításának módja a foszforsav disszociációjának második lépcsőjére vonatkozóan.
<input type="text"/>	A közömbösítés általános egyenlete.
<input type="text"/>	Az etil-acetát nátrium-hidroxid hatására elhidrolizál.

Azonosító:	Reakcióegyenlet:
A	$\text{NH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH} \rightarrow \text{}^+\text{NH}_3\text{-CH}_2\text{-COO}^-$
B	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$
C	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
D	$2 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$ vagy $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$
E	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
F	$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ vagy $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
G	$\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
H	$K_2 = [\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HCO}_3^-]$
I	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
J	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^+$
K	$K_2 = [\text{HPO}_4^{2-}] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{H}_2\text{PO}_4^-]$
L	$\text{HCO}_3^- + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
M	$\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$
N	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} + \text{OH}^-$
P	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

Számolás

Az Sz1 feladatot a feladatlapon oldd meg!

Sz1. feladat

36 pont

Minden kérdésre egyetlen helyes válasz van. Keresd meg a helyes választ és karikázd be a betűjelét! Ha egynél több választ karikázol be, akkor semmiképpen nem jár pont, akkor sem, ha a helyes válasz is köztük van! A számolás menetét nem kell leírni!

- 250 g 20,0 tömeg%-os oldatba mennyi sót kell még oldani, hogy 25,0 tömeg%-os legyen?
 - 20,0 g
 - 16,67 g
 - 12,5 g
 - 25 g
 - 62,5 g
- 200 g kristályos szódából ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$) mekkora tömegű telített oldat készíthető, ha a telített Na_2CO_3 -oldat 32 tömeg%-os? ($M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106,0 \text{ g/mol}$)
 - 231,64 g
 - 625 g
 - 431,25 g
 - 1127 g
 - 200 g
- 25,0 cm^3 0,10 mol/dm^3 -es ecetsav közömbösítéséhez mekkora térfogatú 0,25 mol/dm^3 koncentrációjú NaOH-oldat szükséges?
 - 100 cm^3
 - 25,0 cm^3
 - 10,0 cm^3
 - 2,5 cm^3
 - A számoláshoz szükség lenne a savi disszociációs állandó értékére.
- 200 g 20,0 tömeg%-os oldatból mennyi vizet kell elpárologtatni, hogy 25,0 tömeg%-os legyen?
 - 20 g
 - 40 g
 - 160 g
 - 25 g
 - 25 g
- Hogyan változik meg az $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons 3\text{C}$ egyensúlyi rendszerben az egyensúlyi állandó értéke, ha változatlan hőmérsékleten a B kiindulási koncentrációját kétszeresére növeljük?
 - kétszeresére nő
 - változatlan marad
 - négyszeresére nő
 - nem dönthető el
 - felére csökken

6. Mekkora az egyensúlyi állandó értéke az $A + B \rightleftharpoons 2C$ egyensúlyi rendszerben, ha a három komponens egyensúlyi koncentrációja megegyezik, miközben azt tapasztaltuk, hogy a $20,0 \text{ mol/dm}^3$ -es kiindulási A anyag egyharmada alakult át?
- A) 2,50
 - B) 1,00
 - C) 16,7
 - D) 0,250
 - E) 22,0
7. 2000 kg piritből (FeS_2) mennyi vas redukálható, ha a folyamat 60,0 %-os hatásfokkal megy végbe? ($M(\text{FeS}_2) = 120,0 \text{ g/mol}$)
- A) 1,2 t
 - B) 930 kg
 - C) 127 kg
 - D) 558 kg
 - E) 1432 kg
8. A hidrogén és jód egyensúlyra vezető folyamatban reagál egymással $300 \text{ }^\circ\text{C}$ -on: $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2 \text{HI}$. Kezdetben $1,0 \text{ mol}$ hidrogént és $5,0 \text{ mol}$ jódot juttatunk egy $3,0 \text{ dm}^3$ -es edénybe. Hogyan változik meg a rendszer nyomása, ha a hidrogén átalakulása 30 %-os?
- A) 30 %-kal nő.
 - B) 30 %-kal csökken.
 - C) Nem változik.
 - D) A reakcióhőtlől függ.
 - E) Háromszorosára nő.
9. Mennyivel változik meg a $0,01 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú hangyasavoldat pH-ja 100-szoros hígítás esetén? ($K_s = 1,8 \cdot 10^{-4}$)
- A) 2 egységgel nő
 - B) 1,5 egységgel csökken
 - C) 2 egységgel csökken
 - D) 1,25 egységgel nő
 - E) nem változik

Az Sz2-Sz6 számolási feladatokat külön lapokon oldd meg!
Egy lapra csak egy feladat megoldása kerüljön!
A lapra feltétlenül írd fel a feladat sorszámát!

Sz2. feladat

14 pont

100 évvel ezelőtt azonosította Hevesy György a 72. rendszámú, hafniumnak elnevezett elemet. 80 évvel ezelőtt kapott sokrétű tudományos munkásságáért kémiai Nobel-díjat. Életrajzírója, Siegfried Niese *Hevesy György 1885-1966 – Tudomány határok nélkül* című munkáját 2023-ban magyarul is kiadták.

Történeti feljegyzések szerint a II. világháború borzalmi között csak egyetlen esélye maradt Hevesy Györgynek, hogy a két tudós kollégája megbízásából nála lévő Nobel-díjukat megmentse: királyvízben fel kellett oldania („egy egész délutánom ment rá” – H.Gy.). A háború végén a megrongálódott laboratóriumból a narancssárga oldatokkal teli üvegek épségben kerültek elő. Az oldatból visszanyert aranyat a Stockholmi Akadémiára küldték, ahol a Nobel Alapítvány újraöntette, s azok 1952-ben visszakerültek jogos tulajdonosaikhoz.

De vajon hogyan lehet kinyerni oldatából egy elemet, lehetőleg nagy tisztaságban, jó hatásfokkal? Egyik megoldás az elektrolízis. Egy Nobel-díj éremnyi aranyat 10 Amperes árammal 7,9 óra alatt (ez is egy délután – szerk.) lehet visszanyerni.

A 66 mm átmérőjű Nobel-érem tömege 200,0 gramm. A 23 karátos érme aranytartalma 96,75 tömeg %.

- a) Az adatok ismeretében számítással állapítsd meg, hogy mennyi volt az arany-kationok töltése a királyvízben oldott vegyületben!
- b) Tegyük fel, hogy az arany mellett csak rezet tartalmazott az érme, ami az oldatban Cu^{2+} -ionként volt jelen. Mennyivel növekedett volna meg az elektrolízis ideje, ha az oldatból az ott jelen lévő Cu^{2+} -ionok is leválnak?

Sz3. feladat

11 pont

Egy nyílt láncú, telített, egyértékű alkohol összegképletét szeretnénk meghatározni. Az alkoholt levegőfeleslegben elégettük, az égés utáni gázelegy összetétele a következő: 10,02 térfogat% CO_2 , 13,36 térfogat% H_2O , 72,41 térfogat% N_2 , 4,21 térfogat% O_2 .

- a) Mi az alkohol összegképlete?
- b) Hány %-os levegőfelesleget alkalmaztunk? A levegő összetétele: 21 térfogat% O_2 és 79 térfogat% N_2 .

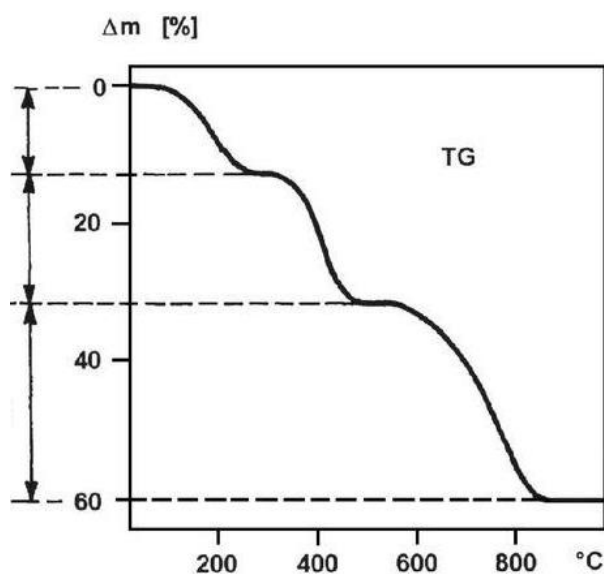
Sz4. feladat

11 pont

Telített nátrium-szulfát-oldatot elektrolizálunk grafitelektródok között, egy napon keresztül, 4,0 A áramerősséggel. Az elektrolízis után 6,28 g szilárd anyag válik ki az oldatból. Írd fel a lejátszódó reakciók egyenletét! Mennyi a Na_2SO_4 oldhatósága 100 g vízre vonatkozóan?

Sz5. feladat**17 pont**

A hőmérséklet növelés hatására bizonyos anyagféleségek hőbomlást szenvednek. Ha a bomlás során gázok szabadulnak fel, akkor tömegvesztés lép fel. Ha tehát egy hőbomlást szenvedő minta tömegét folyamatosan mérjük, miközben a hőmérsékletét növeljük egy erre a célra kialakított kemencében, meg tudjuk azt is állapítani, hogy adott hőmérsékleten a tömegének hány százalékát veszítette el, valamint azt is, hogy a hőbomlás milyen hőmérsékleten játszódott le. A tömegvesztés alapján (meghatározott feltételek teljesülése mellett) az anyagunk sztöchiometriáját is ki tudjuk számítani. Ha egy vegyület több lépésben, különböző hőmérsékleteken egymást követő folyamatokban bomlik, az egyes lépéseket külön tudjuk választani. A mérés végrehajtására szolgáló berendezést termograviméternek (TG), a magas hőmérsékleten is működőképes analitikai mérleget termomérlegnek nevezzük.



Az ábrán egy fémsó termogravimetriás görbéje látható. A vízszintes tengelyen a kemence hőmérsékletét tüntettük fel, a függőleges tengelyen a tömegvesztés mértékét adjuk meg az eredeti tömeg százalékában. A só hőmérsékletét, amely a fémionon kívül csak szenet, hidrogént és oxigént tartalmaz, fokozatosan szobahőmérsékletről 900 °C-ra emeltük. Amint az ábrán is látható, a mintánk három lépésben veszített tömeget, ami három egymást követő hőbomlási folyamatnak felel meg. Az első lépésben, kb. 300 °C-ig emelve a hőmérsékletet, a mintánk tömege

12,320 %-kal csökken. A kemence hőmérsékletét tovább növelve, 300 és 500 °C között a minta eredeti tömegének további 19,165 %-át elveszíti. Az utolsó lépésben 500 és 900 °C között az eredeti tömeg 30,116 %-a távozik a rendszerből. Tudjuk, hogy minden egyes bomlási lépésben csak egyfajta gáz képződik és csak egyfajta folyamat játszódik le. Tudjuk továbbá, hogy a művelet végén kapott szilárd fehér por kalcium-oxid.

- Mi annak a sónak a képlete, amelyet a TG berendezésünkbe bemértünk?
- Írd fel az egyes tömegvesztési folyamatokhoz tartozó reakcióegyenleteket! Válaszaidat számításokkal is indokold!

Sz6. feladat**12 pont**

A kémia szakkörös tanulók meg akarták határozni egy patak vízhozamát. Először mintát vettek a vízből és megtitrálták 0,020 mol/dm³ koncentrációjú AgNO₃-oldattal. 10,0 cm³ vízre fogyott 3,00 cm³ AgNO₃-oldat. Ezután a patakba 10 percen át, állandó egyenletes adagolással összesen 2,00 dm³ 1,000 mol/dm³ koncentrációjú NaCl-oldatot csurgattak. Az adagolás helyétől távolabb (lefelé) vett 10,0 cm³ vízmintára 15,5 cm³ 0,020 mol/dm³ koncentrációjú AgNO₃-oldat fogyott.

- Hogyan vehettek átlagmintát a patakából?
- Milyen vegyület (indikátor) segítségével végezheték a titrálást?
- Számítsd ki a patak vízhozamát dm³/órában!

Ezt a periódusos rendszert tartalmazó utolsó lapot nyugodtan tépd le a feladatsorról,
 hogy könnyebben tudd használni.

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H 1,0																	He 4,0
3	Li 6,9	Be 9,0														O 16,0	F 19,0	Ne 20,2
11	Na 23,0	Mg 24,3												Si 28,1	P 31,0	S 32,1	Cl 35,5	Ar 39,9
19	K 39,1	Ca 40,1	Sc 45,0	Ti 47,9	V 50,9	Cr 52,0	Mn 54,9	Fe 55,8	Co 58,9	Ni 58,7	Cu 63,5	Zn 65,4	Ga 69,7	Ge 72,6	As 74,9	Se 79,0	Br 79,9	Kr 83,8
37	Rb 85,5	Sr 87,6	Y 88,9	Zr 91,2	Nb 92,9	Mo 96,0	Tc -	Ru 101,1	Rh 102,9	Pd 106,4	Ag 107,9	Cd 112,4	In 114,8	Sn 118,7	Sb 121,8	Te 127,6	I 126,9	Xe 131,3
55	Cs 132,9	Ba 137,3	La 138,9	Hf 178,5	Ta 180,9	W 183,8	Re 186,2	Os 190,2	Ir 192,2	Pt 195,1	Au 197,0	Hg 200,6	Tl 204,4	Pb 207,2	Bi 209,0	Po 209,0	At 210,0	Rn 222,0
87	Fr -	Ra -	Ac -	Rf -	Db -	Sg -	Bh -	Hs -	Mt -	Ds -	Rg -	Cn -	Nh -	Fl -	Mc -	Lv -	Ts -	Og -

58	Ce 140,1	Pr 140,9	Nd 144,2	Pm -	Sm 150,4	Eu 152,0	Gd 157,2	Tb 158,9	Dy 162,5	Ho 164,9	Er 167,3	Tm 168,9	Yb 173,0	Lu 175,0
90	Th 232,0	Pa 231,0	U 238,0	Np -	Pu -	Am -	Cm -	Bk -	Cf -	Es -	Fm -	Md -	No -	Lr -