



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



DEBRECENI
EGYETEM



A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program által meghirdetett NTP-TMV-M-24-B-0040 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

57. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2025. április 26.

Országos döntő (írásbeli rész) – I.A, I.B és I.C kategória

FELADATSOR

- Munkaidő: **150 perc.**
- Maximálisan elérhető pontszám: **180 pont.**
- Kérjük, hogy erre a címlapra ne írd 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 számolásoknál mindig az utolsó oldalon lévő periódusos rendszerben szereplő atomtömegeket használd!
- Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
- Az elméleti feladatokat és az Sz1 számítási feladatot a feladatlapon oldd meg!
- Az Sz2-Sz5 számítási 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, Dóbéné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Markovics Ákos, Márkus Teréz, Musza Katalin, Petri Judit, Sipos Pál, Szilágyi Magdolna, Tóth Albertné, Tóth Imre, Várnagy Katalin

Szerkesztő: Ősz Katalin (oszk@gamma.ttk.pte.hu)

Lektorok: Bárány Zsolt Béla, Musza Katalin, Tóth Imre, Várnagy Katalin

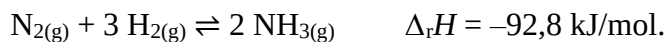
Elmélet

Az E1-E7 elméleti feladatokat a feladatlapon oldd meg!

E1. feladat

9 pont

Az ammónia nitrogénből és hidrogénből történő képződése egyensúlyra vezető folyamat:



- a) Hogyan változik a kiindulási anyagok egyensúlyi koncentrációja (nő, csökken, nem változik) a paraméterek változtatásával? Töltsd ki az alábbi táblázatot! A válaszaidat indokold is meg röviden!

	a kiindulási anyagok egyensúlyi koncentrációja	a termékek egyensúlyi koncentrációja
A hőmérséklet növelésére		
<i>Indokolás:</i>		
A nyomás növelésére (állandó hőmérsékleten)		
<i>Indokolás:</i>		
Katalizátort hozzáadására az egyensúlyi rendszerhez		
<i>Indokolás:</i>		

E2. feladat**36 pont**

Egészítsd ki az alábbi táblázatot!

	Elemi kén	Kén-dioxid	Szén-dioxid	Ammónia	Fehér foszfor
Összegképlet:					
Szerkezeti képlet:					
σ -kötések száma:					
π -kötések száma:					
Nemkötő elektronpárok száma:					
Molekula alakja:					
Molekula polaritása:					
Halmazállapot (25 °C, 0,1 MPa)					
A halmazban fellépő legerősebb kölcsönhatás:					
Rácstípusa szilárd állapotban:					

E3. feladat**10 pont**

TOTÓ: Karikázd be minden sorban az egyetlen helyes válasz jelét (1., 2. vagy X.)!

Vízben való oldásakor nem nő az oldat oxóniumion-koncentrációja	1. kén-hidrogén	2. sósav	X. nátrium-szulfát
3-as pH-jú oldatban az oxóniumion-koncentráció	1. 0,1 mol/dm ³	2. 0,3 mol/dm ³	X. 0,001 mol/dm ³
0,01 mol/dm ³ koncentrációjú oldatának a legkisebb a pH-ja	1. kénsav	2. sósav	X. nátrium-hidroxid
50 cm ³ 0,1 mol/dm ³ koncentrációjú sósavat semlegesít	1. 50 cm ³ 0,1 mol/dm ³ -es Ca(OH) ₂ -oldat	2. 25 cm ³ 0,1 mol/dm ³ -es Ca(OH) ₂ -oldat	X. 25 cm ³ 0,1 mol/dm ³ -es KOH-oldat
Vizes oldata savas kémhatású	1. nátrium-klorid	2. ammónium-nitrát	X. nátrium-acetát
0,01 mol/dm ³ koncentrációjú oldatához azonos térfogatú vizet adva a pH-ja csökken	1. HCl-oldat	2. NaCl-oldat	X. NaOH-oldat
0,01 mol/dm ³ koncentrációjú oldatához azonos térfogatú vizet adva a pH-ja nem változik	1. HCl-oldat	2. NaCl-oldat	X. NaOH-oldat
A 2-es pH-jú oldatra jellemző	1. [H ₃ O ⁺] = 2 mol/dm ³	2. [OH ⁻] = 10 ⁻² mol/dm ³	X. [H ₃ O ⁺] > [OH ⁻]
Vizes oldata semleges kémhatású	1. kősó	2. sziksó	X. timsó
Vízben való oldódásakor nem változik az oldat pH-ja	1. szén-dioxid	2. konyhasó	X. ammónia

E4. feladat**10 pont**

Igaz vagy hamis az alábbi tíz, **szigma-kötésre vonatkozó állítás**? X-eld be a megfelelő választ!

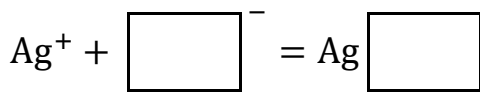
	Igaz	Hamis
Lehet lokalizált és delokalizált.		
Létrejöhet datív módon is.		
Tengelyszimmetrikus.		
Mindig apoláris jellegű.		
Száma megegyezik a kapcsolódó atomok párosítatlan elektronjai számával.		
A vízmolekulában 2 db van belőle.		
Minden molekularácsos anyag halmazában megtalálható.		
Az NH ₃ molekulájában 1 db van belőle.		
A gyémántban a rácsot összetartó kémiai kötés.		
Csak apoláris molekulákból felépülő vegyületekben találunk.		

E5. feladat**10 pont**

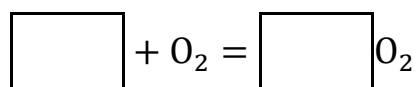
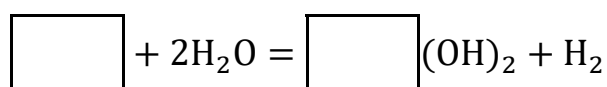
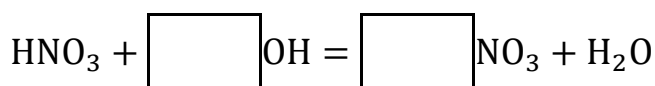
Minden vastag keretes téglalapba **egy-egy elem vegyjelét** írd be úgy, hogy ténylegesen is lejátszódó reakcióegyenleteket kapj. Azonban, ha valamelyik esetben többféle megoldást is tudnál írni, akkor azt írd be, amelyikben az elemek rendszáma a lehető legnagyobb, mert a kapott pont – helyes reakcióegyenlet esetén – attól függ, hogy mennyi a cellákba írt elemek rendszáma!

Az egyenletekbe sztöchiometriai együtthatókat sehol ne írd, azok már be vannak írva!

Ahol nincs megadva, ott add meg a **lejátszódó reakció típusát** is a szaggatott vonalas cellában!

Kiegészítendő reakcióegyenlet:**Reakció típusa:**

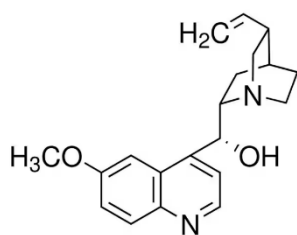
csapadékképződés



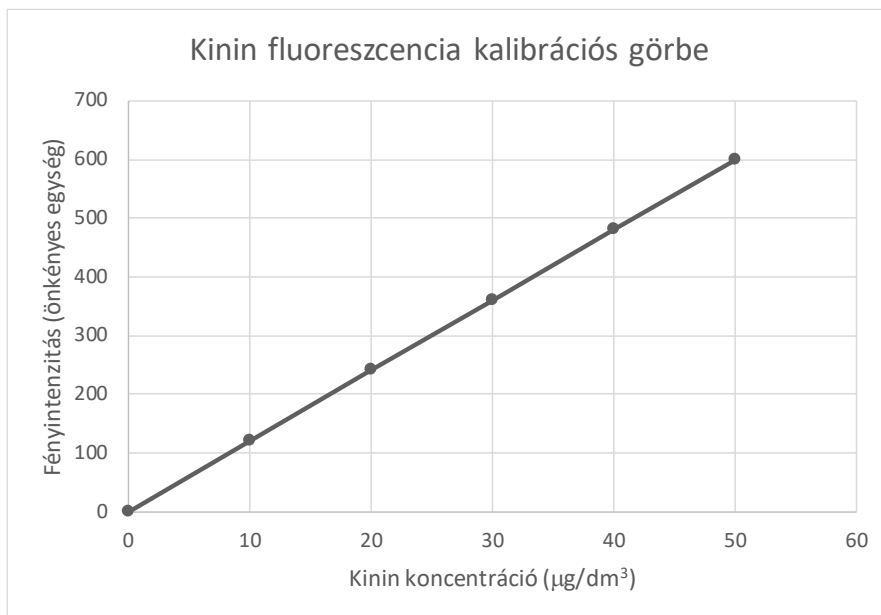
égés

E6. feladat**4 pont**

A fluoreszcens molekulák (mint pl. a malária gyógyszereként is ismert, de a közkedvelt tonik üdítőital keserű ízéért is felelős kinin, ld. képlet alább) olyan anyagfélések, amelyek megvilágítás hatására fényt bocsátanak ki.



A kinin képlete



Ha egy kinint tartalmazó oldatot UV-fénnyel megvilágítunk, az oldat minden irányban kék színű fényt bocsát ki. A kibocsátott fény erőssége (vagy intenzitása) híg oldatban egyenesen arányos a kinin koncentrációjával.

Elkészítettünk egy kinint ismert mennyiségben tartalmazó, rendre 0, 10, 20, 30, 40 és 50 µg/dm³* koncentrációjú oldatsorozatot (ún. kalibrációs oldatsorozatot). Ezzel állapítjuk meg, hogy a berendezésünk (spektrofluoriméter) által mért fényintenzitás hogyan változik a fluoreszcens vegyület koncentrációjával (ld. grafikon). Ezt követően egy ismeretlen kinin koncentrációjú oldatot helyezünk a berendezésbe. A műszerünkről 355 egységnyi fényintenzitást olvastunk le.

a) Az ábra alapján becsüld meg, mennyi az ismeretlen oldat kinin koncentrációja!

b) Egy 18 µg/dm³ koncentrációjú oldat esetében kb. mit mutatna a műszer?

* A µg jelölés mikrogrammot jelöl. 1 µg = 0,001 mg, azaz 1 milligramm ezredrésze.

E7. feladat**11 pont**

Egy reakciósebességi egyenlet megmutatja, hogyan függ egy kémiai folyamat reakciósebessége a jelen lévő anyagok koncentrációjától, állandó hőmérsékleten. A reakciók jelentős részének hatványszorzat alakú sebességi egyenlete van, ami azt jelenti, hogy a sebesség (v) megadható úgy, hogy minden koncentrációt egy megfelelő hatványra emelünk (ennek a neve rendűség), összeszorozzuk őket, majd még egy reakciósebességi állandóval is szorzunk. Képlettel kifejezve:

$$v = k \cdot [A]^{\alpha} \cdot [B]^{\beta} \cdot [C]^{\gamma}$$

ahol $[A]$, $[B]$ és $[C]$ a jelen lévő anyagok koncentrációja, α , β és γ a rájuk vonatkozó rendűségek, k pedig a reakciósebességi állandó.

Mi a reakciósebesség (v) mértékegysége?

A rendűségek gyakran egész számok, de esetenként lehetnek negatív számok (!) vagy törtszámok is. Noha egyszerű reakciók (ún. elemi reakciók) esetén a rendűségek azonosak a rendezett reakcióegyenletben szereplő sztöchiometriai együtthatókkal, általánosan ez nem igaz. A rendűségeket ezért mindig kísérletileg kell meghatározni. Ráadásul időnként egy reakció sebessége olyan anyag koncentrációjától is függ, amely nem is szerepel a rendezett reakcióegyenletben.

Hogy nevezzük azokat az anyagokat, amik növelik a reakció sebességét?

Hogy nevezzük azokat az anyagokat, amik csökkentik a reakció sebességét?

Ebben a feladatban az acetone (C_3H_6O) és a bróm között vizes oldatban lejátszódó reakciót tanulmányozzuk savas közegben. A gyakorlatilag egyirányú folyamat reaktánsai és termékei a következők:



Rendezd a fenti egyenletet! Akkor is írd be a sztöchiometriai együtthatót az üres négyzetbe, ha az értéke 1!

Négy kísérletet állítunk össze úgy, hogy bennük az összekeverés utáni pillanatban a bróm, az acetone és a perklórsav koncentrációja előre megszabott érték volt. Ezeket a koncentrációkat tartalmazza az alábbi táblázat:

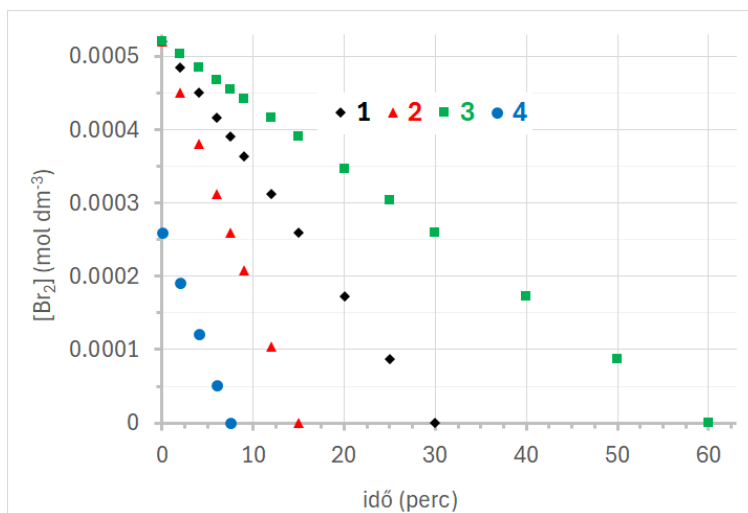
kísérlet sorszáma	$[C_3H_6O]$ (mol/dm ³)	$[Br_2]$ (mol/dm ³)	$[HClO_4]$ (mol/dm ³)
1	0,100	0,000520	0,100
2	0,200	0,000520	0,100
3	0,100	0,000520	0,050
4	0,200	0,000260	0,100

(A perklorátion nem vesz részt egyetlen reakcióban sem.)

Melyik reaktáns fogy el teljesen a reakcióban minden esetben?

--

Az elvégzett kísérletekben a Br_2 koncentrációját a reakció elindítása után több időpontban is meghatározták és az idő függvényében ábrázolták:



A reakció sebességét úgy lehet ezekből a mérésekből kiszámolni, hogy a koncentrációváltozást elosztjuk az eltelt idővel. Az 1. kísérletnél pl. a bróm koncentrációja $0,000520 \text{ mol/dm}^3$ -rel csökkent 30 perc (azaz 1800 s) alatt, így a reakció sebessége:

$$v_1 = \frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{0,000520 \text{ mol/dm}^3}{1800 \text{ s}} = 2,89 \cdot 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Számold ki a másik három kísérletben is a reakciósebességet!

--

Mennyi a reakció rendűsége ...

- az acetone-ra nézve?
- a brómra nézve?
- az oxóniumionra nézve?

Számítás

Az Sz1 számítási feladatot a feladatlapon oldd meg!

Sz1. feladat

29 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!

- Hogyan változik meg az $A + 2B \rightleftharpoons C$ egyensúlyi rendszerben az egyensúlyi állandó értéke, ha változatlan hőmérsékleten a B kiindulási koncentrációját a háromszorosára növeljük?
 - háromszorosára nő
 - változatlan marad
 - kilencszeresére nő
 - harmadára csökken
 - nem határozható meg
- Milyen tömegarányban keverjük össze 10%-os, 40%-os oldatokat, valamint vizet, hogy 25%-os oldatot kapjunk?
 - 1:1:3
 - 2:1:7
 - 5:5:8
 - 5:10:3
 - 1:1:1
- Milyen arány kell összekeverni 10%-os és 50%-os oldat, hogy 20%-os oldatot kapjunk?
 - 1:3
 - 2:1
 - 3:1
 - 7:5
 - 1:1
- A 107,9-es moláris tömegű ezüst két izotóp keveréke. Az egyik a ^{109}Ag . Melyik lehet a másik?
 - ^{112}Ag
 - ^{111}Ag
 - ^{110}Ag
 - ^{108}Ag
 - ^{107}Ag
- Mennyi hidrogén fejleszthető 111,6 g vasból feleslegben vett tömény kénsavval?
 - 2 mol
 - 2 g
 - 1,5 mol
 - 0,2 g
 - 0 mol

6. Mennyi hidrogén fejleszthető 111,6 g vasból feleslegben vett híg kénsavval?
- A) 2 mol
 - B) 2 g
 - C) 1,5 mol
 - D) 0,2 g
 - E) 0 mol
7. 2,0 dm³, 0,1 mol/dm³ koncentrációjú kénsavoldat előállításához mekkora térfogatú 1,83 g/cm³ sűrűségű 98 tömegszázalékos kénsavra van szükség?
- A) 10,93 cm³
 - B) 9,21 cm³
 - C) 17 cm³
 - D) 5,0 cm³
 - E) 1,1 cm³
8. 200 g 15%-os oldathoz mennyi sót kell adni, hogy 25%-os legyen?
- A) 26,67 g
 - B) 50 g
 - C) 30 g
 - D) 20 g
 - E) 25 g
9. Ecetsav – etanol elegyben a kiindulási anyagmennyiség-arány 1:2. Mekkora az észteresítési reakciónak egyensúlyi állandója, ha az ecetsav 50%-a alakul át?
- A) 0,33
 - B) 0,66
 - C) 3,0
 - D) 1
 - E) 1,27
10. Mennyi a HPO_4^{2-} és H_2PO_4^- ionokban lévő elektronok számának különbsége?
- A) 1
 - B) 2
 - C) 50
 - D) 0
 - E) 15
11. 1,0 mol metán és 2,0 mol szén-monoxid keverékét 10-szeres térfogatú oxigénnel összekeverve, majd a reakcióelegyet meggyújtva, mekkora lesz a füstgázban a szén-dioxid mennyisége 200 °C-on?
- A) 25%
 - B) 50%
 - C) 100%
 - D) 13%
 - E) Nem lesz benne szén-dioxid.

Az Sz2-Sz5 számítási feladatokat külön lapokon oldd meg!

Egy lapra csak egy feladat megoldása kerüljön!

A lapra feltétlenül írd fel a feladat sorszámát!

Sz2. feladat

22 pont

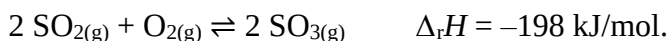
A kénsavgyártáshoz ősidők óta használt egyik alapanyag a zöld vitriol ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Ennek egy mintáját levegőn hevítették zárt rendszerben. A gáz-halmazállapotú termékek lecsapásával kénsavoldatot kaptak, s mellette három vastartalmú anyag 59,0 g tömegű keveréke keletkezett. Ennek 18,1 tömegszázaléka hematit (Fe_2O_3), 30,7 tömegszázaléka magnetit (Fe_3O_4), a maradék pedig goethit (FeOOH) volt.

- Hány tömegszázalék vasat tartalmaz ez a keverék?
- Milyen tömegű zöld vitriolt hevítettek?
- Milyen tömegű és hány tömegszázalékos kénsavoldatot sikerült készíteni?

Sz3. feladat

11 pont

A kén-trioxid kén-dioxidból történő képződése egyensúlyra vezető folyamat:



Amennyiben a kiindulási anyagok mennyisége 1,00-1,00 mol, a kialakuló egyensúlyban a kén-trioxid egyensúlyi koncentrációja (zárt, 2,00 dm³ állandó térfogatú tartályban, 420 °C hőmérsékleten) 0,30 mol/dm³.

- A kén-dioxid és az oxigén hány százaléka alakult át?
- Mekkora 420 °C-on az egyensúlyi állandó?

Sz4. feladat

16 pont

Bármely sósav g/cm³-ben kifejezett sűrűségét elég nagy pontossággal meg lehet adni úgy, hogy 1-hez hozzáadjuk a tömegszázalék 1/200-ad részét. Így pl. a telített HCl-oldatnak, amely 25 °C-on 39,37 tömegszázalékos, a sűrűsége 1,197 g/cm³.

- Számítsd ki a telített oldat anyagsűrűség-koncentrációját, valamint a HCl oldhatóságát 100 g vízre vonatkoztatva!
- 150,0 cm³ tömény sósavból kinyerünk 28,00 dm³ térfogatú 25 °C-os, standard nyomású HCl-gázt. Mennyit csökken a sósav térfogata?

Sz5. feladat

12 pont

Kálium-nitrátból és vízből 20 °C-on telített oldatot készítettünk. Ezután az oldatot felmelegítettük 60 °C-ra és annyi szilárd kálium-nitrátot adagoltunk még hozzá, hogy 60 °C-on telített oldatot kapjunk.

Ezután a telített oldathoz 100 cm³ vizet adtunk, majd az oldatot visszahűtöttük 20 °C-ra. A hűtés hatására 52,53 g szilárd kálium-nitrát vált ki az oldatból.

Hány gramm volt a kiindulási, 20 °C-on telített oldat?

A KNO₃ oldhatósága 20 °C-on 21 g só/100 g víz, 60 °C-on 110 g só/ 100 g víz. A víz sűrűsége 1,00 g/cm³.

Ezt a periódusos rendszert tartalmazó utolsó lapot nyugodtan tépd le a feladatSORRÓL,
 hogy könnyebben tudd használni. Ezt a lapot nem kell beadnod a verseny végén.

18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1,0	2 He 4,0	3 Li 6,9	4 Be 9,0	5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2	11 Na 23,0	12 Mg 24,3	13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 96,0	43 Tc -	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm -	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,2	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0	72 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm -	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,2	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0	72 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa 231,0	92 U 238,0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -	104 U 238,0
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	90 Th 232,0	91 Pa													