



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM



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) – II.A, II.B és II.C kategória

FELADATSOR

- Munkaidő: **150 perc.**
- Maximálisan elérhető pontszám: **180 pont.**
- Kérjük, hogy erre a címlapra ne írd feladatmegoldást!
- A feladatlapra 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 feladatlapra oldd meg!
- Az Sz2-Sz6 számítási feladatokat külön lapokra oldd meg! Egy lapra csak egy feladat megoldása kerüljön! A lapra feltétlenül írd fel a feladat sorszámát (pl. Sz2)!

Feladatkészítők: Bárány Zsolt Béla, Dóbiné 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-E6 elméleti feladatokat a feladatlapon oldd meg!

E1. feladat

18 pont

Tegyél + jelet a táblázatba, ha a fent szereplő fémre igaz az állítás! Ügyelj arra, hogy a rossz helyre beírt + jelért pontlevonás jár!

	Fe	Cu	Ag	Al
Híg sósavból hidrogéngázt fejleszt.				
Amfoter elem.				
Tömény salétromsavban oldódik.				
Többféle oxidációs állapotban fordul elő.				
Halogenidjei fényérzékenyek.				
Tiszta állapotban vörös színű.				
Nemesfém.				
A Daniell-elem katódja.				
Könnyűfém.				
Híg kénsavoldatból H ₂ -gázt fejleszt.				
A bronz összetevője.				
Vegyülete a lúpisz.				
Ionjai vizes oldatban színtelenek.				

E2. feladat**24 pont**

Az alábbi feladatban olyan vegyületekkel találkozhatasz, amelyek molekuláiban C=O molekularészlet található. Töltsd ki értelemszerűen a táblázatot!

A C=O molekularészlethez kapcsolódó ...		A vegyület neve:	Jellemző reakciójának rendezett egyenlete:
egyik atomcsoport:	másik atomcsoport:		
H–	CH ₃ –		Fehling-próbájának egyenlete:
HO–	HO–*		Reakciója mészkővel:
		glicerinaldehid	Ezüsttükörpróbájának egyenlete:
		metil-acetát	Reakciója nátrium-hidroxiddal:
HO–	H–		Reakciója brómmal:
		butanon	Tökéletes égésének egyenlete:
HO–	CH ₃ –		Reakciója szódabikarbónával:

* Valójában ilyen molekula csak nagyon kis koncentrációban létezik, azaz instabil.

E3. feladat**14 pont**

Ebben a feladatban a **termék** oszlopban szereplő anyag előállítása a cél. Az előállítás egy lépésben, melléktermék képződése nélkül, szénhidrogénből történik. Félkonstitúciós (atomcsoportos) képlettel dolgozz (pl. $\text{CH}_3\text{--CH}_3$)! Soronként egy lehetséges megoldást adj csak meg!

1. anyag (szénhidrogén) +	2. anyag (reagens) =	termék
		1,2-diklórbután
		2-klórbután
		2,3-diklórbután
		3,4-diklórbut-1-én
		1,4-diklórbut-2-én
		3-klórbut-1-én
		1-klórbut-2-én

E4. feladat**10 pont**

Add meg a megfogalmazásban megadott szempontnak megfelelő legkisebb szénatomú, telített vegyület félkonstitúciós képletét és szisztematikus vagy közönséges nevét!

1. Legnagyobb H:C arányú szénhidrogén:

Képlet:	Név:
---------	------

2. Másodrendű (szekunder) szénatomot is tartalmazó szénhidrogén:

Képlet:	Név:
---------	------

3. Másodrendű (szekunder) alkohol:

Képlet:	Név:
---------	------

4. Kétértékű, stabilis alkohol:

Képlet:	Név:
---------	------

5. Kétértékű karbonsav:

Képlet:	Név:
---------	------

E5. feladat**9 pont**

Kémia a szivárvány minden színében – TOTÓ

Karikázd be a helyes válasz jelét (1., 2. vagy X.) és válaszolj röviden a feltett kérdésekre!

1. Az alábbiak közül melyik VÖRÖS színű vegyület?

1. réz(I)-oxid	2. réz(II)-oxid	X. vas(II)-oxid
----------------	-----------------	-----------------

2. Az alábbiak közül melyik NARANCS színű vegyület?

1. KMnO_4	2. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	X. K_2CO_3
--------------------	--------------------------------------	----------------------------

3. Az alábbiak közül melyik SÁRGA színű?

1. Ag	2. AgCl	X. AgI
Hogyan változik a színe napsütés/fény hatására?		

4. Az alábbiak közül melyik ZÖLD színű?

1. $\text{Fe}(\text{OH})_2$	2. $\text{Fe}(\text{OH})_3$	X. Fe
-----------------------------	-----------------------------	-------

5. Az alábbiak közül melyik KÉK színű vegyület?

1. lúgkő	2. vasgálic	X. rézgálic
Mi a kék vegyület képlete?		

6. Az alábbiak közül melyik sötét IBOLYA színű?

1. KMnO_4	2. MnSO_4	X. Mn
Mennyi benne a fém oxidációs száma?		

E6. feladat**14 pont**

A tolilcsoport (Tol-) úgy képezhető, hogy a toluol (vagy metil-benzol) egy aromás hidrogénjét eltávolítjuk, a hexahidrotolilcsoport (Hht-) pedig úgy, hogy a hexahidrotoluol (vagy metil-ciklohexán) bármely hidrogénjét eltávolítjuk.

- a) Rajzold fel az összes tolilcsoportnak és az összes hexahidrotolilcsoportnak a szerkezetét!

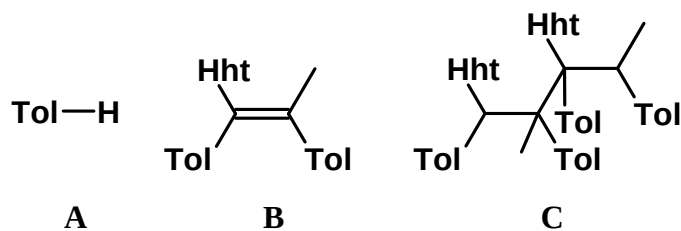
Tolilcsoportok (3 féle):

--	--	--

Hexahidrotolilcsoportok (5 féle):

--	--	--	--	--

Háromféle molekulát (A, B és C) láthatsz az alábbi ábrán ezekkel a csoportjelölésekkel:



- b) Mi az **A**, a **B** és a **C** molekulák összegképlete?

A:	B:	C:
-----------	-----------	-----------

- c) Hány különböző szerkezeti izomerje van az **A**, a **B** és a **C** molekuláknak? Ezeket nem kell felrajzolnod, csak a számukat add meg!

A:	B:	C:
-----------	-----------	-----------

Számítás

Az Sz1 számítási feladatot a feladatlapon oldd meg!

Sz1. feladat

35 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!

- 0,05 mol/dm³ koncentrációjú, kétértékű erős sav vizes oldatát százszorosára hígítva, mekkora lesz az oldat pH-ja?
A) 4,0
B) 3,0
C) 2,5
D) 11,0
E) 10,5
- 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
- pH = 1,0-es sósavat és vizet milyen térfogatarányban kell összekeverni, hogy a keletkező oldat pH-ja 1,3 legyen?
A) 1:1000
B) 1:1
C) 3:5
D) 1:10
E) Nem határozható meg
- 2,0 dm³ pH = 2,0-es sósavba mennyi szilárd NaOH-t kell tenni, hogy a pH-ja 10 egységgel változzon? A térfogatváltozás elhanyagolható.
A) 0,40 mol
B) 0,80 g
C) 1,6 g
D) 8000 mg
E) 0,020 mol
- Milyen arányban kell összekeverni pH = 2-es sósavat és pH = 13-as NaOH-t, hogy pH = 7-es rendszer alakuljon ki?
A) 100:3
B) 20:7
C) 1:1
D) 10:1
E) Nem megoldható

6. Mennyi időre lenne szükség 1,2 kg Al timföld olvadékból való leválasztásához, ha háztartási áramot, azaz 10 A áramerősséget használnánk?
- A) 1042 nap
 - B) 3 év
 - C) 14,9 nap
 - D) 1,5 év
 - E) 651 nap
7. Egy standardállapotú metán – etán elegy átlagos moláris tömege 23 g/mol. A rendszert sztöchiometrikus mennyiségű oxigénnel összekeverve, majd elégetve, hogyan változik meg a nyomás (az oxigénnel kevert elegyhez képest), ha a kiindulási hőmérsékletre visszahűtjük?
- A) nem változik
 - B) 40%-ra csökken
 - C) kétszerese lesz
 - D) 10%-kal csökken
 - E) harmadára csökken
8. 1,0 mol metán és 2,0 mol szén-monoxid keverékét 10-szeres térfogatú oxigénnel összekeverve, majd a reakcióelegyet meggyújtva, a füstgáz hány térfogatszázaléka lesz a szén-dioxid 200 °C-on?
- A) 25%
 - B) 50%
 - C) 100%
 - D) 13%
 - E) Nem lesz benne szén-dioxid.
9. Egy kén-hidrogén, kén-dioxid gázelegy átlagos moláris tömege 58 g/mol. 10 mol elegyből kiindulva a reakció lejátszódása után mennyi kén válhat ki maximálisan?
- A) 3 mol
 - B) 8 mol
 - C) 1 mol
 - D) 4,5 mol
 - E) 0,25 mol
10. Mekkora lehet a 0,010 mol/dm³ koncentrációjú ammónium-klorid-oldat pH-ja?
- A) 1,9
 - B) 12,0
 - C) 10,67
 - D) 5,63
 - E) 8,37

Az Sz2-Sz6 számítási feladatokat külön lapokon oldd meg!

Egy lapra csak egy feladat megoldása kerüljön!

A lapra feltétlenül írd fel a feladat sorszámát!

Sz2. feladat

16 pont

Egy szerves sav 71,1 tömegszázalék oxigént és 2,22 tömegszázalék hidrogént tartalmaz. Ennek a savnak 0,405 g-jában $2,7 \cdot 10^{21}$ molekulát tartalmaz.

a) Mi a sav képlete?

A sav kalciumsójának erőteljes hevítésekor csak szilárd anyag és két különböző gáz keletkezik. Egyik gáz sem elem.

b) Írd fel a kalciumsó hevítésekor végbement reakciót!

c) Milyen lesz a keletkezett vizes oldat kémhatása, ha a hevítéskor keletkező szilárd anyagot vízzel összekeverjük? Írj reakcióegyenletet is!

d) A sav vizes oldatában a sav tömegszázaléka kétszerese az anyagsűrűség-százalékban megadott értékének. Számítsd ki a sav vizes oldatának tömeg- és anyagsűrűség-százalékos összetételét!

Sz3. feladat

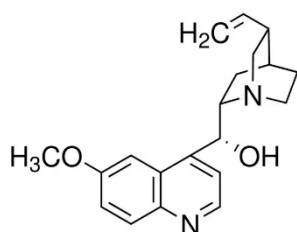
9 pont

Egy egyértékű gyenge sav $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatának pH-ja 3,00. Ennek az oldatnak adott térfogatú részletét 1000 cm^3 -re hígítottuk. Ekkor az oldat pH-ja egy egységgel változott meg a kiindulási oldathoz képest. Mekkora térfogatú oldatot hígítottunk 1000 cm^3 -re?

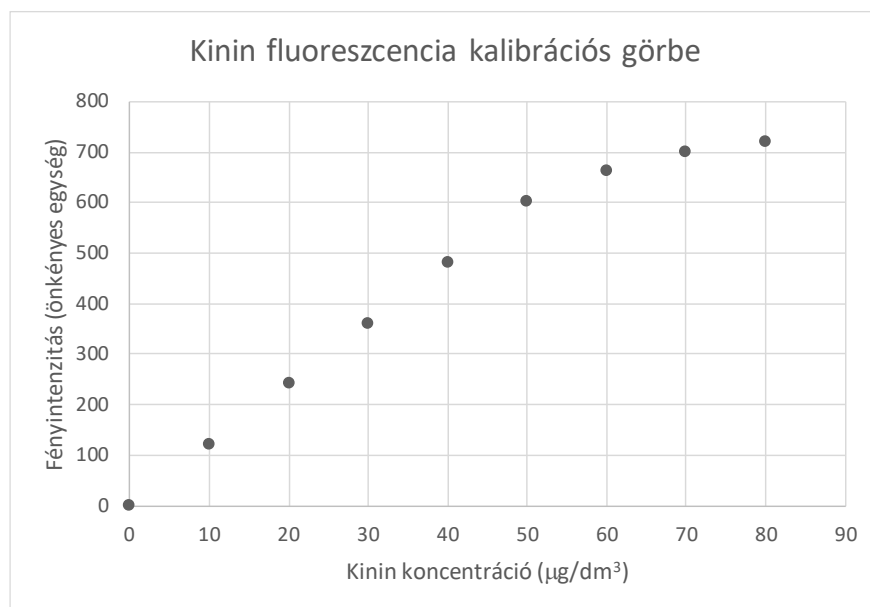
Sz4. feladat

8 pont

A fluoreszcens molekulák (mint pl. a malária gyógyszereként is ismert, de a közkedvelt tonik 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, de nagyobb koncentrációknál telítésbe hajlik (ld. fenti grafikon).

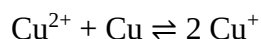
Elkészítettünk egy kinint ismert mennyiségben tartalmazó, rendre 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 és 80 µg/dm³* koncentrációjú oldatsorozatot (ún. kalibrációs oldatsorozatot). Ezzel állapítjuk meg, hogy a berendezésünk (spektrofluoriméter) által mért fényintenzitás hogyan változik a fluoreszcens vegyület koncentrációjával. 80 µg/dm³-nél nagyobb koncentrációjú oldatokat azért nem mértünk, mert azoknál már gyakorlatilag mindig ugyanazt a fényintenzitást kapnánk, így ott már a fényintenzitásból úgysem lehetne meghatározni a koncentrációt.

- Ezt követően egy ismeretlen kinin koncentrációjú oldatot helyezünk a berendezésbe. A műszerünkről az oldatra 360 egységnyi fényintenzitást olvastunk le. Az ábra alapján becsüld meg, mennyi az első ismeretlen oldat kinin koncentrációja!
- Egy másik oldatról azt tudjuk, hogy a koncentrációja kb. 220 µg/dm³. Írj javaslatot arra, hogy hogyan határoznád meg ebben az esetben az oldat pontos koncentrációját! Ehhez a spektrofluoriméter, illetve mindenféle pipetták, mérőlombikok, és egy teli desztillált vizes flaska áll rendelkezésedre.

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

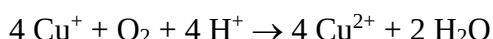
Sz5. feladat**11 pont**

A CuCl_2 savas kémhatású vizes oldatához elemi rezet adva a következő úgynevezett szinproporcionálódási folyamat játszódik le:



A CuCl rosszul oldódik tiszta vízben, de kloridionok feleslegének jelenlétében jól oldódó (pl. CuCl_2) szintelen komplex ionok képződnek, emiatt ilyen körülmények között a fenti egyensúly teljesen a jobb oldal irányába tolódik el. Ez abból is látszik, hogy az eredetileg a Cu^{2+} miatt kék színű oldat egy idő után elszíntelenedik (a Cu^+ és komplexei ugyanis szintelenek).

A reakció lejátszódása után így kapott Cu(I) -oldatot gázokból oxigénnyomok eltávolítására (azaz oxigéncsapdaként) használják, ha ugyanis a rendszerbe oxigén kerül, a Cu^+ oxidálódik Cu^{2+} -vé az alábbi reakcióegyenlet szerint:



a képződött Cu^{2+} -t pedig a jelenlévő Cu visszaalakítja Cu^+ -gyé.

- Írd fel a bruttó egyenletet a két megadott egyenlet alapján (bruttó egyenletnek azt a reakcióegyenletet nevezzük, ami egyetlen rendezett kémiai egyenletben összefoglalja a többlépéses reakció lényegét, azaz, hogy miből mi keletkezik.): $\dots \text{Cu} + \dots \text{O}_2 \dots$
- Készítünk 1000 cm^3 , HCl -re $1,000 \text{ mol/dm}^3$, CuCl_2 -re $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatot, és belehelyezünk egy $30,0 \text{ g}$ tömegű rézdrótot, majd a lombikot légmentesen lezárjuk. (Az oldószer oxigéntartalmát és az oldatkészítés során a rendszerbe került oxigén mennyiségét az egyszerűség kedvéért hanyagoljuk el.) Hány liter standardállapotú O_2 eltávolítására alkalmas ez az oldat?
- Számítással igazold, hogy ugyanennyi lenne-e az oxigénfogyás, ha az oldatunk HCl -re nézve $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú lenne!

Sz6. feladat**12 pont**

Egy, a laboratóriumi munkában még kevésbé jártos vegyészhallgató egy szilárd halmazállapotú szerves sav molekulaképletét szeretne volna meghatározni. A biztonság kedvéért mindenféle adatot megmért és feljegyzett a füzetébe. Ezeket írta le:

„A szilárd halmazállapotú sav sűrűsége 25°C -on $1,79 \text{ g/cm}^3$, olvadáspontja 168°C . Szilárd állapotban a vegyület moláris térfogata $0,0838 \text{ dm}^3/\text{mol}$.

A sav $222,2 \text{ mg}$ -ját elégetve 1705 J hő fejlődik, miközben $260,72 \text{ mg}$ szén-dioxid és $79,98 \text{ mg}$ víz keletkezik.

A sav $147,3 \text{ mg}$ -ját $1390,8 \text{ mg}$ vízben oldva $1,47 \text{ cm}^3$ oldat keletkezik, amelynek a fagyáspontja $-1,3^\circ\text{C}$. Az oldathoz további $12,4335 \text{ g}$ vizet adva a térfogata $13,90 \text{ cm}^3$, a fagyáspontja $-0,2^\circ\text{C}$ lesz. Ezt az oldatot $0,1344 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú, $1,047 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű NaOH -oldattal titrálva, indikátorként $0,08 \text{ cm}^3$ $0,01\%$ -os fenolftalein-oldatot használva az ekvivalenciapontig a fogyás $14,61 \text{ cm}^3$, az ekvivalenciapontban mérhető pH $8,47$. Az ekvivalenciapont után a titrálószerből még $2,33 \text{ cm}^3$ -t az elegyhez adva a pH $12,00$ -ra növekszik.”

Mi a sav molekulaképlete?

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	
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 -	
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 -	
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	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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 -	
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							