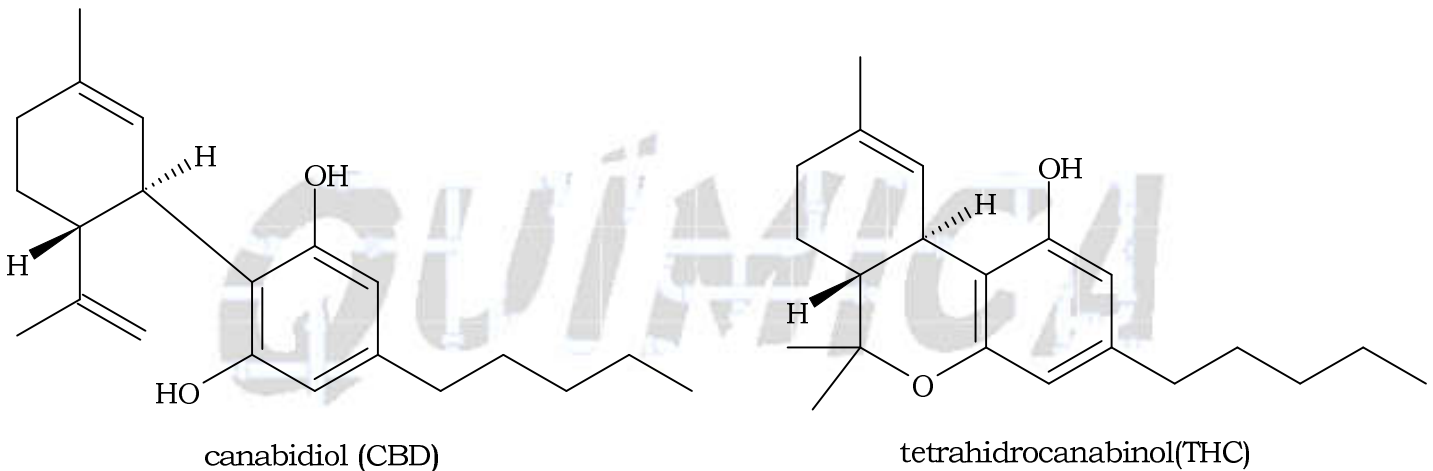


**01.** A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou, no ano de 2020, a comercialização do primeiro fármaco à base de canabidiol (CBD) produzido no Brasil. Indicado para certos casos de epilepsia que não respondem aos medicamentos existentes, o canabidiol (massa molar = 314 g/mol) é isômero do tetrahydrocannabinol (THC), composto controlado devido à sua ação psicotrópica.

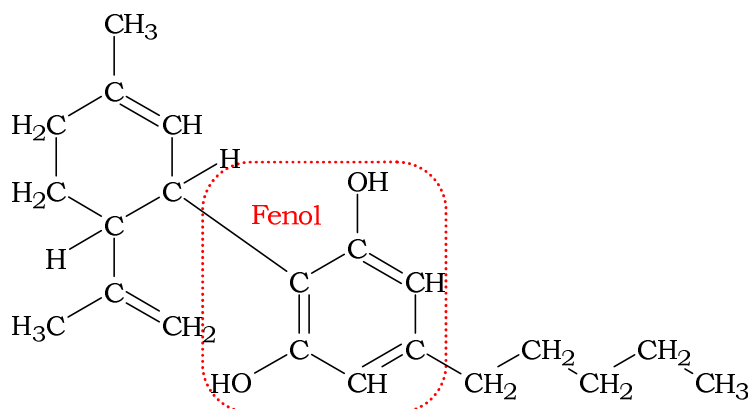


Fitofármacos à base de óleo de *Cannabis* estão disponíveis no mercado em diversas concentrações de canabidiol, como, por exemplo, na concentração de 200 mg/mL, contendo baixo teor de THC. Conforme orientação médica, a dose administrada pode variar de 2,5 a 25 mg/kg/dia (mg de canabidiol por quilograma de massa corporal por dia).

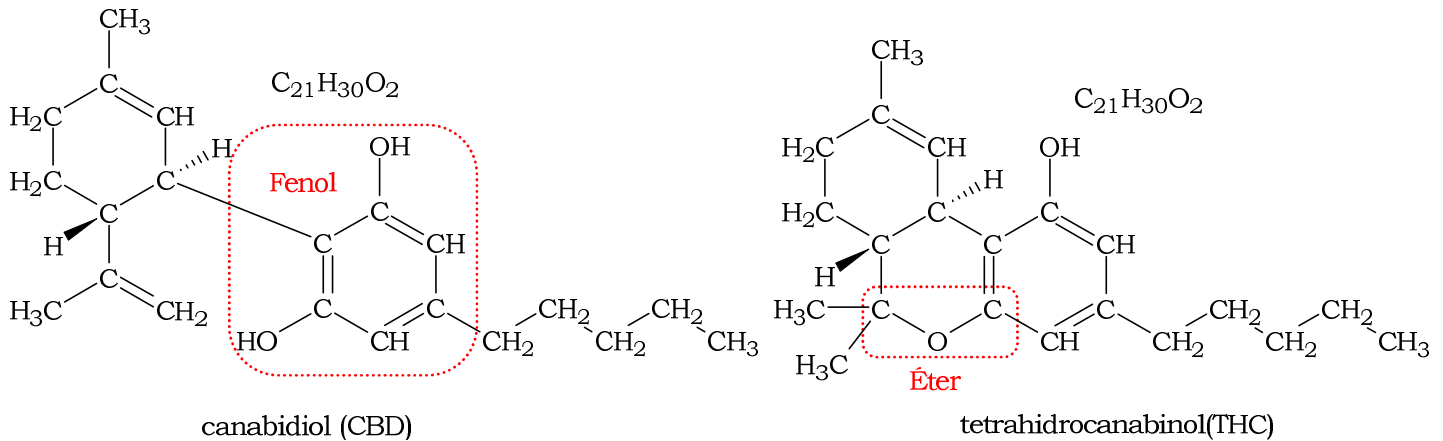
- a)** Que função orgânica oxigenada está presente no CBD? Que tipo de isomeria constitucional (plana) existe entre as moléculas de CBD e de THC?
- b)** Calcule o volume de fitofármaco que deve ser administrado a um adulto de 70 kg para atender à dose diária máxima de CBD, considerando a concentração citada no texto. Expresse a quantidade de CBD presente nessa dose em número de mol.

**Resolução:**

- a)** Função orgânica oxigenada presente no CBD: fenol.



Tipo de isomeria constitucional (plana) que existe entre as moléculas de CBD e de THC: isomeria funcional ou de função (os isômeros apresentam funções orgânicas diferentes: fenol e éter).



**b)** Cálculo do volume de fitofármaco que deve ser administrado a um adulto de 70 kg para atender à dose diária máxima de CBD, considerando a concentração citada no texto:

$$\text{Dose diária máxima} = 25 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

$$1 \text{ kg} \text{ ————— } 25 \text{ mg}$$

$$70 \text{ kg} \text{ ————— } m$$

$$m_{\text{máx.}} = \frac{70 \text{ kg} \times 25 \text{ mg}}{1 \text{ kg}} = 1750 \text{ mg}$$

$$C = 200 \frac{\text{mg}}{\text{mL}}$$

$$C = \frac{m_{\text{máx.}}}{V} \Rightarrow 200 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} = \frac{1750 \text{ mg}}{V}$$

$$V = \frac{1750}{200} \text{ mL} \Rightarrow V = 8,75 \text{ mL}$$

Expressão da quantidade de CBD presente nessa dose em número de mol:

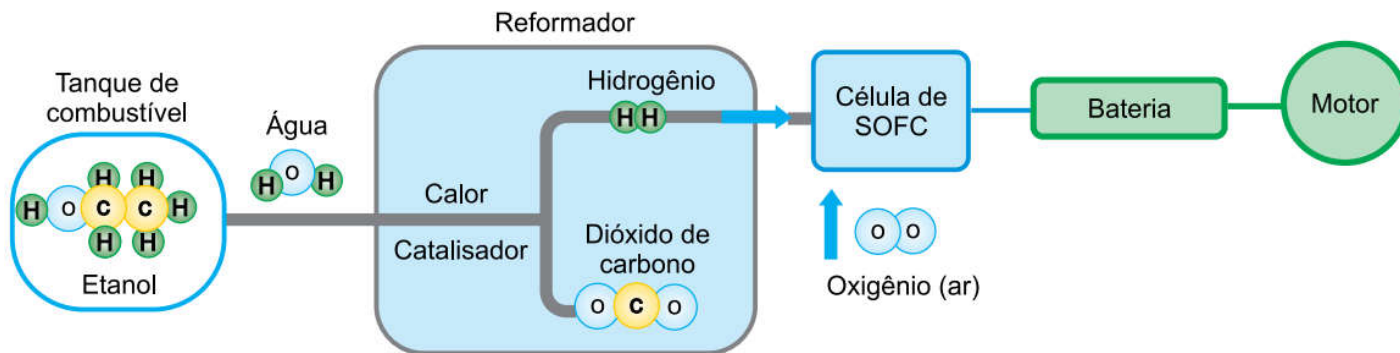
$$M = 314 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{máx.}} = 1750 \text{ mg} = 1750 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$n = \frac{m_{\text{máx.}}}{M} \Rightarrow n = \frac{1750 \times 10^{-3} \text{ g}}{314 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,5732 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n = 5,57 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

**02.** O esquema representa um sistema de geração de energia elétrica para veículos a partir da reforma catalítica do etanol. Nesse sistema, o etanol e a água reagem no reformador, produzindo o gás hidrogênio que alimenta a Célula a Combustível de Óxido Sólido (SOFC), juntamente com o oxigênio do ar. A corrente elétrica gerada na SOFC recarrega a bateria que aciona o motor sem a necessidade da recarga usual nos veículos elétricos convencionais.



(<https://revistapesquisa.fapesp.br>. Adaptado.)

A SOFC gera energia elétrica por meio das reações de oxirredução do  $H_2$  e do  $O_2$ .

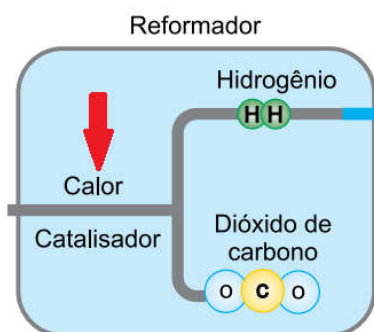
O  $O_2$  do ar é reduzido no cátodo, conforme a equação:  $\frac{1}{2}O_2 + 2e^- \longrightarrow O^{2-}$ .

Os íons  $O^{2-}$  formados no cátodo migram através do eletrólito de óxido sólido até o ânodo, onde reagem com o combustível  $H_2$ , formando água e liberando elétrons. Esses elétrons percorrem o circuito externo e retornam ao cátodo, reiniciando o processo. A equação global da reação de oxirredução é:  $\frac{1}{2}O_2 + H_2 \longrightarrow H_2O$ .

- a)** Classifique a reação de formação do hidrogênio no reformador quanto ao calor envolvido. Qual o papel do catalisador nessa reação?
- b)** Represente, por meio de uma equação química balanceada, a reação de produção do hidrogênio e do dióxido de carbono no reformador a partir do etanol e da água. Escreva a equação da reação anódica ocorrida na SOFC.

**Resolução:**

- a)** Classificação da reação de formação do hidrogênio no reformador quanto ao calor envolvido: reação endotérmica, pois ocorre com absorção de calor.



Papel do catalisador na reação de formação do hidrogênio no reformador: diminuir a energia de ativação, ou seja, acelerar a reação.

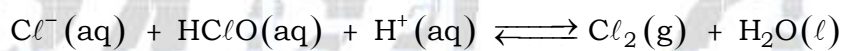
**b)** Representação, por meio de uma equação química balanceada, da reação de produção do hidrogênio ( $H_2$ ) e do dióxido de carbono ( $CO_2$ ) no reformador a partir do etanol ( $C_2H_6O$ ) e da água ( $H_2O$ ):  $C_2H_6O + 3H_2O \xrightarrow[\text{cat.}]{\Delta} 2CO_2 + 6H_2$ .

De acordo com o texto do enunciado, os íons  $O^{2-}$  formados no cátodo (redução) migram através do eletrólito de óxido sólido até o ânodo (oxidação), onde reagem com o combustível  $H_2$ , formando água ( $H_2O$ ) e liberando elétrons ( $e^-$ ).

Equação da reação anódica (oxidação) ocorrida na SOFC:  $O^{2-} + H_2 \xrightarrow{\text{oxidação}} H_2O + 2e^-$ .

**03.** O hábito popular de se misturar produtos de limpeza quimicamente incompatíveis pode representar risco à saúde e causar acidentes domésticos. Um exemplo de combinação inadequada é a mistura de água sanitária, solução aquosa de hipoclorito de sódio ( $NaClO$ ), com vinagre, solução de ácido acético ( $CH_3COOH$ ). Essa mistura favorece a formação de cloro ( $Cl_2$ ), um gás tóxico causador de queimaduras químicas nos olhos e nas vias aéreas.

Em solução aquosa, o  $NaClO$  gera os íons hipoclorito ( $ClO^-$ ) e cloreto ( $Cl^-$ ), que estabelecem o seguinte equilíbrio em meio ácido:

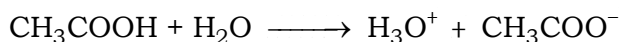
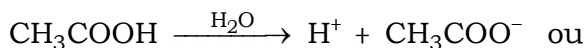


**a)** Escreva a equação de ionização do ácido acético. Indique qual das espécies envolvidas no equilíbrio do  $NaClO$  em meio aquoso sofre oxidação.

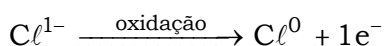
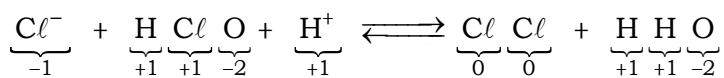
**b)** Escreva a fórmula estrutural do produto orgânico formado na reação entre o  $CH_3COOH$  e o  $NaOH$ . Explique, segundo o Princípio de Le Chatelier, por que a adição de vinagre à água sanitária favorece a formação do gás cloro.

**Resolução:**

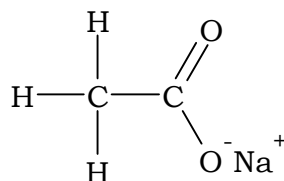
**a)** Equação de ionização do ácido acético ( $CH_3COOH$ ):



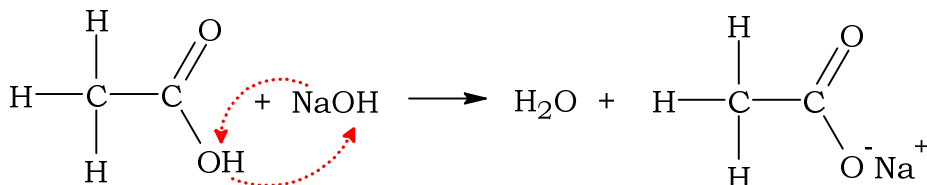
Espécie química envolvida no equilíbrio do  $NaClO$  em meio aquoso que sofre oxidação:  $Cl^-$ .



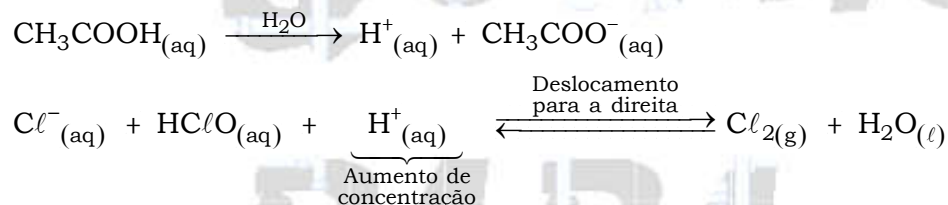
b) Fórmula estrutural do produto orgânico formado na reação entre o CH<sub>3</sub>COOH e o NaOH:



Observe:



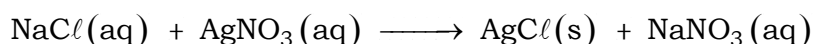
A adição de vinagre (solução de ácido acético; CH<sub>3</sub>COOH) à água sanitária favorece a formação do gás cloro, pois desloca o equilíbrio para a direita. Isto ocorre devido à elevação da concentração de ions H<sup>+</sup> no sistema.



04. O soro glicofisiológico é uma solução aquosa indicada na reposição de água, calorias e eletrólitos. A tabela mostra a composição e a concentração, em % em massa, do soro glicofisiológico.

Soluto	Fórmula	% em massa
Glicose	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	5 %
Cloreto de sódio	NaCl	0,9 %

A concentração de NaCl (58,5 g/mol) no soro glicofisiológico pode ser determinada em laboratório por meio da reação com solução aquosa de nitrato de prata, AgNO<sub>3</sub> (170 g/mol), na qual é produzido um sal insolúvel, conforme a equação a seguir:



a) Qual o tipo de ligação química existente no carboidrato do soro glicofisiológico? Escreva a fórmula de Lewis para o eletrólito presente no soro glicofisiológico.

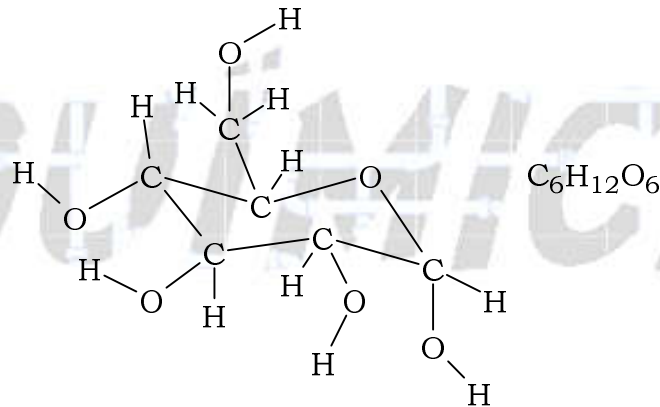


**b)** Considerando que a densidade do soro glicofisiológico é igual a 1 g/mL, expresse a concentração de glicose nesse soro em gramas por litro (g/L). Calcule a massa, em gramas, de AgNO<sub>3</sub> necessária para reagir com todo o NaCl presente em 200 mL de soro glicofisiológico.

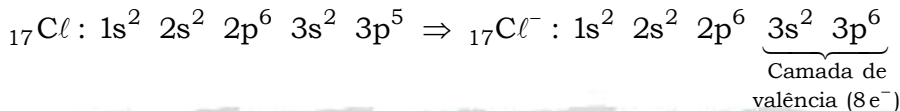
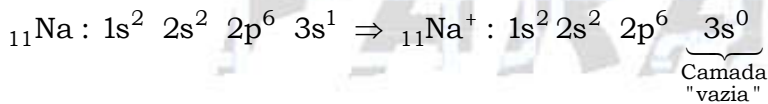
**Resolução:**

**a)** De acordo com a tabela periódica fornecida na prova, verifica-se que os átomos de carbono (grupo 14 ou família IVA), hidrogênio (grupo 1) e oxigênio (grupo 16 ou família VIA) que compõem a glicose (carboidrato) são ametais. Logo, o tipo de ligação química existente no carboidrato (glicose) é covalente.

Observe:



Na (Z = 11); Cl (Z = 17) (vide tabela periódica fornecida na prova)



Fórmula de Lewis para o eletrólito (NaCl) presente no soro glicofisiológico:



**b)** Considerando que a densidade do soro glicofisiológico seja igual a 1 g/mL, cálculo da concentração de glicose nesse soro em gramas por litro (g/L):

$$d_{\text{soro}} = 1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\tau_{\text{Glicose}} = 5 \% = \frac{5}{100}$$

$$C_{\text{Glicose}} = \tau_{\text{Glicose}} \times d_{\text{soro}}$$

$$C_{\text{Glicose}} = \frac{5}{100} \times 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow C_{\text{Glicose}} = 50 \text{ g/L}$$

Cálculo da massa, em gramas, de  $\text{AgNO}_3$  necessária para reagir com todo o  $\text{NaCl}$  presente em 200 mL de soro glicofisiológico:

$$V = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}; \tau_{\text{NaCl}} = 0,9 \% = \frac{0,9}{100}$$

$$d_{\text{soro}} = 1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

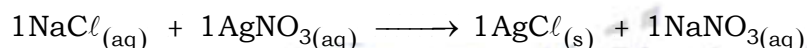
$$C_{\text{NaCl}} = \tau_{\text{NaCl}} \times d_{\text{soro}} \Rightarrow \frac{m_{\text{NaCl}}}{V} = \tau_{\text{NaCl}} \times d_{\text{soro}}$$

$$m_{\text{NaCl}} = \tau_{\text{NaCl}} \times d_{\text{soro}} \times V$$

$$m_{\text{NaCl}} = \frac{0,9}{100} \times 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,2 \text{ L}$$

$$m_{\text{NaCl}} = 1,8 \text{ g}$$

$$M_{\text{NaCl}} = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}; M_{\text{AgNO}_3} = 170 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$58,5 \text{ g} \text{ ————— } 170 \text{ g}$$

$$1,8 \text{ g} \text{ ————— } m_{\text{AgNO}_3}$$

$$m_{\text{AgNO}_3} = \frac{1,8 \text{ g} \times 170 \text{ g}}{58,5 \text{ g}} = 5,23076 \text{ g} \Rightarrow m_{\text{AgNO}_3} = 5,2 \text{ g}$$

Dados:

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

1 1 H hidrogênio 1,01																	2 2 He hélio 4,00
3 3 Li lítio 6,94	4 4 Be berílio 9,01											5 5 B boro 10,8	6 6 C carbono 12,0	7 7 N nitrogênio 14,0	8 8 O oxigênio 16,0	9 9 F flúor 19,0	10 10 Ne neônio 20,2
11 11 Na sódio 23,0	12 12 Mg magnésio 24,3											13 13 Al alumínio 27,0	14 14 Si silício 28,1	15 15 P fósforo 31,0	16 16 S enxofre 32,1	17 17 Cl cloro 35,5	18 18 Ar argônio 40,0
19 19 K potássio 39,1	20 20 Ca cálcio 40,1	21 21 Sc escândio 45,0	22 22 Ti titânio 47,9	23 23 V vanádio 50,9	24 24 Cr cromio 52,0	25 25 Mn manganês 54,9	26 26 Fe ferro 55,8	27 27 Co cobalto 58,9	28 28 Ni níquel 58,7	29 29 Cu cobre 63,5	30 30 Zn zinco 65,4	31 31 Ga gálio 69,7	32 32 Ge germânio 72,6	33 33 As arsênio 74,9	34 34 Se selênio 79,0	35 35 Br bromo 79,9	36 36 Kr criptônio 83,8
37 37 Rb rubídio 85,5	38 38 Sr estrôncio 87,6	39 39 Y ítrio 88,9	40 40 Zr zircônio 91,2	41 41 Nb nióbio 92,9	42 42 Mo molibdênio 96,0	43 43 Tc tecnécio	44 44 Ru rutênio 101	45 45 Rh ródio 103	46 46 Pd paládio 106	47 47 Ag prata 108	48 48 Cd cádmio 112	49 49 In índio 115	50 50 Sn estanho 119	51 51 Sb antimônio 122	52 52 Te telúrio 128	53 53 I iodo 127	54 54 Xe xenônio 131
55 55 Cs césio 133	56 56 Ba bário 137	57-71 lantanoides	72 72 Hf hafnício 178	73 73 Ta tântalo 181	74 74 W tungstênio 184	75 75 Re rênio 186	76 76 Os osmio 190	77 77 Ir irídio 192	78 78 Pt platina 195	79 79 Au ouro 197	80 80 Hg mercúrio 201	81 81 Tl tálio 204	82 82 Pb chumbo 207	83 83 Bi bismuto 209	84 84 Po polônio	85 85 At astato	86 86 Rn radônio
87 87 Fr frâncio	88 88 Ra rádio	89-103 actinoides	104 104 Rf rutherfordio	105 105 Db dúbnio	106 106 Sg seabórgio	107 107 Bh bóhrio	108 108 Hs hássio	109 109 Mt meitnério	110 110 Ds darmstádio	111 111 Rg roentgênio	112 112 Cn copernício	113 113 Nh nihônio	114 114 Fl fleróvio	115 115 Mc moscóvio	116 116 Lv livermório	117 117 Ts tenessino	118 118 Og oganessônio

número atômico  
Símbolo  
nome  
massa atômica

57 57 La lantânio 139	58 58 Ce cério 140	59 59 Pr praseodímio 141	60 60 Nd neodímio 144	61 61 Pm promécio	62 62 Sm samário 150	63 63 Eu europio 152	64 64 Gd gadolínio 157	65 65 Tb térbio 159	66 66 Dy disprósio 163	67 67 Ho hólmio 165	68 68 Er érbio 167	69 69 Tm tulio 169	70 70 Yb itêrbio 173	71 71 Lu lutécio 175
89 89 Ac actínio	90 90 Th tório 232	91 91 Pa protactínio 231	92 92 U urânio 238	93 93 Np neptúnio	94 94 Pu plutônio	95 95 Am amerício	96 96 Cm cúrio	97 97 Bk berquélio	98 98 Cf califórnio	99 99 Es einstênio	100 100 Fm fêrmio	101 101 Md mendelévio	102 102 No nobélio	103 103 Lr laurêncio

Notas: Os valores de massas atômicas estão apresentados com três algarismos significativos. Não foram atribuídos valores às massas atômicas de elementos artificiais ou que tenham abundância pouco significativa na natureza. Informações adaptadas da tabela IUPAC 2016.