

**01.** Raios cósmicos são partículas de alta energia que viajam pelo espaço a velocidades próximas à da luz e que, ao entrarem na atmosfera terrestre, colidem com núcleos de nitrogênio, produzindo átomos radioativos de carbono-14 ( $^{14}_6\text{C}$ ). O carbono-14 possui meia-vida ( $t_{1/2}$ ) de 5730 anos e decai por emissão de partícula beta ( $^0_{-1}\beta$ ). Essa sequência de eventos faz com que o teor de carbono-14 se mantenha constante na atmosfera e também na composição dos seres vivos. No entanto, quando um ser vivo morre, não há mais trocas de matéria com o ambiente e a quantidade de carbono-14 começa a diminuir. A equação que representa a reação de conversão do nitrogênio em carbono-14 é apresentada a seguir.



**a)** Qual o número de nêutrons existentes em um núcleo de carbono-14? Identifique o elemento químico X formado na reação de conversão do nitrogênio em carbono-14.

**b)** Equacione a reação de decaimento radioativo do carbono-14. Considerando que o fóssil de um animal encontrado em uma escavação arqueológica possui 6,25 % do carbono-14 esperado para um animal vivo semelhante, determine a idade desse fóssil.

**Resolução:**

**a)** Cálculo do número de nêutrons existentes em um núcleo de carbono-14:

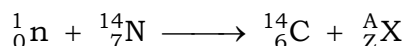
$$^{14}_6\text{C}: A = 14; Z = 6$$

$$A = Z + n$$

$$14 = 6 + n \Rightarrow n = 14 - 6$$

$$n = 8 \text{ nêutrons}$$

Identificação do elemento químico X ( $^1_0\text{n} + ^{14}_7\text{N} \longrightarrow ^{14}_6\text{C} + \text{X}$ ) formado na reação de conversão do nitrogênio em carbono-14:



$$1 + 14 = 14 + A$$

$$A = 15 - 14$$

$$A = 1$$

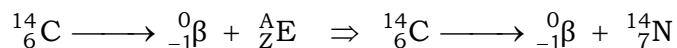
$$0 + 7 = 6 + Z$$

$$Z = 7 - 6$$

$$Z = 1$$

$$^A_Z\text{X} \Rightarrow ^1_1\text{H} \text{ (Hidrogênio)}$$

b) Equacionamento da reação de decaimento radioativo do carbono-14, que decai por emissão de partícula beta ( ${}_{-1}^0\beta$ ):

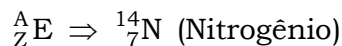


$$14 = 0 + A$$

$$A = 14$$

$$6 = -1 + Z \Rightarrow Z = 6 + 1$$

$$Z = 7$$



Determinação da idade do fóssil:

$$t_{1/2} = 5730 \text{ anos}$$

$$100 \% \xrightarrow{t_{1/2}} 50 \% \xrightarrow{t_{1/2}} 25 \% \xrightarrow{t_{1/2}} 12,5 \% \xrightarrow{t_{1/2}} 6,25 \%$$

$$\text{Tempo total} = 4 \times t_{1/2}$$

$$\text{Tempo total} = 4 \times 5730 \text{ anos} = 22920 \text{ anos}$$

A idade do fóssil é de 22920 anos.

**02.** Em uma aula prática sobre medidas do pH de soluções, um professor forneceu aos alunos um recipiente com água destilada, armazenada em recipiente aberto por uma semana, mais quatro soluções aquosas dos sais  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Essa água destilada apresentou pH igual a 6, e o professor explicou aos alunos que o valor obtido se devia à reação dessa água com um componente gasoso presente na atmosfera que, em excesso, é o principal responsável pelo efeito estufa. As soluções dos sais apresentaram pH nas regiões ácida, básica ou neutra associado ao fenômeno da hidrólise característico de cada composto.

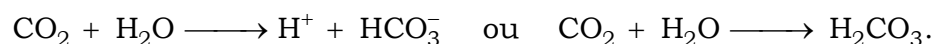
**a)** Qual a fórmula molecular do componente atmosférico responsável pela redução do pH da água destilada utilizada nessa aula prática? Equacione a reação desse componente com a água.

**b)** Considerando o valor de  $K_w$  igual a  $10^{-14}$ , calcule a concentração de íons  $\text{OH}^-$  nessa água destilada. Equacione a reação de hidrólise do sal que produziu a solução com o maior valor de pH.

**Resolução:**

**a)** Fórmula molecular do componente atmosférico (gás carbônico) responsável pela redução do pH (aumento da acidez) da água destilada utilizada nessa aula prática:  $\text{CO}_2$ .

Equacionamento da reação desse componente com a água:



b) Cálculo da concentração de íons OH<sup>-</sup> nessa água destilada (K<sub>w</sub> igual a 10<sup>-14</sup>):

$$[H^+] = 10^{-pH} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$pH = 6$$

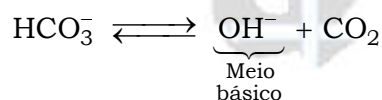
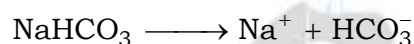
$$[H^+] = 10^{-6} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

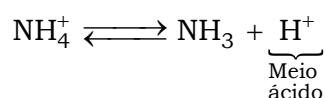
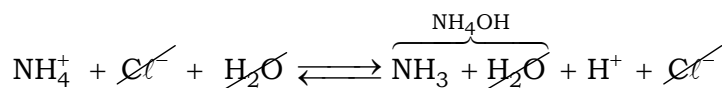
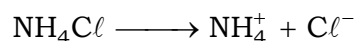
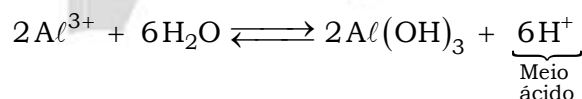
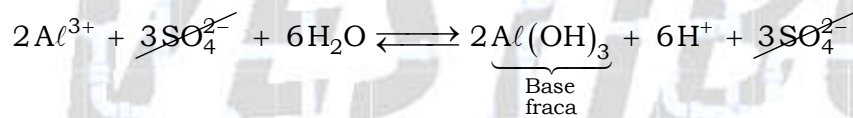
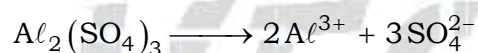
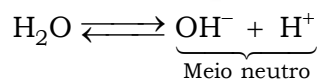
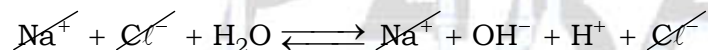
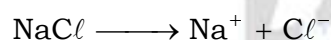
$$10^{-6} \times [OH^-] = 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-6}}$$

$$[OH^-] = 10^{-8} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

Equacionamento da reação de hidrólise do sal que produziu a solução com o maior valor de pH, ou seja, do NaHCO<sub>3</sub> (Bicarbonato de sódio):



**Observação teórica (hidrólise dos outros sais citados):**



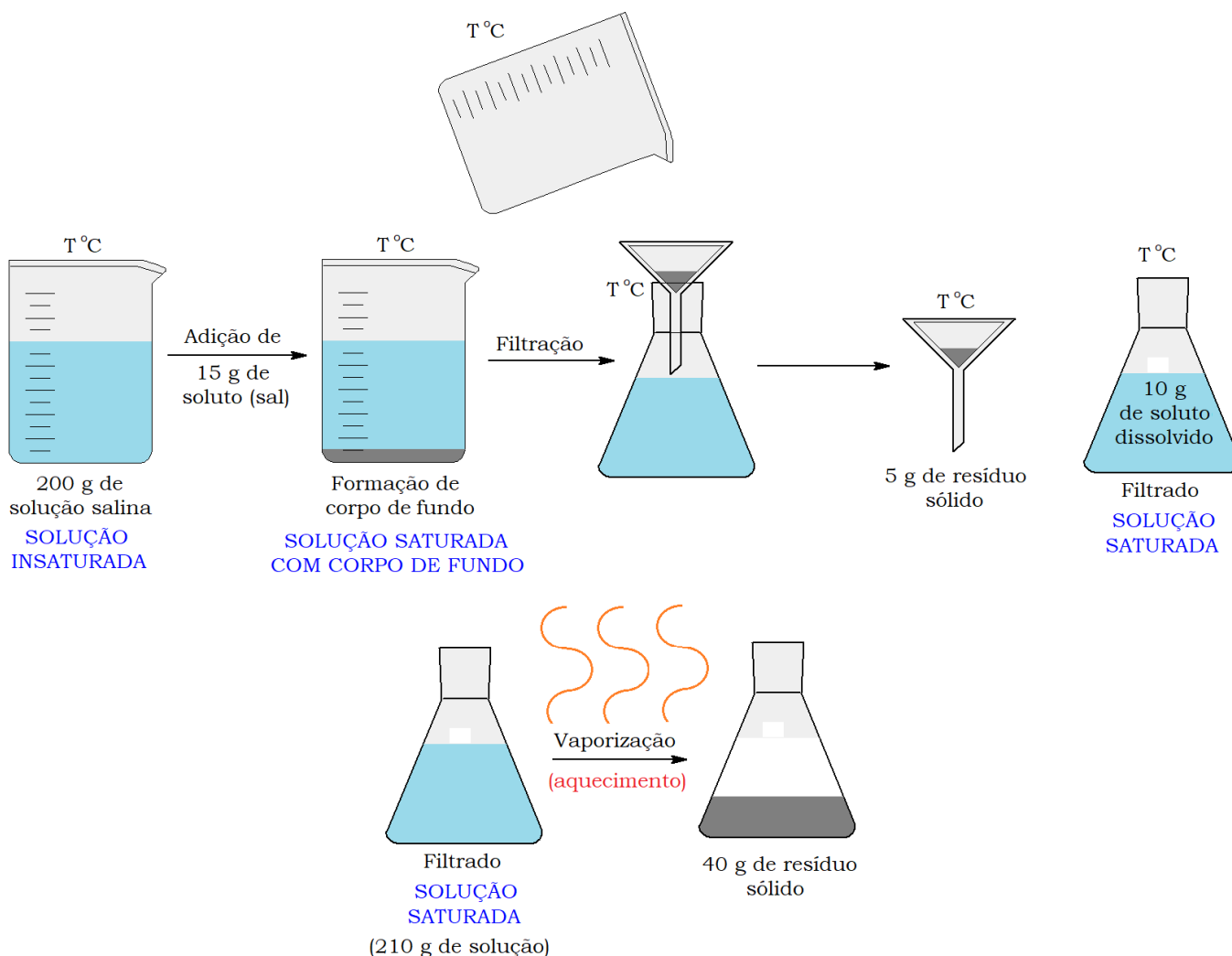
**03.** A um b quer contendo 200 g de uma soluço salina previamente preparada foram adicionados mais 15 g do mesmo soluto, observando-se a forma o de corpo de fundo proveniente da dissolu o parcial desse soluto. O sistema heterog neo resultante foi filtrado, obtendo-se 5 g de resíduo sólido retido no papel de filtro. Após a evapora o completa do filtrado, foram obtidos 40 g de outro resíduo sólido.

**a)** Classifique a soluço inicial em rela o   quantidade de soluto dissolvido. Considerando a dissolu o do soluto um processo endotérmico, o que deve ser feito para solubilizar completamente o sal excedente adicionado?

**b)** Calcule a solubilidade do soluto presente nesse sistema em g/100 g de H<sub>2</sub>O na temperatura em que esse experimento foi realizado. Considerando a densidade da água igual a 1,0 g/mL, calcule a massa de soluto necessária para saturar 500 g de  gua.

**Resolu o:**

**a)** A um b quer contendo 200 g de uma soluço salina previamente preparada foram adicionados mais 15 g do mesmo soluto, observando-se a forma o de corpo de fundo (5 g) proveniente da dissolu o parcial desse soluto, ou seja, 10 g dos 15 g adicionados foram dissolvidos. A figura a seguir esquematiza a classifica o da soluço em rela o   quantidade de soluto dissolvido.



Considerando a dissolução do soluto um processo endotérmico (que absorve calor), para solubilizar completamente o sal excedente adicionado (corpo de fundo) deve-se aquecer o sistema (aumentar a temperatura).

**Observação:** o enunciado da questão não faz referência ao aquecimento ou resfriamento da solução, por isso, deve-se supor que o processo ocorreu em temperatura constante ( $T$  °C), ou seja, sem supersaturação. Apenas durante a vaporização houve elevação de temperatura.

**b)** Cálculo da solubilidade do soluto presente no sistema em g/100 g de  $H_2O$  na temperatura em que esse experimento foi realizado:

$$m_{\text{soluto adicionado}} = 15 \text{ g}$$

$$m_{\text{corpo de fundo}} = 5 \text{ g (retido no papel de filtro)}$$

$$m_{\text{soluto dissolvido}} = 15 \text{ g} - 5 \text{ g} = 10 \text{ g}$$

$$m_{\text{solução inicial}} = 200 \text{ g}$$

$$m_{\text{solução final}} = m_{\text{solução inicial}} + m_{\text{soluto dissolvido}}$$

$$m_{\text{solução final}} = 200 \text{ g} + 10 \text{ g} = 210 \text{ g}$$

$$m_{\text{resíduo final}} = 40 \text{ g (após evaporação)}$$

$$m_{H_2O} = m_{\text{solução final}} - m_{\text{resíduo final}} \text{ (água evaporada)}$$

$$m_{H_2O} = 210 \text{ g} - 40 \text{ g} = 170 \text{ g}$$

$$\text{Solubilidade} = \frac{40 \text{ g de soluto}}{170 \text{ g } H_2O}$$

$$\text{Solubilidade} = \frac{40 \text{ g de soluto} \div 1,7}{170 \text{ g } H_2O \div 1,7} = \frac{23,53 \text{ g de soluto}}{100 \text{ g } H_2O}$$

$$\text{Solubilidade} = 23,53 / 100 \text{ g de } H_2O$$

Cálculo da massa de soluto ( $m_{\text{soluto}}$ ) necessária para saturar 500 g (500 mL) de água:

$$\text{Solubilidade} = 23,53 \text{ g} / 100 \text{ g de } H_2O; \quad m_{H_2O} = 500 \text{ g}$$

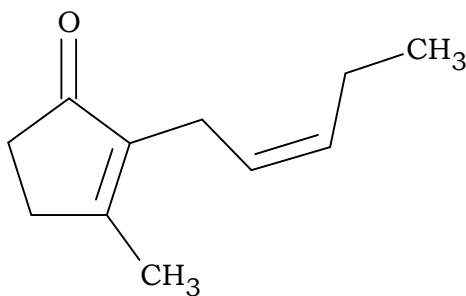
$$23,53 \text{ g de soluto} \text{ ——— } 100 \text{ g de } H_2O$$

$$m_{\text{soluto}} \text{ ——— } 500 \text{ g de } H_2O$$

$$m_{\text{soluto}} = \frac{23,53 \text{ g} \times 500 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$m_{\text{soluto}} = 117,65 \text{ g}$$

04. A cis-jasmona, substância responsável pelo aroma de jasmim, tem ação repelente de insetos e atua como anti-inflamatório tópico em certas lesões da pele. A estrutura dessa substância está representada na figura.

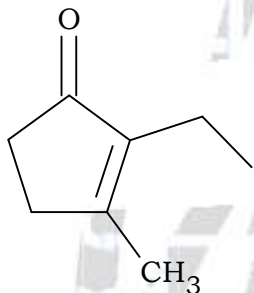


cis-jasmona

a) Qual a função orgânica a que pertence a cis-jasmona? Quantas ligações  $\pi$  existem na cadeia carbônica da cis-jasmona?

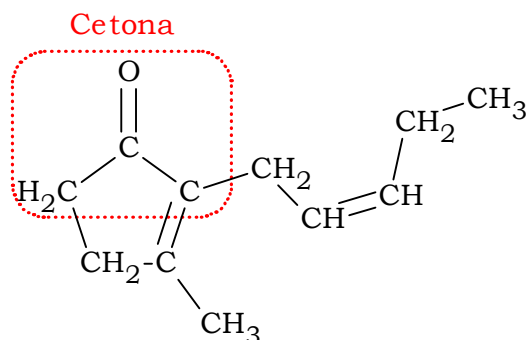
b) Complete a cadeia carbônica presente no campo de Resolução e Resposta de modo a obter a estrutura completa do isômero geométrico da cis-jasmona. Considerando que na ozonólise pode ocorrer a formação de aldeídos e/ou de cetonas a partir da interação do ozônio com a insaturação da cadeia, escreva a fórmula do composto de menor massa molar formado pela ozonólise da cadeia aberta da cis-jasmona.

Figura do campo de Resolução e Resposta:

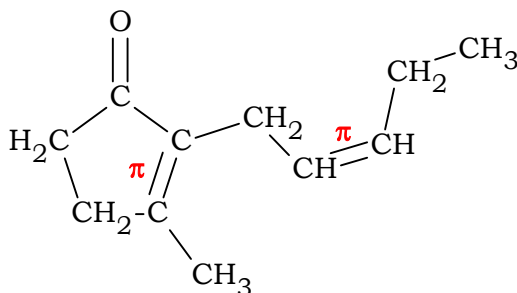


Resolução:

a) Função orgânica a que pertence a cis-jasmona: Cetona.

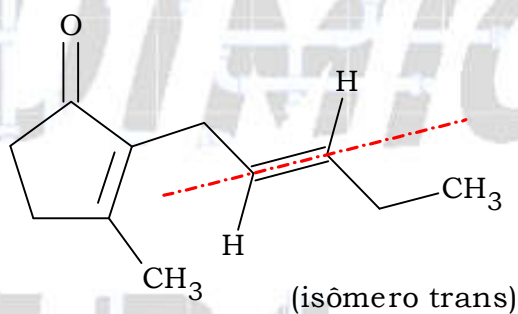


Número de ligações pi ( $\pi$ ) existentes na cadeia carbônica da cis-jasmona: duas.

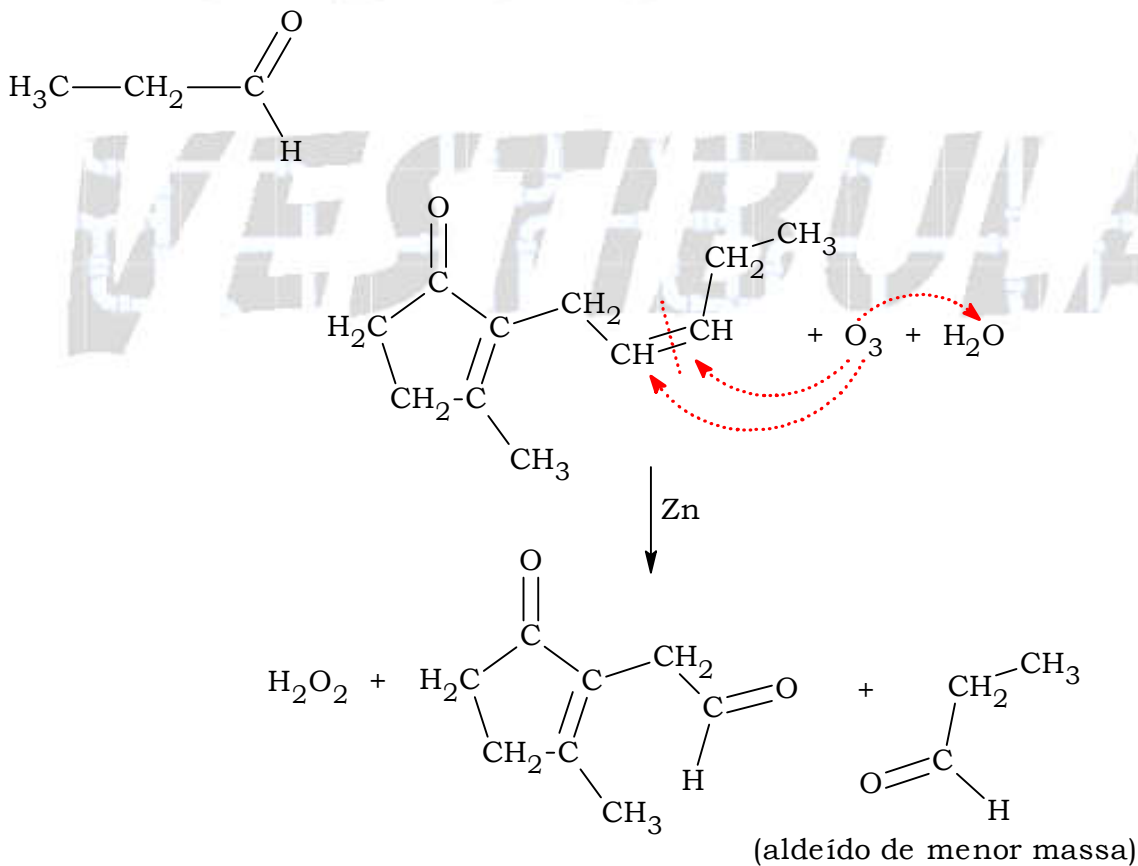


**Observação:** a ligação pi ( $\pi$ ) existente entre carbono e oxigênio do grupo carbonila ( $C=O$ ) não faz parte da cadeia carbônica, ou seja, não ocorre entre dois átomos de carbono.

**b)** Estrutura completa do isômero geométrico da cis-jasmona, ou seja, do isômero trans (trans-jasmona):



Fórmula do composto de menor massa molar formado pela ozonólise da cadeia aberta da cis-jasmona:





Dados:

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

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

número atômico  
Símbolo  
nome  
massa atômica

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

PARA O

VESTIBULAR