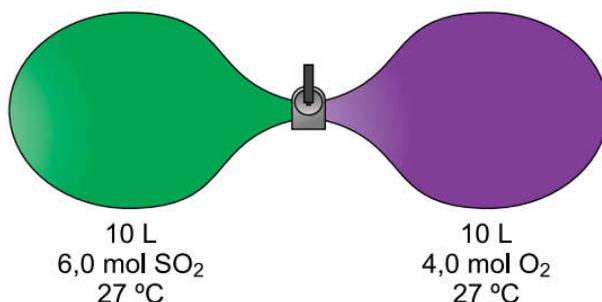
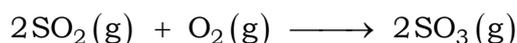


01. A figura representa um dispositivo constituído por dois compartimentos, cada um com capacidade volumétrica invariável de 10 L, separados por uma válvula de volume desprezível. Um dos compartimentos contém o gás SO<sub>2</sub> e o outro compartimento, o gás O<sub>2</sub>, ambos mantidos a 27 °C.



Quando a válvula é aberta há o contato entre os gases que reagem com 100 % de rendimento, de acordo com a equação:



a) Qual é o tipo de ligação química entre os átomos da molécula de SO<sub>2</sub>? Qual o número de fases da mistura formada após a abertura da válvula que separa os dois compartimentos contendo os gases?

b) Calcule a quantidade total de moléculas, n, em mol, após a reação entre os gases dos dois compartimentos. Considerando a constante dos gases  $R = 0,08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , calcule a pressão da mistura gasosa a 27 °C.

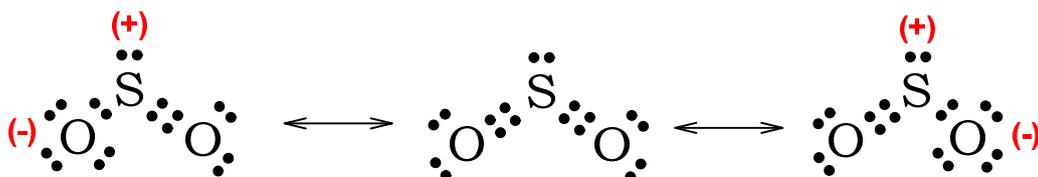
**Resolução:**

a) Tipo de ligação química entre os átomos da molécula de SO<sub>2</sub>: ligação covalente.

Observe:

S: grupo 16 ou família VIA (ametal)

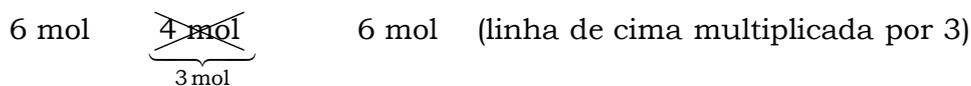
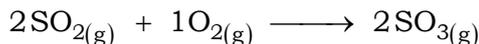
O: grupo 16 ou família VIA (ametal)



Número de fases da mistura formada após a abertura da válvula: uma fase, pois “n” gases apresentam uma fase (mistura monofásica).

**b)** Cálculo da quantidade total de moléculas,  $n$ , em mol, após a reação entre os gases dos dois compartimentos:

De acordo com a figura tem-se a reação de 6,0 mol de  $\text{SO}_2$  e 4,0 mol de  $\text{O}_2$ .



$\text{O}_{2(g)} \Rightarrow$  Excesso de 1,0 mol (4,0 mol – 3,0 mol).

$$n_{\text{após a reação}} = n_{\text{Excesso}} + n_{\text{Produto}}$$

$$n_{\text{após a reação}} = 1,0 \text{ mol} + 6,0 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{após a reação}} = 7,0 \text{ mol}$$

Cálculo da pressão da mistura gasosa (após a reação) a 27 °C, considerando a constante dos gases  $R = 0,08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ :

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$V_{\text{total}} = 10 \text{ L} + 10 \text{ L} = 20 \text{ L} \quad (\text{dois compartimentos})$$

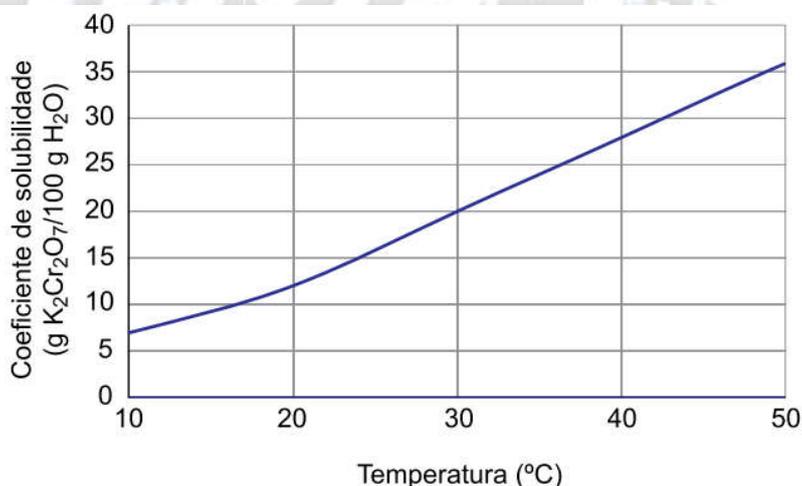
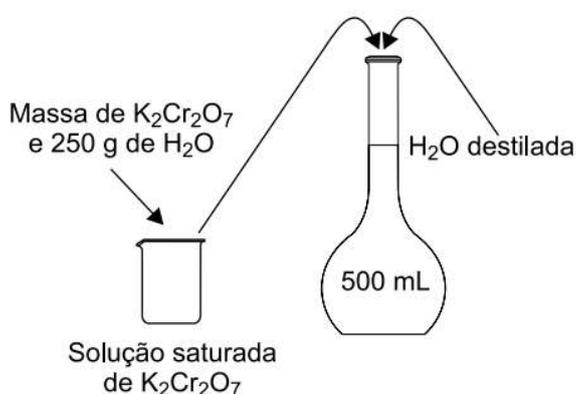
$$P_{\text{mistura}} \times V_{\text{total}} = n_{\text{após a reação}} \times R \times T$$

$$P_{\text{mistura}} \times 20 \text{ L} = 7,0 \text{ mol} \times 0,08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$P_{\text{mistura}} = \frac{7,0 \text{ mol} \times 0,08 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{20 \text{ L}}$$

$$P_{\text{mistura}} = 8,4 \text{ atm}$$

**02.** Em um béquer foi preparada uma solução saturada de dicromato de potássio,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  a 30°C utilizando 250 g de água. Essa solução foi totalmente transferida para um balão volumétrico ao qual foi adicionada água destilada até atingir 500 mL, conforme esquematizado na figura. A curva de solubilidade do  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  está representada no gráfico.



**a)** A qual função inorgânica pertence o dicromato de potássio? Calcule o número de oxidação (Nox) do crômio no dicromato de potássio.

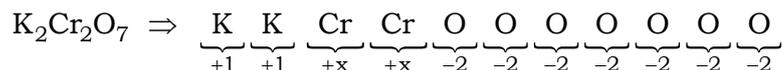
**b)** Calcule a massa de dicromato de potássio, em gramas, utilizada para a preparação da solução saturada. Calcule a concentração, em g/L, da solução de dicromato de potássio preparada no balão volumétrico.

**Resolução:**

**a)** Função inorgânica do dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ): sal.



Cálculo do número de oxidação (Nox) do crômio (Cr) no dicromato de potássio:



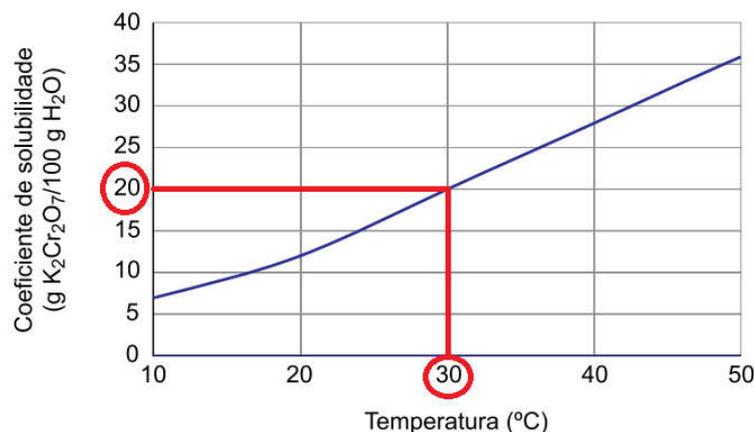
$$+1+1+x+x-2-2-2-2-2-2-2-2=0$$

$$+2+2x-14=0 \Rightarrow 2x=12 \Rightarrow x=+6$$

$$\text{Nox}(\text{Cr}) = +6$$

**b)** Cálculo da massa de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ), em gramas, utilizada para a preparação da solução saturada (utilizando 250 g de água):

A partir da análise da figura a 30°C, vem:



20 g de sal / 100 g de água

$$100 \text{ g H}_2\text{O} \text{ ————— } 20 \text{ g de K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

$$250 \text{ g H}_2\text{O} \text{ ————— } m_{K_2Cr_2O_7}$$

$$m_{K_2Cr_2O_7} = \frac{250 \text{ g} \times 20 \text{ g}}{100 \text{ g}}$$

$$m_{K_2Cr_2O_7} = 50 \text{ g}$$

Cálculo da concentração, em g/L, da solução de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) preparada no balão volumétrico de volume 500 mL (0,5 L):

$$C = \frac{m_{K_2Cr_2O_7}}{V}$$

$$C = \frac{50 \text{ g}}{0,5 \text{ L}}$$

$$C = 100 \text{ g/L}$$

**03.** O urânio possui diversos radioisótopos. O mais leve deles tem 125 nêutrons. A meia-vida,  $t_{1/2}$ , do urânio-238, radioisótopo natural empregado para datação de rochas, é  $4,5 \times 10^9$  anos.

A principal aplicação do urânio é como combustível de reatores nucleares. Para isso, o minério de urânio passa por diversos processos químicos que resultam na formação do fluoreto de urânio (IV),  $UF_4$ . A reação do  $UF_4$  com o metal alcalino terroso do 3º período da Classificação Periódica tem como produto o urânio metálico, U, e o fluoreto desse metal alcalino terroso.

**a)** Calcule o número de massa do isótopo mais leve do elemento urânio. Calcule o tempo mínimo que deve transcorrer para que a massa inicial de uma amostra de urânio-238 decaia até 12,5 % de sua massa inicial.

**b)** Represente a equação balanceada da reação de obtenção do urânio metálico a partir do  $UF_4$ .

**Resolução:**

**a)** Cálculo do número de massa (A) do isótopo mais leve do elemento urânio:

$$n_{\text{leve}} = 125 \text{ nêutros}$$

$$U \Rightarrow Z = 92 \text{ (vide tabela periódica fornecida na prova)}$$

$$A = Z + n_{\text{leve}} \Rightarrow A = 92 + 125$$

$$A = 217$$

Cálculo do tempo mínimo que deve transcorrer para que a massa inicial de uma amostra de urânio-238 decaia até 12,5 % de sua massa inicial:

$$t_{1/2} = 4,5 \times 10^9 \text{ anos}$$

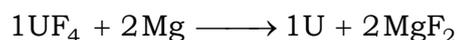
$$100\% \xrightarrow{t_{1/2}} 50\% \xrightarrow{t_{1/2}} 25\% \xrightarrow{t_{1/2}} 12,5\%$$

$$t_{\text{total}} = 3 \times t_{1/2}$$

$$t_{\text{total}} = 3 \times 4,5 \times 10^9 \text{ anos} = 13,5 \times 10^9 \text{ anos}$$

$$t_{\text{total}} = 1,35 \times 10^{10} \text{ anos}$$

**b)** Equação balanceada da reação de obtenção do urânio metálico a partir do  $UF_4$ :



	1		
<b>K (1)</b>	1 <b>H</b> hidrogênio 1,01		
		2	
<b>L (2)</b>	3 <b>Li</b> lítio 6,94	4 <b>Be</b> berílio 9,01	
<b>M (3)</b>	11 <b>Na</b> sódio 23,0	12 <b>Mg</b> magnésio 24,3	
			3
<b>N (4)</b>	19 <b>K</b> potássio 39,1	20 <b>Ca</b> cálcio 40,1	21 <b>Sc</b> escândio 45,0

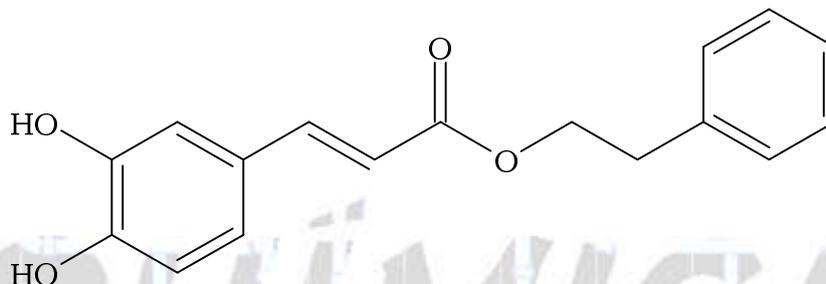
$UF_4 + (\text{Metal alcalino terroso do } 3^\circ \text{ período}) \longrightarrow U + \text{Fluoreto do metal}$

Metal alcalino terroso do  $3^\circ$  período: Mg

Fluoreto do magnésio:  $[Mg^{2+}][F^-][F^-] \Rightarrow MgF_2$

Então:  $1UF_4 + 2Mg \longrightarrow 1U + 2MgF_2$ .

**04.** Analise a fórmula estrutural de um éster do ácido cafeico encontrado no extrato de própolis.



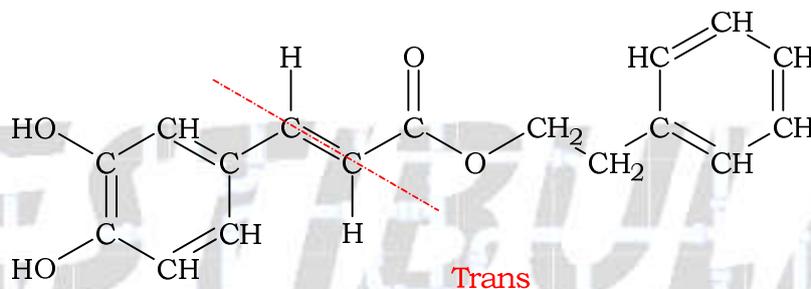
Ghulam Murtaza *et al.* "Caffeic acid phenethyl ester and therapeutic potentials". *BioMed Research International*, 2014.)

**a)** Que tipo de isomeria espacial esse éster apresenta? Quantos átomos de carbono secundários existem na molécula desse éster?

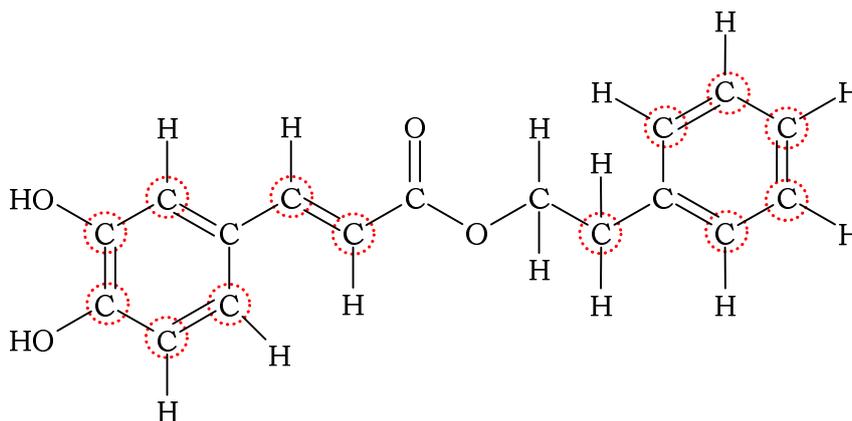
**b)** Escreva a fórmula molecular do ácido cafeico. Apresente a fórmula estrutural do composto que reage com o ácido cafeico e origina esse éster em uma reação de esterificação.

**Resolução:**

**a)** Tipo de isomeria espacial do éster: isomeria geométrica ou isomeria geométrica cis-trans.

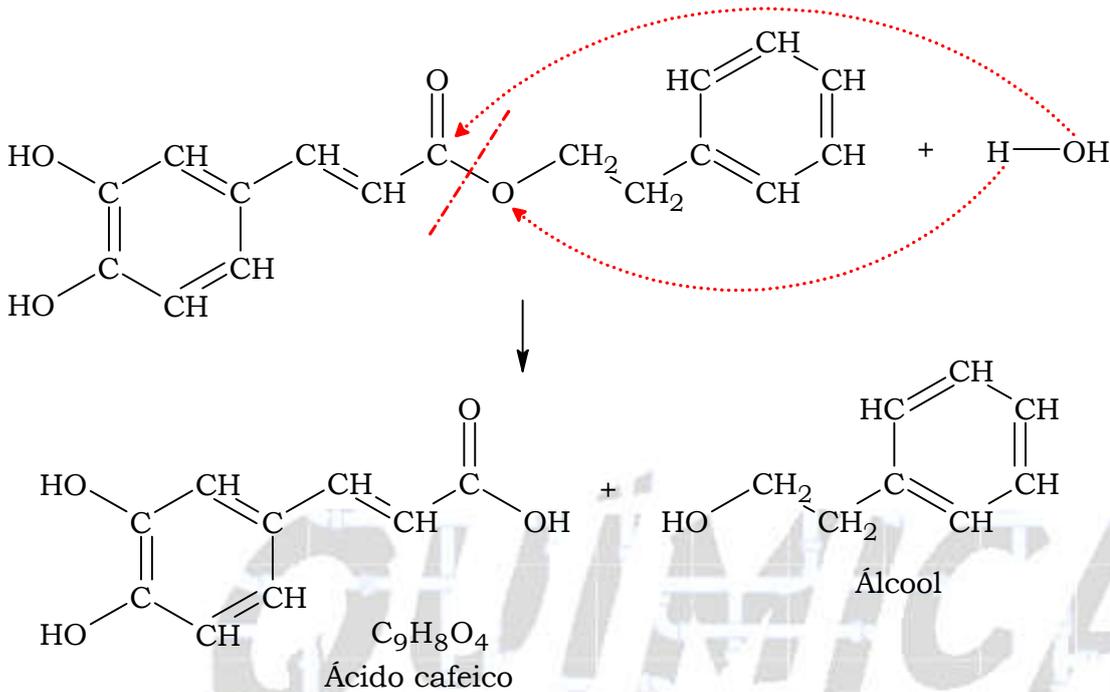


Número de átomos de carbono secundários (átomo de carbono ligado a outros dois átomos de carbono) existentes na molécula desse éster: treze.

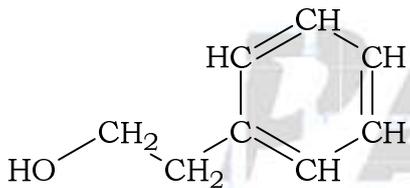


b) Fórmula molecular do ácido cafeico:  $C_9H_8O_4$ .

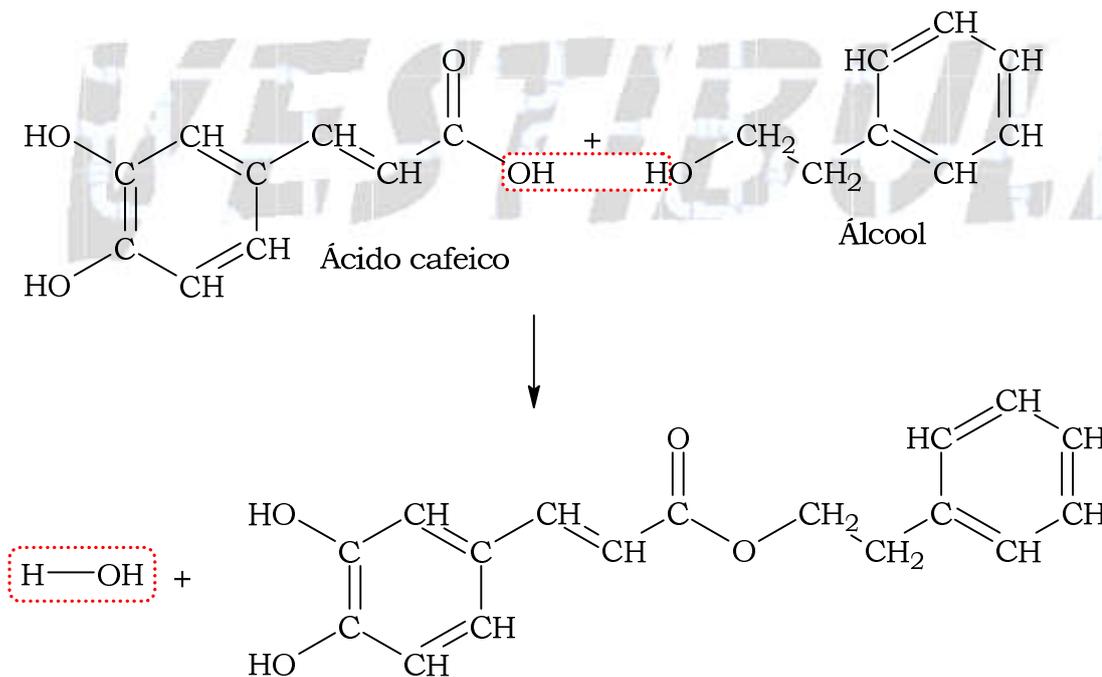
Observe a hidrólise do éster:



Fórmula estrutural do composto (álcool) que reage com o ácido cafeico:



Observe a esterificação:



Dados:

**CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA**

1 <b>H</b> hidrogênio 1,01																	18 <b>He</b> hélio 4,00
3 <b>Li</b> lítio 6,94	4 <b>Be</b> berílio 9,01											5 <b>B</b> boro 10,8	6 <b>C</b> carbono 12,0	7 <b>N</b> nitrogênio 14,0	8 <b>O</b> oxigênio 16,0	9 <b>F</b> flúor 19,0	10 <b>Ne</b> neônio 20,2
11 <b>Na</b> sódio 23,0	12 <b>Mg</b> magnésio 24,3											13 <b>Al</b> alumínio 27,0	14 <b>Si</b> silício 28,1	15 <b>P</b> fósforo 31,0	16 <b>S</b> enxofre 32,1	17 <b>Cl</b> cloro 35,5	18 <b>Ar</b> argônio 40,0
19 <b>K</b> potássio 39,1	20 <b>Ca</b> cálcio 40,1	21 <b>Sc</b> escândio 45,0	22 <b>Ti</b> titânio 47,9	23 <b>V</b> vanádio 50,9	24 <b>Cr</b> cromio 52,0	25 <b>Mn</b> manganês 54,9	26 <b>Fe</b> ferro 55,8	27 <b>Co</b> cobalto 58,9	28 <b>Ni</b> níquel 58,7	29 <b>Cu</b> cobre 63,5	30 <b>Zn</b> zinc 65,4	31 <b>Ga</b> gálio 69,7	32 <b>Ge</b> germânio 72,6	33 <b>As</b> arsênio 74,9	34 <b>Se</b> selênio 79,0	35 <b>Br</b> bromo 79,9	36 <b>Kr</b> criptônio 83,8
37 <b>Rb</b> rubídio 85,5	38 <b>Sr</b> estrôncio 87,6	39 <b>Y</b> ítrio 88,9	40 <b>Zr</b> zircônio 91,2	41 <b>Nb</b> nióbio 92,9	42 <b>Mo</b> molibdênio 96,0	43 <b>Tc</b> tecnécio [97]	44 <b>Ru</b> rutênio 101	45 <b>Rh</b> ródio 103	46 <b>Pd</b> paládio 106	47 <b>Ag</b> prata 108	48 <b>Cd</b> cádmio 112	49 <b>In</b> índio 115	50 <b>Sn</b> estanho 119	51 <b>Sb</b> antimônio 122	52 <b>Te</b> telúrio 128	53 <b>I</b> iodo 127	54 <b>Xe</b> xenônio 131
55 <b>Cs</b> césio 133	56 <b>Ba</b> bário 137	57-71 lantanoides	72 <b>Hf</b> háfnio 179	73 <b>Ta</b> tântalo 181	74 <b>W</b> tungstênio 184	75 <b>Re</b> rênio 186	76 <b>Os</b> ósio 190	77 <b>Ir</b> irídio 192	78 <b>Pt</b> platina 195	79 <b>Au</b> ouro 197	80 <b>Hg</b> mercúrio 201	81 <b>Tl</b> tálio 204	82 <b>Pb</b> chumbo 207	83 <b>Bi</b> bismuto 209	84 <b>Po</b> polônio [209]	85 <b>At</b> astato [210]	86 <b>Rn</b> radônio [222]
87 <b>Fr</b> frâncio [223]	88 <b>Ra</b> rádio [226]	89-103 actinoides	104 <b>Rf</b> rutherfordio [267]	105 <b>Db</b> dúbnio [268]	106 <b>Sg</b> seabórgio [269]	107 <b>Bh</b> bohrio [270]	108 <b>Hs</b> hássio [269]	109 <b>Mt</b> meitnério [277]	110 <b>Ds</b> darmstádio [281]	111 <b>Rg</b> roentgênio [282]	112 <b>Cn</b> copernício [285]	113 <b>Nh</b> nihônio [286]	114 <b>Fl</b> fleróvio [290]	115 <b>Mc</b> moscóvio [290]	116 <b>Lv</b> livermório [293]	117 <b>Ts</b> tenessino [294]	118 <b>Og</b> oganesson [294]

número atômico  
**Símbolo**  
nome  
massa atômica

57 <b>La</b> lantânio 139	58 <b>Ce</b> cério 140	59 <b>Pr</b> praseodímio 141	60 <b>Nd</b> neodímio 144	61 <b>Pm</b> promécio [145]	62 <b>Sm</b> samário 150	63 <b>Eu</b> europio 152	64 <b>Gd</b> gadolínio 157	65 <b>Tb</b> térbio 159	66 <b>Dy</b> disprósio 163	67 <b>Ho</b> hólmio 165	68 <b>Er</b> érbio 167	69 <b>Tm</b> tulio 169	70 <b>Yb</b> itérbio 173	71 <b>Lu</b> lutécio 175
89 <b>Ac</b> actínio [227]	90 <b>Th</b> tório 232	91 <b>Pa</b> protactínio 231	92 <b>U</b> urânio 238	93 <b>Np</b> neptúnio [237]	94 <b>Pu</b> plutônio [244]	95 <b>Am</b> américio [243]	96 <b>Cm</b> cúrio [247]	97 <b>Bk</b> berquílio [247]	98 <b>Cf</b> califórnio [251]	99 <b>Es</b> einstênio [252]	100 <b>Fm</b> fêrmio [257]	101 <b>Md</b> mendelévio [258]	102 <b>No</b> nobélio [259]	103 <b>Lr</b> laurêncio [262]

Notas: Os valores de massas atômicas estão apresentados com três algarismos significativos. Os valores entre colchetes correspondem ao número de massa do isótopo mais estável de cada elemento. Informações adaptadas da tabela IUPAC 2022.

PARA O

VESTIBULAR