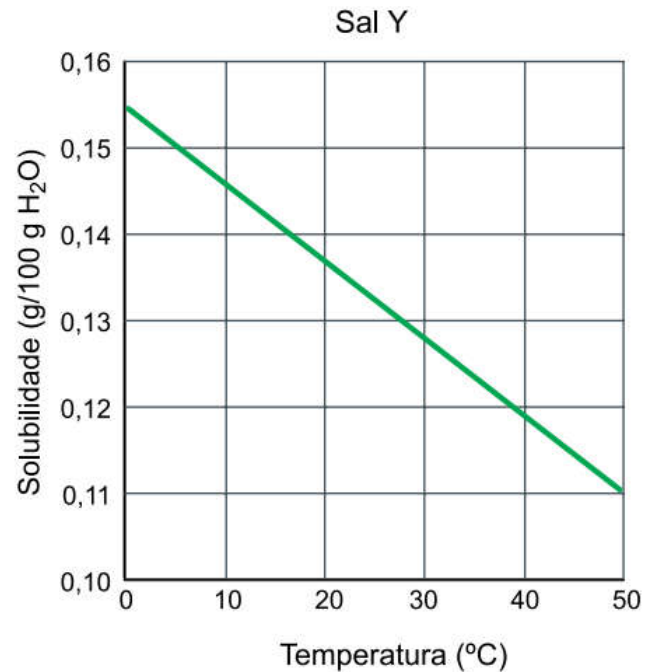
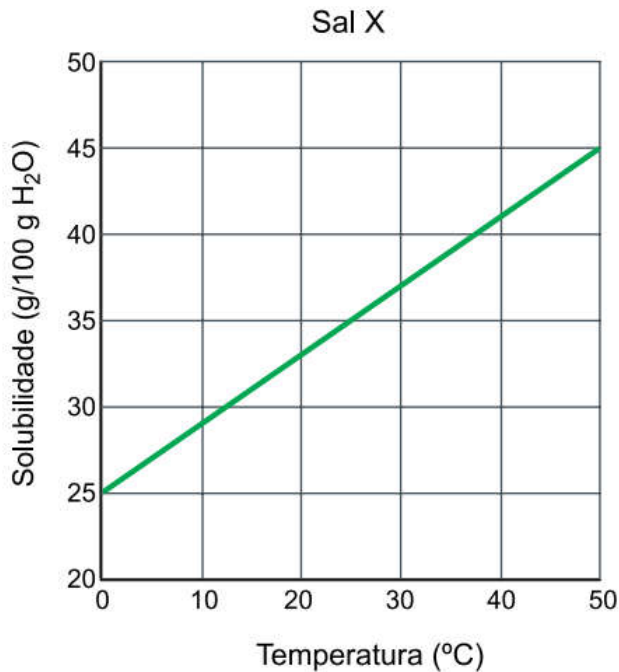


USCS 2019 - MEDICINA - Segundo Semestre
UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL

01. Os gráficos apresentam as curvas de solubilidade de dois sais, X e Y, em função da temperatura.



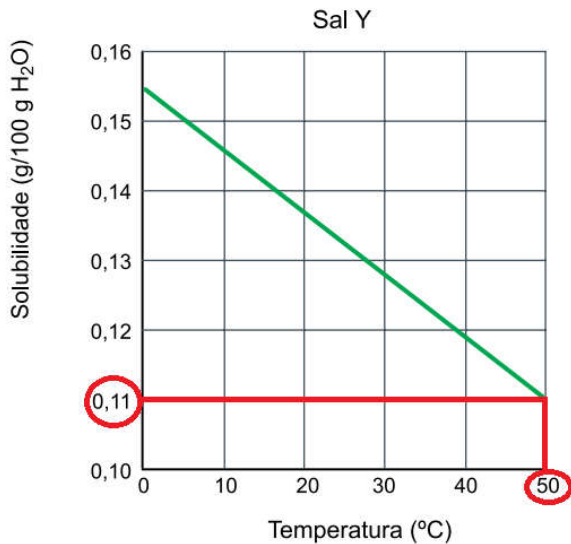
- a) Classifique a dissolução do sal X e a dissolução do sal Y quanto ao calor envolvido.
- b) Considerando a massa molar do sal Y igual a 74 g/mol, calcule a massa de corpo de fundo existente, a 50 °C, em 500 g de uma solução contendo 9×10^{-3} mol desse sal.

Resolução:

a) Dissolução do sal X: processo endotérmico, pois a curva de dissolução é crescente com a elevação da temperatura, ou seja, ocorre absorção de calor. A dissolução é favorecida com a elevação da temperatura.

Dissolução do sal Y: processo exotérmico, pois a curva de dissolução é decrescente com a elevação da temperatura, ou seja, ocorre liberação de calor. A dissolução é desfavorecida com a elevação da temperatura.

b) Cálculo da massa de corpo de fundo:



De acordo com o gráfico (50 °C):

$$m_{\text{solução a } 50^{\circ}\text{C}} = (100 + 0,11) \text{ g} = 100,11 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 0,11 \text{ g de Y} \text{ ————— } 100,11 \text{ g de solução} \\ m_Y \text{ ————— } 500 \text{ g de solução} \end{array}$$

$$m_Y = \frac{0,11 \text{ g} \times 500 \text{ g}}{100,11 \text{ g}} = 0,5493956 \text{ g} \approx 0,55 \text{ g}$$

$$n_{\text{sal Y}} = 9 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M_{\text{sal Y}} = 74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{sal Y}} = \frac{m_{\text{sal Y}}}{M_{\text{sal Y}}}$$

$$m_{\text{sal Y}} = n_{\text{sal Y}} \times M_{\text{sal Y}}$$

$$m_{\text{sal Y}} = 9 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{sal Y}} = 666 \times 10^{-3} \text{ g} = 0,666 \text{ g}$$

$$m_{\text{Corpo de fundo}} = m_{\text{sal Y}} - m_Y$$

$$m_{\text{Corpo de fundo}} = 0,666 \text{ g} - 0,55 \text{ g} = 0,116 \text{ g}$$

$$m_{\text{Corpo de fundo}} \approx 0,12 \text{ g}$$

Outro modo:

$$n_{\text{sal Y}} = 9 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$M_{\text{sal Y}} = 74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{sal Y}} = \frac{m_{\text{sal Y}}}{M_{\text{sal Y}}}$$

$$m_{\text{sal Y}} = n_{\text{sal Y}} \times M_{\text{sal Y}}$$

$$m_{\text{sal Y}} = 9 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{sal Y}} = 666 \times 10^{-3} \text{ g} = 0,666 \text{ g}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{solução}} - m_{\text{sal Y}}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 500 \text{ g} - 0,666 \text{ g} = 499,334 \text{ g}$$

De acordo com o gráfico, a 50 °C :

0,11 g do sal Y ——— 100 g de H₂O

m_Y ——— 499,334 g de H₂O

$$m_Y = \frac{0,11 \text{ g} \times 499,334 \text{ g}}{100 \text{ g}} = 0,5492674 \text{ g}$$

$$m_Y \approx 0,55 \text{ g}$$

$$m_{\text{Corpo de fundo}} = m_{\text{sal Y}} - m_Y$$

$$m_{\text{Corpo de fundo}} = 0,666 \text{ g} - 0,55 \text{ g} = 0,116 \text{ g}$$

$$m_{\text{Corpo de fundo}} \approx 0,12 \text{ g}$$

02. Em homenagem aos 150 anos da Tabela Periódica, um professor de química propôs uma atividade sobre as propriedades periódicas, em que selecionou alguns elementos químicos e os organizou na sequência mostrada na figura.

73 Ta	4 Be	57 La	15 P	68 Er	53 I	8 O	66 Dy	20 Ca
1,5	1,5	1,1	2,1	1,2	2,5	3,5	1,2	1,0

15	Número atômico
P	
2,1	Eletronegatividade

Considerando apenas os elementos químicos presentes na figura, responda:

- a)** Qual o nome do elemento não metálico de maior raio atômico? Considerando que seu isótopo mais abundante possui 74 nêutrons, calcule seu número de massa.
- b)** Qual a fórmula da substância, formada pela combinação entre dois elementos da figura, que possui o maior caráter iônico? Indique quais os dois elementos existentes na figura que apresentam propriedades semelhantes.

Resolução:

- a)** Nome do elemento não metálico de maior raio atômico: iodo (I); apresenta cinco camadas.

Cálculo do número de massa do isótopo do iodo:

Iodo (Z = 53)

N = 74 nêutrons

A = Z + N

A = 53 + 74 = 127

Número de massa (A) = 127.

Observação:

TABELA PERIÓDICA

1 H hidrogênio 1,01																	18 He hélio 4,00							
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,01											5 B boro 10,8	6 C carbono 12,0	7 N nitrogênio 14,0	8 O oxigênio 16,0	9 F flúor 19,0	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 Al alumínio 27,0	14 Si silício 28,1	15 P fósforo 31,0	16 S enxofre 32,1	17 Cl cloro 35,5	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 rutênio 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 lantanoídeos	72 Hf hafnio 178	73 Ta tântalo 181	74 W tungstênio 184	75 Re rênio 186	76 Os ósio 190	77 Ir irídio 192	78 Pt platina 195	79 Au ouro 197	80 Hg mercúrio 201	81 Tl talho 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 actinoídeos	104 Rf rutherfordio	105 Db dubnio	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							
<table border="1"> <tr> <td>número atômico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Símbolo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>nome</td> <td></td> </tr> <tr> <td>massa atômica</td> <td></td> </tr> </table>		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 europio 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
número atômico																								
Símbolo																								
nome																								
massa atômica																								
		89 Ac actínio	90 Th tório 232	91 Pa protactínio 231	92 U urânio 238	93 Np neptúnio	94 Pu plutônio	95 Am américio	96 Cm cúrio	97 Bk berquélio	98 Cf califórnia	99 Es einstênio	100 Fm fêrmio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr laurêncio								

b) Fórmula da substância (com elementos da figura), que possui o maior caráter iônico: CaO.

Quanto maior a diferença de eletronegatividade, maior o caráter iônico do composto.

$$\left. \begin{aligned} E_{Ca} &= 1,0 \\ E_{O} &= 3,5 \end{aligned} \right\} \Delta E = E_{\text{maior}} - E_{\text{menor}}$$

$$\Delta E = 3,5 - 1,0$$

$$\Delta E = 2,5$$

$$Ca^{2+}O^{2-} \Rightarrow CaO$$

Elementos posicionados no mesmo grupo ou família da tabela periódica apresentam propriedades químicas semelhantes, verifica-se isso no caso dos elementos Berílio (Be) e o Cálcio (Ca), ambos pertencentes ao grupo 2 ou família IIA.

03. Um reator experimental para a produção de biogás gerou, após algum tempo, 5 litros de biogás contendo 800 mg/L de gás metano (CH₄), além de dióxido de carbono (CO₂), gás sulfídrico (H₂S) e amônia (NH₃). Essa mistura gasosa foi borbulhada em um recipiente contendo Ca(OH)₂.

a) Quais gases são removidos da mistura quando o biogás é borbulhado no recipiente contendo Ca(OH)₂?

b) Considerando a massa molar do metano igual a 16 g/mol e o calor de combustão do metano igual a - 890 kJ/mol, calcule a energia liberada na combustão completa do metano presente no biogás.

Resolução:

a) Como o recipiente contém uma solução básica ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), os gases com caráter ácido ficam retidos e são removidos: CO_2 (gás carbônico; óxido ácido) e H_2S (gás sulfídrico; caráter ácido).

b) Cálculo da energia liberada na combustão completa do metano presente no biogás:

$$V_{\text{Biogás}} = 5 \text{ L}$$

$$C_{\text{CH}_4} = 800 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} = 0,8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

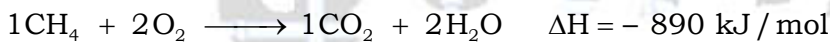
$$\begin{array}{l} 0,8 \text{ g de CH}_4 \text{ ————— } 1 \text{ L} \\ m_{\text{CH}_4} \text{ ————— } 5 \text{ L} \end{array}$$

$$m_{\text{CH}_4} = \frac{0,8 \text{ g} \times 5 \text{ L}}{1 \text{ L}}$$

$$m_{\text{CH}_4} = 4 \text{ g}$$

$$M_{\text{CH}_4} = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{Combustão do CH}_4} = - 890 \text{ kJ/mol}$$



$$16 \text{ g} \text{ ————— } 890 \text{ kJ liberados}$$

$$4 \text{ g} \text{ ————— } E_{\text{Liberada}}$$

$$E_{\text{Liberada}} = \frac{4 \text{ g} \times 890 \text{ kJ}}{16 \text{ g}}$$

$$E_{\text{Liberada}} = 222,5 \text{ kJ}$$

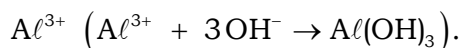
04. A remoção de resíduos oriundos da extração de petróleo pode ser feita utilizando-se a técnica de eletrofloculação, em que eletrodos de alumínio são mergulhados em uma emulsão óleo/água e submetidos a uma tensão elétrica. No processo, o ânodo sofre oxidação, liberando íons que interagem com a água, produzindo o floculante $\text{Al}(\text{OH})_3$, enquanto no cátodo são formadas microbolhas do gás originado da reação de redução da água, responsáveis pela flotação de óleos, graxas e outros materiais particulados.

a) Escreva a equação que representa a reação que ocorre no ânodo da cuba eletrolítica. Escreva a fórmula molecular do gás formado no cátodo.

b) Considerando a constante dos gases igual a $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ e que são necessários dois mols de elétrons para a produção de 1 mol de gás, calcule o volume de gás produzido no cátodo, à pressão de 1 atm e à temperatura de 300 K, quando circula pela cuba eletrolítica uma carga de 10 Faraday.

Resolução:

a) De acordo com o texto, o ânodo sofre oxidação, liberando íons que interagem com a água, produzindo o floculante $Al(OH)_3$. Para que isto ocorra é necessária a formação de cátions



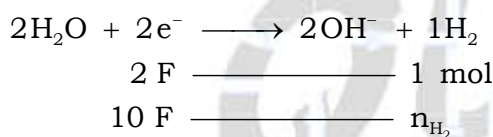
Equação que representa a reação que ocorre no ânodo da cuba eletrolítica: $Al \longrightarrow Al^{3+} + 3e^-$.

Ainda, de acordo com o texto, no cátodo são formadas microbolhas do gás originado da reação de redução da água: $2H_2O + 2e^- \longrightarrow 2OH^- + H_2$.

Fórmula molecular do gás formado no cátodo: H_2 .

b) Cálculo do volume de gás produzido no cátodo:

Carga = 10 F \Rightarrow Para 1 mol de elétrons é necessário 1 F (1 Faraday), então :



$$n_{H_2} = \frac{10 F \times 1 \text{ mol}}{2 F} = 5 \text{ mol}$$

$$R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1}; \quad P = 1 \text{ atm}; \quad T = 300 \text{ K}$$

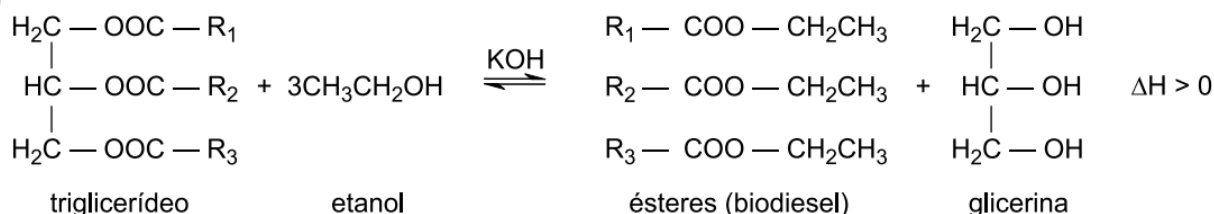
$$P \times V = n_{H_2} \times R \times T$$

$$1 \text{ atm} \times V = 5 \text{ mol} \times 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$V = 123 \text{ L}$$

Leia o texto para responder às questões **05** e **06**.

O biodiesel é um biocombustível obtido a partir de recursos renováveis — os triglicerídeos que compõem os óleos vegetais e um álcool (etanol ou metanol). A reação, que recebe o nome de transesterificação, é representada pela equação genérica a seguir.



Os produtos dessa reação apresentam comportamentos distintos quanto à solubilidade em água.

05. A reação de transesterificação possui melhor rendimento a temperaturas mais altas e o seu equilíbrio químico é atingido mais rapidamente com a utilização de uma base forte, como o KOH.

a) Qual o nome da interação intermolecular predominante nos ésteres que compõem o biodiesel? Qual o nome da interação intermolecular existente entre as moléculas de água e as moléculas de glicerina?

b) Por que essa reação apresenta maior rendimento em temperaturas mais altas? Qual a função do KOH no sistema reacional?

Resolução:

a) Nome da interação intermolecular predominante nos ésteres que compõem o biodiesel: dipolo induzido – dipolo induzido, devido à predominância das cadeias carbônicas apolares (R_1 , R_2 , R_3 e $-\text{CH}_2\text{CH}_3$).

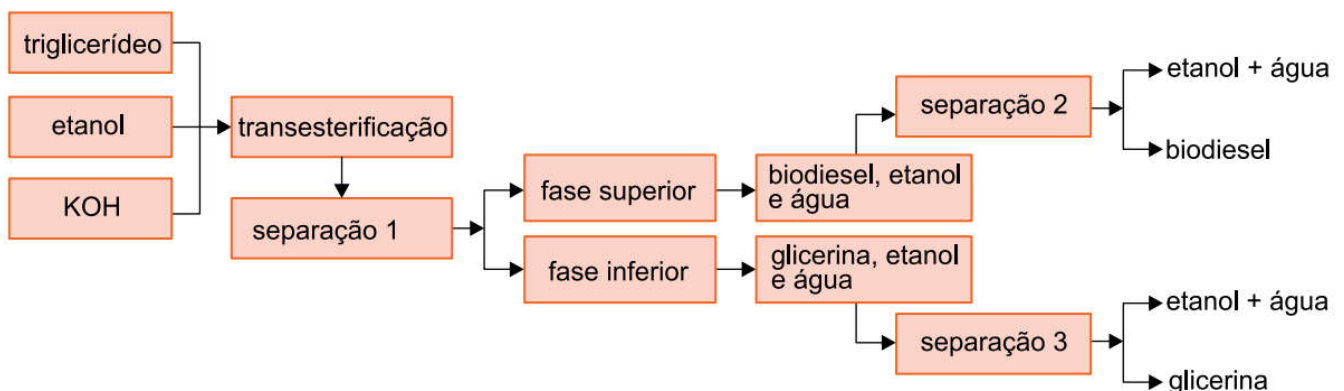
Nas regiões dos grupos COO tem-se dipolo – dipolo ou dipolo permanente.

Nome da interação intermolecular existente entre as moléculas de água e as moléculas de glicerina: ligações de hidrogênio ou pontes de hidrogênio devido à presença dos grupos OH.

b) Essa reação apresenta maior rendimento em temperaturas mais altas, pois tem variação de entalpia positiva, ou seja, trata-se de um processo endotérmico ($\Delta H > 0$), que absorve calor.

Em termos de ensino médio, a função do KOH no sistema reacional é de catalisador.

06. A reação de produção do biodiesel forma, em água, uma mistura bifásica líquida composta pelos produtos da reação e pelos resíduos dos reagentes. A separação dos componentes presentes no sistema ao final da reação pode ser esquematizada pela figura a seguir.



(Adriana Célia Lucarini *et al.* "Produção de biodiesel a partir de óleo de palmiste". *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, vol. 03, nº 02, 2017. Adaptado.)

a) Qual é o nome da técnica de separação 1? Qual é o nome da técnica de separação 3?

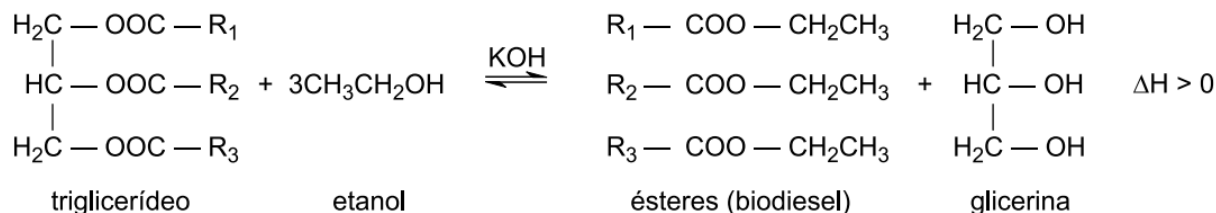
b) Considerando um rendimento de reação igual a 80 %, calcule a massa de glicerina produzida a partir de 690 kg de etanol.

Resolução:

a) Nome da técnica de separação 1: decantação, pois ocorre a separação em duas fases (superior e inferior).

Nome da técnica de separação 3: destilação ou destilação fracionada (separação de mistura líquida homogênea).

b) Cálculo da massa de glicerina produzida:

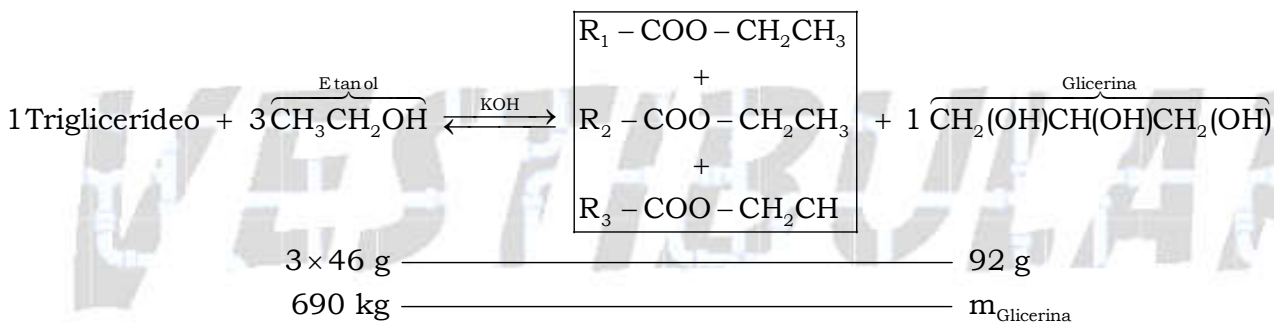


$$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = 2 \times 12 + 6 \times 1 + 16 = 46$$

$$M_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}} = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH}) = 3 \times 12 + 8 \times 1 + 3 \times 16 = 92$$

$$M_{\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})} = 92 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$m_{\text{Glicerina}} = \frac{690 \text{ kg} \times 92 \text{ g}}{3 \times 46 \text{ g}} = 460 \text{ kg}$$

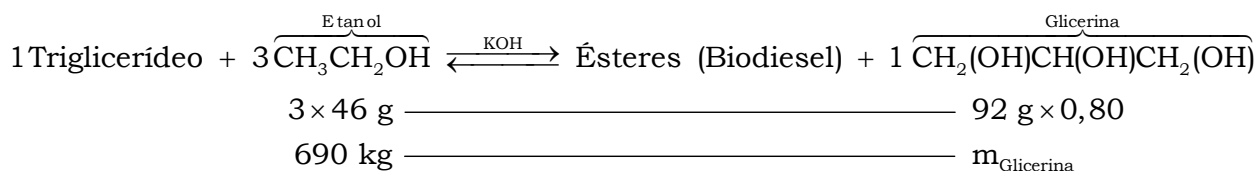
$$460 \text{ kg} \text{ ————— } 100 \%$$

$$m'_{\text{Glicerina}} \text{ ————— } 80 \%$$

$$m'_{\text{Glicerina}} = \frac{460 \text{ kg} \times 80 \%}{100 \%}$$

$$m'_{\text{Glicerina}} = 368 \text{ kg}$$

Outro modo:



$$m_{\text{Glicerina}} = \frac{690 \text{ kg} \times 92 \text{ g} \times 0,80}{3 \times 46 \text{ g}}$$

$$m_{\text{Glicerina}} = 368 \text{ kg}$$

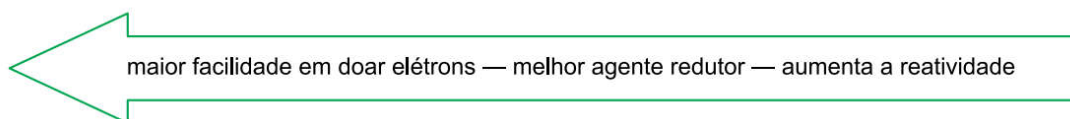
07. No século XX era comum o uso de cádmio metálico para enfeitar canecas de luxo. Essa prática foi abandonada, pois muitas pessoas adoeciam ao consumir alguma bebida cítrica, como a limonada, nessas canecas. Essas bebidas removiam o metal das paredes das canecas, conforme representa a reação equacionada a seguir:



Atualmente, as canecas são adornadas com outros metais, que não sofrem esse processo. A figura apresenta a fila de reatividade de alguns metais e do hidrogênio.

Fila de reatividade dos metais

Cs Rb K Na Ba Li Sr Ca Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb H Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au



a) Considerando os metais crômio, estanho e prata, qual deles poderia substituir o cádmio de modo a não sofrer o processo de remoção? Justifique sua resposta.

b) Considerando a constante de Avogadro igual a $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, calcule o número de átomos de cádmio removidos pela reação com todo o ácido presente em 50 mL de uma limonada com $[\text{H}^+] = 10^{-4} \text{ mol/L}$.

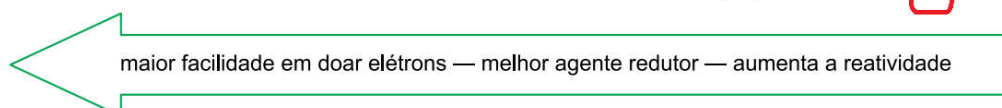
Resolução:

a) Considerando-se, apenas os três metais: crômio, estanho e prata, o metal que poderia substituir o cádmio seria a prata (Ag), pois a prata é menos reativa do que o hidrogênio e não sofreria o processo de remoção.

Fila de reatividade dos metais

Cs Rb K Na Ba Li Sr Ca Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb H Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

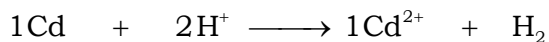
Menos reativa
do que o
hidrogênio (H)



b) Cálculo do número de átomos de cádmio removidos:

$$[H^+] = 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\left. \begin{array}{l} 1000 \text{ mL} \text{ ————— } 10^{-4} \text{ mol de } H^+ \\ 50 \text{ mL} \text{ ————— } n_{H^+} \end{array} \right\} n_{H^+} = \frac{50 \text{ mL} \times 10^{-4} \text{ mol}}{1000 \text{ mL}} \Rightarrow n_{H^+} = 5 \times 10^{-6} \text{ mol}$$



$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cd}} \text{ ————— } 5 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Cd}} = \frac{5 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 1 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow n_{\text{Cd}} = 2,5 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol} \text{ ————— } 6 \times 10^{23} \text{ átomos de cádmio}$$

$$2,5 \times 10^{-6} \text{ mol} \text{ ————— } n'_{\text{Cd}}$$

$$n'_{\text{Cd}} = \frac{2,5 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 6 \times 10^{23} \text{ átomos de cádmio}}{1 \text{ mol}}$$

$$n'_{\text{Cd}} = 1,5 \times 10^{18} \text{ átomos de cádmio}$$

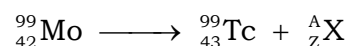
08. O tecnécio é um metal artificial radioativo muito utilizado em medicina nuclear. Sua produção é feita a partir da fissão do ${}^{235}_{92}\text{U}$ que, ao ser bombardeado por nêutron, produz o ${}^{99}_{42}\text{Mo}$ e outro nuclídeo, além de 3 nêutrons. O ${}^{99}_{42}\text{Mo}$, que possui meia-vida de 6 horas, decai para formar o ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ metaestável.

a) Identifique a partícula emitida no decaimento do ${}^{99}_{42}\text{Mo}$. Calcule a massa de ${}^{99}_{42}\text{Mo}$ restante após 36 horas, a partir do decaimento de 1000 g desse nuclídeo.

b) Equacione a reação de fissão do ${}^{235}_{92}\text{U}$ e dê o nome do nuclídeo formado nessa reação, juntamente com o ${}^{99}_{42}\text{Mo}$.

Resolução:

a) Partícula emitida no decaimento do ${}^{99}_{42}\text{Mo}$: beta.



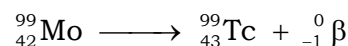
$$99 = 99 + A$$

$$A = 0$$

$$42 = 43 + Z$$

$$A = -1$$

$${}^A_Z\text{X} \Rightarrow {}^0_{-1}\text{X} \Rightarrow {}^0_{-1}\beta \text{ (partícula beta)}$$



Cálculo da massa de $^{99}_{42}\text{Mo}$ restante após 36 horas, a partir do decaimento de 1000 g desse nuclídeo:

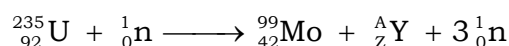
$p = 6 \text{ h}$ (período de semidesintegração ou meia-vida)

$$p = \frac{36 \text{ h}}{6 \text{ h}} = 6 \text{ (períodos de semidesintegração)}$$

$$1000 \text{ g} \xrightarrow{6 \text{ h}} 500 \text{ g} \xrightarrow{6 \text{ h}} 250 \text{ g} \xrightarrow{6 \text{ h}} 125 \text{ g} \xrightarrow{6 \text{ h}} 62,5 \text{ g} \xrightarrow{6 \text{ h}} 31,25 \text{ g} \xrightarrow{6 \text{ h}} 15,625 \text{ g}$$

$$m_{\text{Resistente}} = 15,625 \text{ g}$$

b) De acordo com o texto, o $^{235}_{92}\text{U}$ ao ser bombardeado por um nêutron, produz o $^{99}_{42}\text{Mo}$ e outro nuclídeo, além de outros 3 nêutrons. Reação de fissão do $^{235}_{92}\text{U}$:

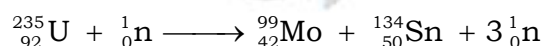
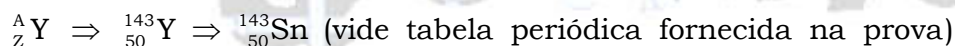


$$235 + 1 = 99 + A + 3 \times 1$$

$$A = 134$$

$$92 + 0 = 42 + Z + 3 \times 0$$

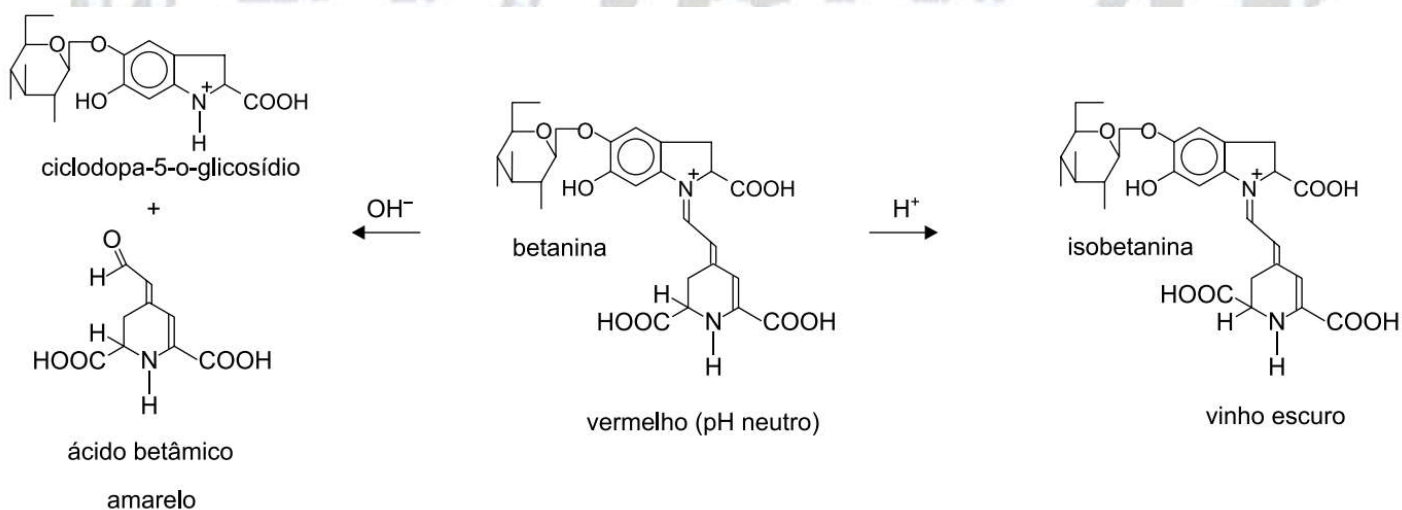
$$Z = 50$$



Nome do nuclídeo formado nessa reação: estanho (Sn).

Leia o texto para responder às questões **09** e **10**.

O extrato de beterraba contém uma substância chamada betanina, que pode ser utilizada como indicador ácido-base, uma vez que apresenta cores diferentes em pH neutro, ácido ou básico, conforme a figura.



(Marcelo V. Dias *et al.* "Corantes naturais: extração e emprego como indicadores de pH". *Química nova na escola*, nº 17, maio de 2003. Adaptado.)

09. Após realizar a extração da betanina, um grupo de estudantes utilizou o extrato obtido na determinação da acidez de algumas soluções de uso cotidiano:

- Solução 1: água sanitária (solução de NaClO a 1 %)
- Solução 2: soro fisiológico (solução de NaCl a 0,9 %)
- Solução 3: vinagre (solução de CH₃COOH a 4 %)
- Solução 4: limpador multiuso (solução de NH₃ a 1,2 %)

a) Quais soluções deverão apresentar as cores vermelha e vinho escuro, respectivamente, na presença do extrato de beterraba?

b) Considerando a massa molar do CH₃COOH igual a 60 g/mol e a densidade do vinagre igual a 1 g/mL, calcule a concentração dessa substância, em mol/L, no vinagre. Admitindo que o grau de ionização do CH₃COOH no vinagre seja igual a 0,15 %, calcule o pH da solução de vinagre.

Resolução:

a) Soluções que deverão apresentar as cores vermelha e vinho escuro na presença de extrato de beterraba: 2 e 3.

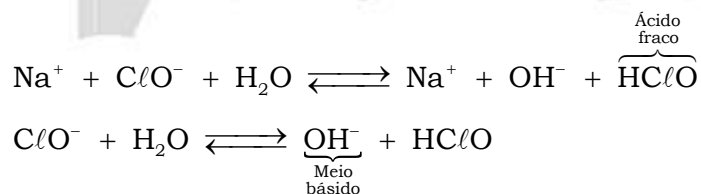
De acordo com as informações da figura fornecida na questão:

Em meio ácido (direita) a cor resultante é o vinho.

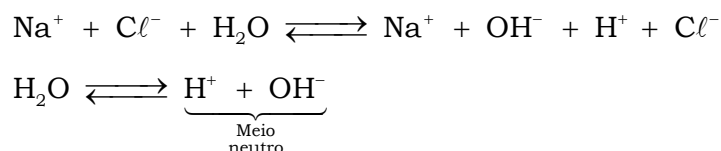
Em meio neutro (centro) a cor resultante é o vermelho.

Em meio básico (esquerda) a cor resultante é o amarelo.

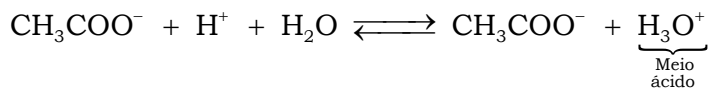
• Solução 1: água sanitária (solução de NaClO a 1 %): hidrólise básica; amarelo.



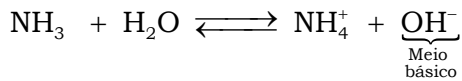
• Solução 2: soro fisiológico (solução de NaCl a 0,9 %): hidrólise neutra; vermelho.



- Solução 3: vinagre (solução de CH₃COOH a 4 %): constante ácida; vinho.



- Solução 4: limpador multiuso (solução de NH₃ a 1,2 %): constante básica; amarelo.



b) Cálculo da concentração de CH₃COOH, em mol/L, no vinagre:

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

$$\tau = 4 \%$$

$$1000 \text{ g} \text{ ————— } 100 \%$$

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} \text{ ————— } 4 \%$$

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{1000 \text{ g} \times 4 \%}{100 \%}$$

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 40 \text{ g}$$

$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{m_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{M_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \frac{40 \text{ g}}{60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,67 \text{ mol}$$

$$V = 1 \text{ L}$$

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,67 \text{ mol/L}$$

Outro modo:

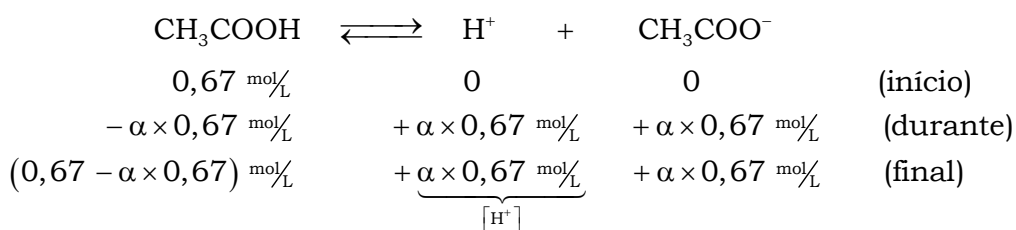
$$\left. \begin{array}{l} C = \tau \times d \\ C = \mathfrak{M} \times M \end{array} \right\} \tau \times d = \mathfrak{M} \times M$$

$$\mathfrak{M} = \frac{\tau \times d}{M}$$

$$\mathfrak{M} = \frac{0,04 \times 1000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}{60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$$\mathfrak{M} = 0,67 \text{ mol/L}$$

Cálculo do pH da solução de vinagre:



$$[H^+] = \alpha \times 0,67 \text{ mol/L}$$

$$\alpha = 0,15 \%$$

$$[H^+] = \frac{0,15}{100} \times 0,67 \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = 0,001 \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log[H^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 3$$

Outro modo:

$$\alpha = 0,15 \%$$

$$[CH_3COOH] = 0,67 \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = \alpha \times m \Rightarrow [H^+] = \alpha \times [CH_3COOH]$$

$$[H^+] = \frac{0,15}{100} \times 0,67 \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = 0,001 \text{ mol/L}$$

$$[H^+] = 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log[H^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 3$$

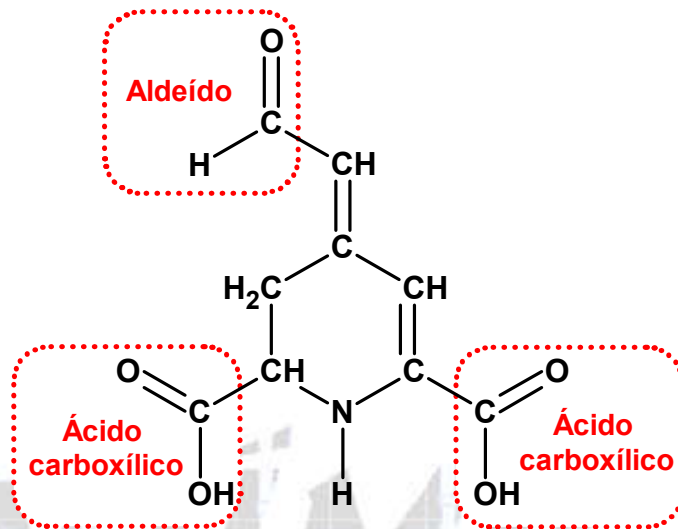
10. De acordo com o pH do meio, a betanina sofre isomerização, gerando a isobetanina, ou sofre hidrólise, formando o ácido betâmico e a ciclodopa-5-o-glicosídeo.

a) Quais as funções orgânicas oxigenadas presentes no ácido betâmico?

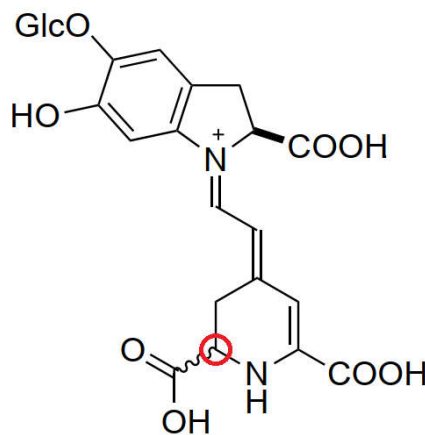
b) Qual o tipo de isomeria espacial existente entre as moléculas de betanina e isobetanina? Qual a quantidade, em mol, de CO_2 produzida na combustão completa de 1 mol do composto ciclodopa-5-o-glicosídeo?

Resolução:

a) Funções orgânicas **oxigenadas** presentes no ácido betâmico: aldeído e ácido carboxílico.



b) Tipo de isomeria espacial existente entre as moléculas de betanina (2S/15S) e isobetanina (2S/15R) (os isômeros R recebem o prefixo iso): óptica.



Cálculo da quantidade, em mol, de CO_2 produzida na combustão completa de 1 mol do composto ciclodopa-5-o-glicosídeo: 20 mols.

1 mol de ciclodopa-5-o-glicosídeo tem 20 mols de C.

1 mol de ciclodopa-5-o-glicosídeo $\xrightarrow{\text{Combustão}}$ 20 mols de CO_2 .

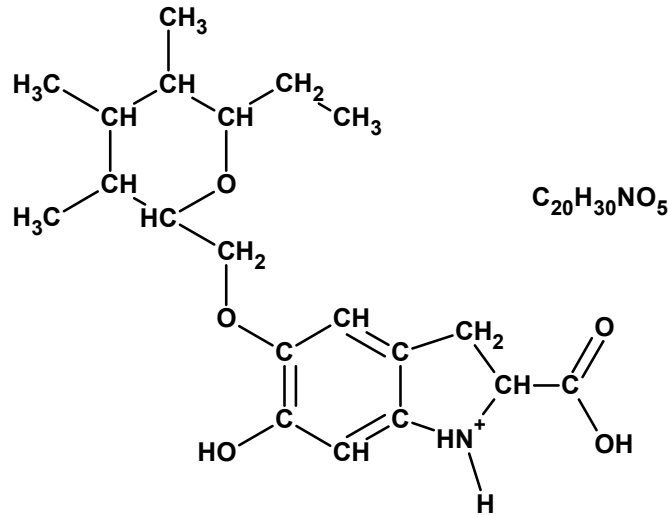


TABELA PERIÓDICA

1 H hidrogênio 1,01																	18 He hélio 4,00
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,01											13 B boro 10,8	14 C carbono 12,0	15 N nitrogênio 14,0	16 O oxigênio 16,0	17 F flúor 19,0	10 Ne neônio 20,2
11 Na sódio 23,0	12 Mg magnésio 24,3											13 Al alumínio 27,0	14 Si silício 28,1	15 P fósforo 31,0	16 S enxofre 32,1	17 Cl cloro 35,5	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 rutênio 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 lantanoides	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 tálio 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 actinoides	104 Rf rutherfordio	105 Db dúbnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bohrio	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 europio 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 itêrbio 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.