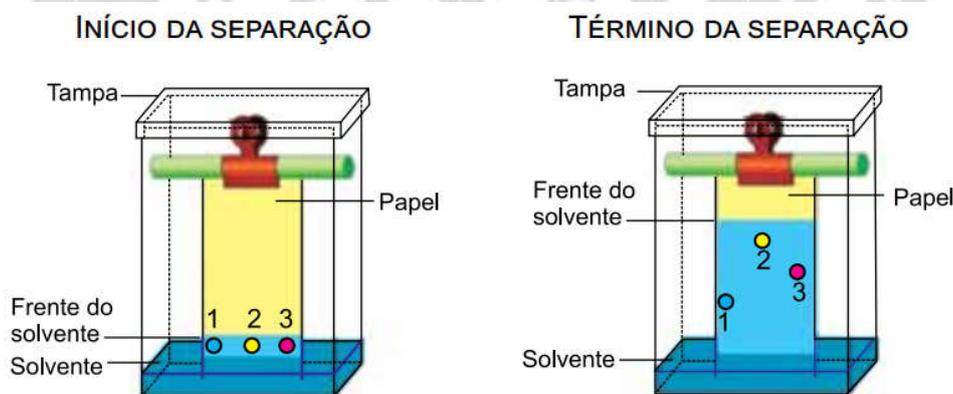
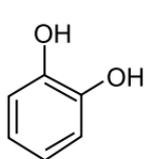


01. A separação de isômeros pode ser realizada por cromatografia em papel, uma técnica baseada na afinidade química entre as moléculas de água absorvidas pela celulose que compõe a fibra do papel e os componentes da mistura. Nesse processo, os isômeros migram pelo papel, arrastados pelo solvente, e quanto maior a afinidade entre os componentes da mistura e o papel, menor a velocidade de migração. As figuras representam a migração dos isômeros catecol, resorcinol e hidroquinona, identificados pelos números 1, 2 e 3, mas não necessariamente nessa ordem, através de uma tira de papel em que as cores são meramente ilustrativas, não correspondendo às cores reais das substâncias.

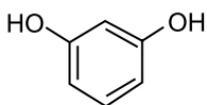


(researchgate.net. Adaptado.)

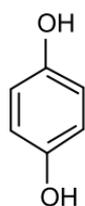
As fórmulas estruturais do catecol, do resorcinol, da hidroquinona e da celulose estão representadas a seguir.



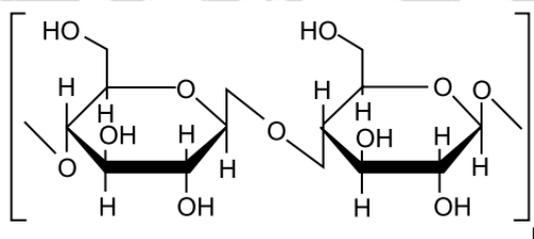
catecol



resorcinol



hidroquinona



celulose

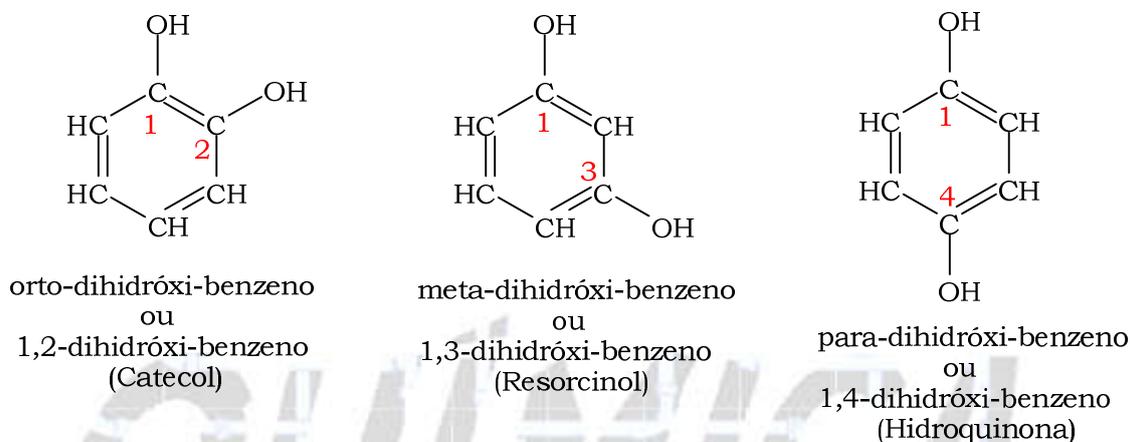
a) A que função orgânica pertencem o catecol, o resorcinol e a hidroquinona? Qual o tipo de isomeria que ocorre entre as moléculas dessas três substâncias?

b) Dê o nome da interação intermolecular que ocorre entre as fibras do papel e os isômeros catecol, resorcinol e hidroquinona. Considerando as polaridades das moléculas apresentadas, indique qual dos isômeros (catecol, resorcinol ou hidroquinona) corresponde à substância de número 2 das figuras.

Resolução:

a) Função orgânica a que pertencem o Catecol, o Resorcinol e a Hidroquinona: fenol (OH ligado a anel benzênico).

Tipo de isomeria que ocorre entre as moléculas dessas três substâncias: isomeria de posição, pois a posição dos grupos OH é diferente.

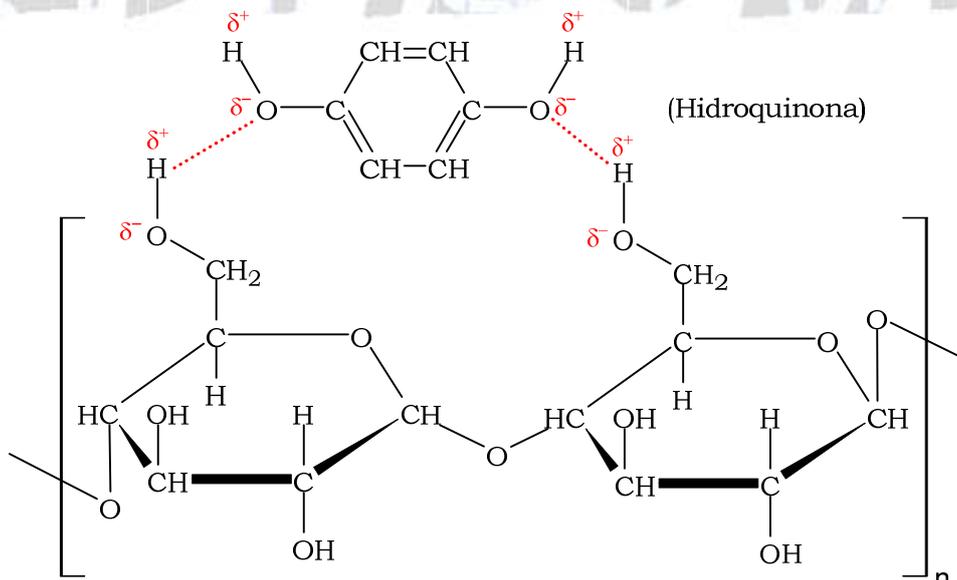


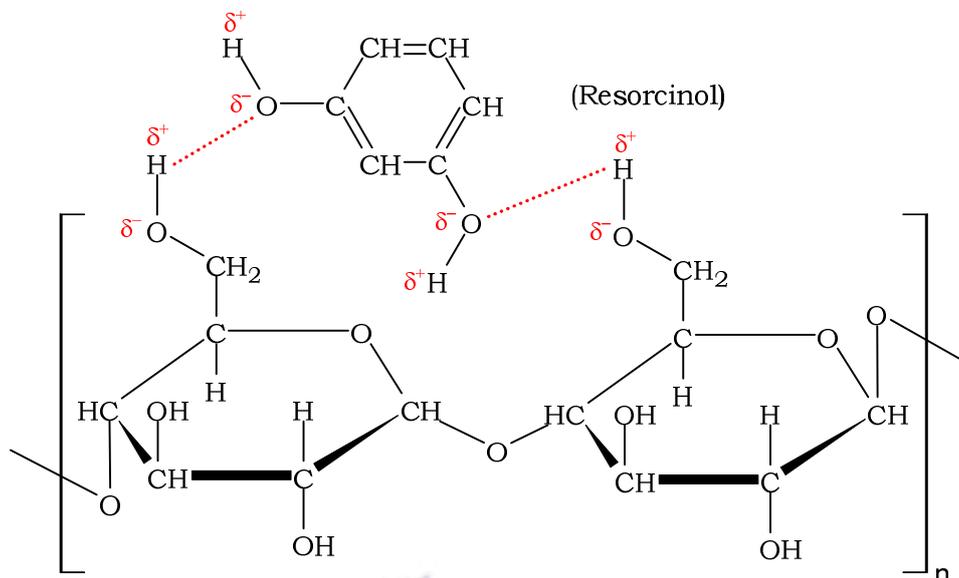
b) Nome da interação intermolecular que ocorre entre as fibras do papel e os isômeros Catecol, Resorcinol e Hidroquinona: ligação de hidrogênio ou ponte de hidrogênio.

Isômero que corresponde à substância de número 2 das figuras (posição mais acima): Catecol.

De acordo com o texto do enunciado, quanto maior a afinidade entre os componentes da mistura e o papel (celulose), menor a velocidade de migração, ou seja, mais abaixo estará marcada a numeração na figura. Quanto menor a afinidade entre os componentes da mistura e o papel (celulose), maior a velocidade de migração, ou seja, mais acima estará marcada a numeração na figura.

As moléculas do Resorcinol (1,3-dihidróxi-benzeno) e da Hidroquinona (1,4-dihidróxi-benzeno) possuem as hidroxilas em posições mais favoráveis para se ligarem (por ligações de hidrogênio ou pontes de hidrogênio) à celulose. Já o Catecol (1,2-dihidróxi-benzeno) tende a fazer fortes ligações intramoleculares devido à proximidade das hidroxilas (posições 1 e 2) tendo dificuldade para se ligar à celulose (papel). Esquematicamente, têm-se as seguintes possibilidades:





02. A reciclagem de pilhas comuns é um procedimento recomendado para recuperar elementos tóxicos, como o zinco e o manganês, que não devem ser descartados no meio ambiente. As reações 1 e 2, apresentadas a seguir, representam etapas intermediárias dos respectivos processos de recuperação dos metais manganês e zinco.

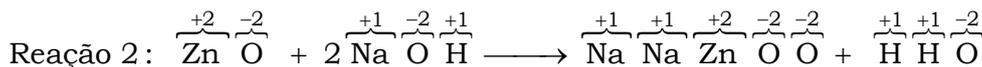
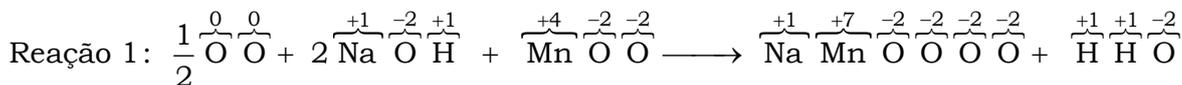


a) Qual das reações apresentadas é de oxirredução? Qual é o agente redutor dessa reação de oxirredução?

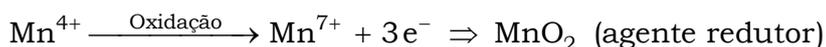
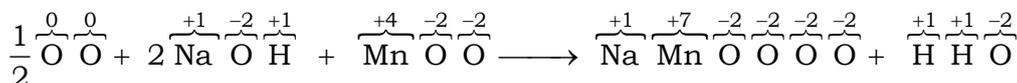
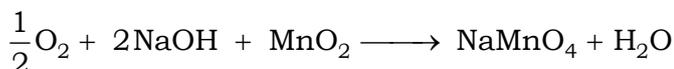
b) Calcule a massa máxima de ZnO (M = 81 g/mol) que reage completamente utilizando 3 L de solução de NaOH (M = 40 g/mol) de concentração 6 mol/L.

Resolução:

a) A reação 1 é de oxirredução, pois ocorre variação de Nox no manganês (Mn) e no oxigênio (O).



Agente redutor da reação 1: MnO₂.



b) Cálculo da massa máxima de ZnO ($M = 81 \text{ g/mol}$) que reage completamente utilizando 3 L de solução de NaOH ($M = 40 \text{ g/mol}$) de concentração 6 mol/L:

$$V = 3 \text{ L}$$

$$[\text{NaOH}] = 6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{NaOH}] = \frac{n_{\text{NaOH}}}{V} \Rightarrow n_{\text{NaOH}} = [\text{NaOH}] \times V$$

$$n_{\text{NaOH}} = 6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 3 \text{ L}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 18 \text{ mol}$$

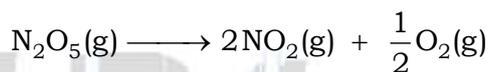


$$81 \text{ g} \text{ — } 2 \text{ mol}$$

$$m_{\text{ZnO}} \text{ — } 18 \text{ mol}$$

$$m_{\text{ZnO}} = \frac{81 \text{ g} \times 18 \text{ mol}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow m_{\text{ZnO}} = 729 \text{ g}$$

03. Em um recipiente fechado de capacidade igual a 2 litros ocorre a seguinte reação de primeira ordem, a 300 K:



A tabela apresenta a variação da concentração de N_2O_5 em função do tempo.

$[\text{N}_2\text{O}_5] \text{ (mol/L)}$	0,400	0,367	0,336	0,283	0,200
Tempo (s)	0	250	500	1000	2000

a) Escreva a expressão da lei da velocidade para a reação de decomposição do N_2O_5 . Calcule a velocidade média de decomposição do N_2O_5 nos primeiros 1000 segundos de reação.

b) Calcule a quantidade de matéria, em mol, de NO_2 presente no recipiente após 2000 segundos de reação. Considerando a constante universal dos gases igual a $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, calcule a pressão parcial do gás NO_2 nesse recipiente após 2000 s.

Resolução:

a) Expressão da lei da velocidade para a reação de decomposição do N_2O_5 , que é de primeira ordem: $v = k \times [\text{N}_2\text{O}_5]^1$.

Cálculo da velocidade média de decomposição do N_2O_5 nos primeiros 1000 segundos de reação:

$$t_{\text{final}} = 1000 \text{ s}$$

$$t_{\text{inicial}} = 0 \text{ s}$$

$$[\text{N}_2\text{O}_5]_{\text{final}} = 0,283 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{N}_2\text{O}_5]_{\text{inicial}} = 0,400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

De acordo com os dados da tabela, vem:

$$v_{\text{N}_2\text{O}_5} = \left| \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} \right|$$

$$v_{\text{N}_2\text{O}_5} = \left| \frac{0,283 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0,400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{1000 \text{ s} - 0 \text{ s}} \right| = \left| \frac{-0,117}{1000 \text{ s}} \right|$$

$$v_{\text{N}_2\text{O}_5} = 0,000117 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{\text{N}_2\text{O}_5} = 1,17 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

b) Cálculo da quantidade de matéria, em mol, de NO_2 presente no recipiente após 2000 segundos de reação:

$$t_{\text{final}} = 2000 \text{ s}$$

$$t_{\text{inicial}} = 0 \text{ s}$$

$$[\text{N}_2\text{O}_5]_{\text{final}} = 0,200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{N}_2\text{O}_5]_{\text{inicial}} = 0,400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

De acordo com os dados da tabela, vem:

$$v_{\text{N}_2\text{O}_5} = \left| \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} \right| \Rightarrow v_{\text{N}_2\text{O}_5} = \left| \frac{0,200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0,400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{2000 \text{ s} - 0 \text{ s}} \right| = \left| \frac{-0,200}{2000 \text{ s}} \right|$$

$$v_{\text{N}_2\text{O}_5} = 0,0001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{\text{N}_2\text{O}_5} = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$



$$\left| \frac{v_{\text{N}_2\text{O}_5}}{1} \right| = \left| \frac{v_{\text{NO}_2}}{2} \right| = \left| \frac{v_{\text{O}_2}}{0,5} \right|$$

$$v_{\text{N}_2\text{O}_5} = \frac{v_{\text{NO}_2}}{2} \Rightarrow v_{\text{NO}_2} = 2 \times v_{\text{N}_2\text{O}_5}$$

$$v_{\text{NO}_2} = 2 \times 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \Rightarrow v_{\text{NO}_2} = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v_{\text{NO}_2} = \frac{[\text{NO}_2]}{\Delta t} \Rightarrow [\text{NO}_2] = v_{\text{NO}_2} \times \Delta t$$

$$[\text{NO}_2] = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \times 2000 \text{ s}$$

$$[\text{NO}_2] = 4000 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{NO}_2] = 0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \left. \vphantom{[\text{NO}_2]} \right\} [\text{NO}_2] = \frac{n_{\text{NO}_2}}{V} \Rightarrow n_{\text{NO}_2} = [\text{NO}_2] \times V$$

$$V = 2 \text{ L}$$

$$n_{\text{NO}_2} = 0,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \text{ L} \Rightarrow n_{\text{NO}_2} = 0,8 \text{ mol}$$

Cálculo da pressão parcial do gás NO₂ nesse recipiente após 2000 s:

$$T = 300 \text{ K}$$

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$n_{\text{NO}_2} = 0,8 \text{ mol}$$

$$V = 2 \text{ L}$$

$$p_{\text{NO}_2} \times V = n_{\text{NO}_2} \times R \times T$$

$$p_{\text{NO}_2} \times 2 \text{ L} = 0,8 \text{ mol} \times 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}$$

$$p_{\text{NO}_2} = \frac{0,8 \text{ mol} \times 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 300 \text{ K}}{2 \text{ L}}$$

$$p_{\text{NO}_2} = 9,84 \text{ atm}$$

04. A água da chuva apresenta pH médio em torno de 5,5, uma leve acidez considerada natural devido à presença do dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera. No entanto, o excesso de CO₂ e de outros poluentes como o dióxido de enxofre (SO₂), um gás produzido nas erupções vulcânicas e na queima de combustíveis fósseis, eleva substancialmente a acidez da água, gerando a chuva ácida. Não são raros os casos em que a análise da água de chuvas de regiões com alto nível de poluição atmosférica indica concentração de íons H⁺ na água igual a $3,16 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$.

a) Escreva a equação que representa a combustão do enxofre produzindo dióxido de enxofre. Qual a geometria da molécula do dióxido de carbono?

b) Considerando $\log 3,16 = 0,5$, calcule o pH da água da chuva ácida mencionada no texto. Determine quantas vezes a acidez da água dessa chuva ácida é maior que a acidez da água da chuva cujo pH é considerado natural.

Resolução:

a) Equação que representa a combustão do enxofre produzindo dióxido de enxofre:



Geometria da molécula do dióxido de carbono (CO₂): linear.

Carbono (C): Grupo 14; quatro elétrons de valência; faz quatro ligações covalentes.

Oxigênio (O): Grupo 16; seis elétrons de valência; faz duas ligações covalentes.



b) Cálculo do pH da água da chuva ácida mencionada no texto, considerando $\log 3,16 = 0,5$:

$$[\text{H}^+]_{\text{alto nível de poluição}} = 3,16 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH}_{\text{chuva ácida}} = -\log [\text{H}^+]_{\text{alto nível de poluição}}$$

$$\text{pH}_{\text{chuva ácida}} = -\log(3,16 \times 10^{-3})$$

$$\text{pH}_{\text{chuva ácida}} = -[\log 3,16 + \log 10^{-3}] \Rightarrow \text{pH}_{\text{chuva ácida}} = -\left[\underbrace{\log 3,16}_{0,5} - 3 \times \log 10 \right]$$

$$\text{pH}_{\text{chuva ácida}} = 3 - 0,5 \Rightarrow \text{pH}_{\text{chuva ácida}} = 2,5$$

Determinação de quantas vezes a acidez da água dessa chuva ácida (alto nível de poluição) é maior que a acidez da água da chuva cujo pH é considerado natural (pH médio em torno de 5,5).

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pH}_{\text{chuva ácida}} = 2,5 \Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}} = 10^{-2,5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH}_{\text{natural}} = 5,5 \Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{natural}} = 10^{-5,5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\frac{[\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}}}{[\text{H}^+]_{\text{natural}}} = \frac{10^{-2,5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{10^{-5,5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \Rightarrow \frac{[\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}}}{[\text{H}^+]_{\text{natural}}} = 10^{(-2,5 + 5,5)} = 10^3$$

$$[\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}} = 1000 \times [\text{H}^+]_{\text{natural}}$$

Observação (outro modo de raciocínio):

$$[\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}} = 3,16 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH}_{\text{natural}} = 5,5 \Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{natural}} = 10^{-5,5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\frac{[\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}}}{[\text{H}^+]_{\text{natural}}} = \frac{3,16 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{10^{-5,5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} \Rightarrow \frac{[\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}}}{[\text{H}^+]_{\text{natural}}} = 3,16 \times 10^{(-3+5,5)}$$

$$[\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}} = 3,16 \times 10^{2,5} \times [\text{H}^+]_{\text{natural}}$$

$$\log 3,16 = 0,5 \Rightarrow 10^{0,5} = 3,16$$

$$[\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}} = 10^{0,5} \times 10^{2,5} \times [\text{H}^+]_{\text{natural}}$$

$$[\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}} = 10^3 \times [\text{H}^+]_{\text{natural}} \Rightarrow [\text{H}^+]_{\text{chuva ácida}} = 1000 \times [\text{H}^+]_{\text{natural}}$$

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											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	18 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 lantanoídes	72 72 Hf hafnio 178	73 73 Ta tântalo 181	74 74 W tungstênio 184	75 75 Re rênio 186	76 76 Os ósio 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 actinoídes	104 104 Rf rutherfordio	105 105 Db dúbnio	106 106 Sg seabórgio	107 107 Bh bohrio	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 itérbio 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 américio	96 96 Cm cúrio	97 97 Bk berquílio	98 98 Cf califórnia	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.

PARA O

VESTIBULAR