

01. Plantas podem ficar doentes caso sua nutrição não seja adequada. O diagnóstico de deficiências nutricionais é feito inicialmente pela análise do aspecto das folhas, que podem dar indícios de deficiência dos elementos magnésio, fósforo, nitrogênio, ferro, cálcio, potássio e enxofre. O quadro mostra a apresentação química mais frequente com que cada elemento é absorvido pelas plantas.

Elemento	Magnésio	Fósforo	Nitrogênio	Ferro	Cálcio	Potássio	Enxofre
Apresentação mais frequente	Mg^{2+}	$H_2PO_4^-$	NO_3^-	Fe^{3+}	Ca^{2+}	K^+	SO_4^{2-}

a) Qual dos íons metálicos apresentados no quadro possui maior raio? A que família pertencem os cátions bivalentes presentes no quadro?

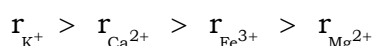
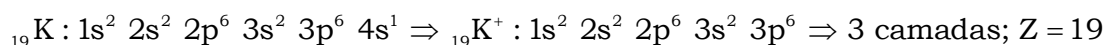
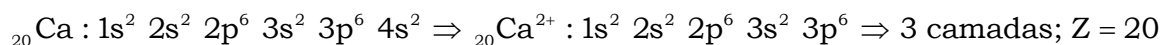
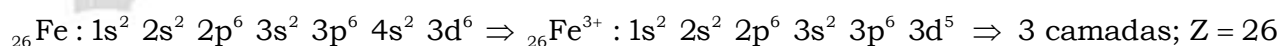
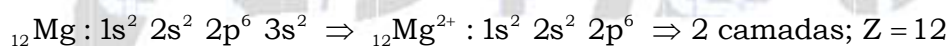
b) Utilizando apenas as espécies químicas presentes no quadro, escreva a fórmula do composto que fornece, ao mesmo tempo, os elementos ferro e enxofre em suas apresentações mais frequentes. Qual a massa de nitrogênio consumida por uma planta que absorve totalmente 50 mL de uma solução de NO_3^- de concentração 0,05 mol/L?

Resolução:

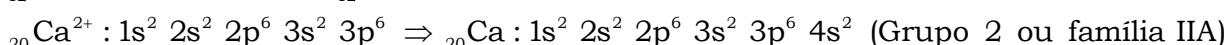
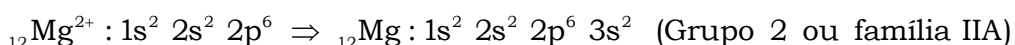
a) Íon metálico, apresentado no quadro, que possui maior raio: K^+ (cátion potássio).

Quanto menor o número de camadas do íon, menor será o raio.

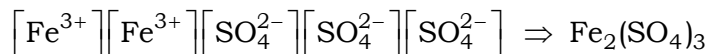
Quando o número de camadas for igual, quanto menor a carga nuclear (“ou número de prótons”), maior será o raio (menor será a atração núcleo-elétron).



Famílias às quais pertencem os íons bivalentes presentes no quadro: grupo 2 ou família IIA (alcalinos terrosos).



b) Utilizando apenas as espécies químicas presentes no quadro, fórmula do composto que fornece, ao mesmo tempo, os elementos ferro (Fe) e enxofre (S) em suas apresentações mais frequentes:



Cálculo da massa de nitrogênio consumida por uma planta que absorve totalmente 50 mL de uma solução de NO_3^- de concentração 0,05 mol/L:

$$\text{NO}_3^- = 1 \times 14 + 3 \times 16 = 62; M_{\text{NO}_3^-} = 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$[\text{NO}_3^-] = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V = 50 \text{ mL} = \frac{50}{1000} \text{ L} \Rightarrow V = 0,05 \text{ L}$$

$$[\text{NO}_3^-] = \frac{n_{\text{NO}_3^-}}{V} \Rightarrow [\text{NO}_3^-] = \frac{m_{\text{NO}_3^-}}{M_{\text{NO}_3^-} \times V} \Rightarrow m_{\text{NO}_3^-} = [\text{NO}_3^-] \times M_{\text{NO}_3^-} \times V$$

$$m_{\text{NO}_3^-} = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 62 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 0,05 \text{ L} = 0,155 \text{ g}$$

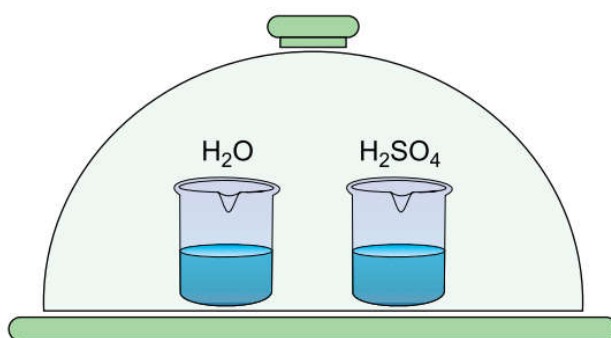
$$1 \text{ mol NO}_3^- : 1 \text{ mol N}$$

$$62 \text{ g} \text{ ———— } 14 \text{ g}$$

$$0,155 \text{ g} \text{ ———— } m_{\text{N}}$$

$$m_{\text{N}} = \frac{0,155 \text{ g} \times 14 \text{ g}}{62 \text{ g}} \Rightarrow m_{\text{N}} = 0,035 \text{ g ou } 35 \text{ mg}$$

02. A figura mostra dois recipientes, um contendo água pura e o outro, solução aquosa de ácido sulfúrico de pH igual a 4, ambos de volumes iguais e cobertos por uma tampa de vidro hermeticamente fechada.



Após certo tempo, ao se atingir o equilíbrio evaporação ↔ condensação, verificou-se que o volume de água pura diminuiu e o volume da solução de ácido sulfúrico aumentou.

a) Explique, com base no conceito de pressão de vapor, por que ocorreu a variação de volumes dos recipientes. O que deve acontecer com o pH da solução de ácido sulfúrico após o sistema entrar em equilíbrio?

b) Equacione a ionização total do ácido sulfúrico. Considerando o ácido sulfúrico totalmente ionizado, calcule a concentração inicial de ácido sulfúrico na solução.

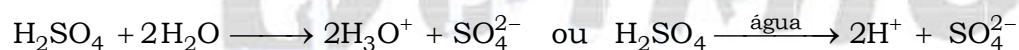
Resolução:

a) Os vapores do recipiente contendo água (H₂O) pura migraram e condensaram no recipiente contendo a solução aquosa de ácido sulfúrico (H₂SO₄), pois a água pura apresenta maior pressão de vapor do que a solução de ácido sulfúrico (a solução do ácido apresenta maior número de partículas ou maior efeito coligativo).

O pH da solução de ácido sulfúrico aumentará, pois a concentração do ácido diminuirá com a elevação do volume.

$$[\text{H}_2\text{SO}_4] \downarrow = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V \uparrow} \Rightarrow [\text{H}^+] \downarrow \Rightarrow \text{pH aumenta}$$

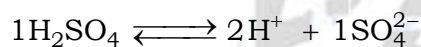
b) Equacionamento da ionização total do ácido sulfúrico:



Cálculo da concentração inicial de ácido sulfúrico na solução:

Solução inicial (H₂SO₄) ⇒ pH = 4

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$



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

$$\mathfrak{M} \text{ ————— } 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\mathfrak{M} = \frac{1 \text{ mol} \times 10^{-4} \text{ mol/L}}{2 \text{ mol}} \Rightarrow \mathfrak{M} = 0,5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$[\text{H}_2\text{SO}_4]_{\text{inicial}} = 5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

03. A figura ilustra um processo que ocorre naturalmente entre os elementos ferro e cobre.



(<https://cen.acs.org>. Adaptado.)

Esse processo ocorre durante o funcionamento de uma pilha eletrolítica, em que um eletrodo de ferro imerso em uma solução de um sal de ferro (II) é unido por um fio condutor a um eletrodo de

cobre imerso em outra solução contendo um sal de cobre (II). Os potenciais-padrão de redução dos íons ferro (II) e cobre (II) são, respectivamente, $-0,44\text{ V}$ e $+0,34\text{ V}$.

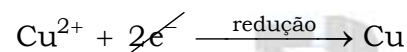
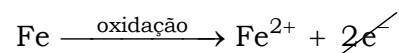
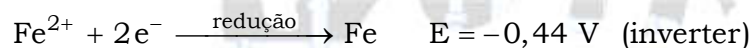
a) Escreva a equação de transferência eletrônica ilustrada na figura. Dentre as espécies químicas ferro, ferro (II), cobre e cobre (II), qual delas terá sua concentração aumentada durante o funcionamento da pilha?

b) Calcule a ddp de uma bateria formada pela união de 6 pilhas de ferro e cobre ligadas em série. Considerando a constante de Avogadro igual a $6 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$, calcule o número de elétrons transferidos pelo ferro que proporcionaram um depósito de $0,635\text{ g}$ de cobre metálico no cátodo.

Resolução:

a) Equação de transferência eletrônica ilustrada na figura: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \xrightarrow{\text{Global}} \text{Fe}^{2+} + \text{Cu}$.

$$-0,44\text{ V} < 0,34\text{ V}$$

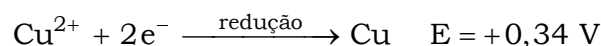
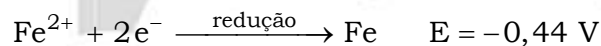


A solução de íons Fe^{2+} (solução de um sal de ferro II) terá sua concentração aumentada devido ao



b) Para o cálculo da ddp de uma bateria formada pela união de 6 pilhas de ferro e cobre ligadas em série, os valores de ΔE devem ser somados.

Para uma pilha :



$$\Delta E = E_{\text{maior}} - E_{\text{menor}}$$

$$\Delta E = +0,34\text{ V} - (-0,44\text{ V}) \Rightarrow \Delta E = +0,78\text{ V}$$

Para seis (6) pilhas em série :

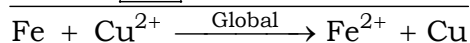
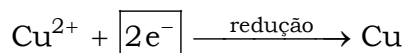
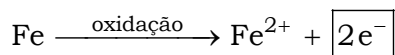
$$\boxed{+0,78\text{ V}} \mid \boxed{+0,78\text{ V}} \mid \boxed{+0,78\text{ V}} \mid \boxed{+0,78\text{ V}} \mid \boxed{+0,78\text{ V}} \mid \boxed{+0,78\text{ V}}$$

$$\Delta E_{\text{série}} = 6 \times (+0,78\text{ V})$$

$$\Delta E_{\text{série}} = +4,68\text{ V}$$

Cálculo do número de elétrons transferidos pelo ferro que proporcionaram um depósito de 0,635 g de cobre metálico no cátodo (Constante de Avogadro igual a $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$):

$$\text{Cu} = 63,5; M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$2 \text{ mol } e^- : 1 \text{ mol Cu}$$

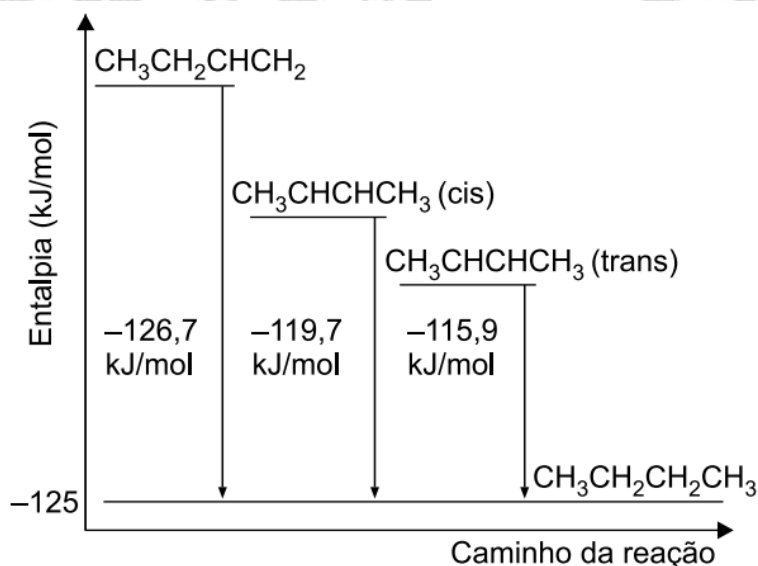
$$2 \times 6 \times 10^{23} (e^-) \text{ ————— } 63,5 \text{ g}$$

$$n_{e^-} \text{ ————— } 0,635 \text{ g}$$

$$n_{e^-} = \frac{2 \times 6 \times 10^{23} (e^-) \times 0,635 \text{ g}}{63,5 \text{ g}} = 0,12 \times 10^{23} e^-$$

$$n_{e^-} = 1,2 \times 10^{22} (e^-)$$

04. A estabilidade das moléculas está relacionada à sua entalpia, visto que, quanto maior a energia interna de uma molécula, menor sua estabilidade. O gráfico apresenta a variação de entalpia para a hidrogenação de três isômeros de fórmula C_4H_8 de cadeias alifáticas não ramificadas.



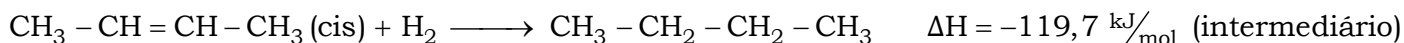
a) Qual dos isômeros apresentados no gráfico possui a molécula mais estável? Determine a entalpia-padrão da substância com menor estabilidade.

b) Escreva a fórmula estrutural do isômero cis representado no gráfico. Calcule a energia liberada na hidrogenação de 2,8 g desse isômero.

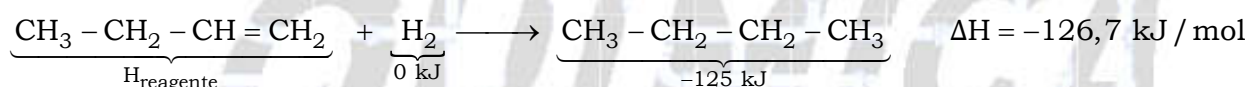
Resolução:

a) Isômero (do gráfico) que possui a molécula mais estável: $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ (trans).

De acordo com o texto do enunciado, a estabilidade das moléculas está relacionada à sua entalpia, visto que, quanto maior a energia interna de uma molécula (maior a energia liberada e menor o valor do ΔH), menor sua estabilidade e vice-versa.



Determinação da entalpia-padrão da substância com menor estabilidade ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$), ou seja, daquela que libera maior quantidade de energia no processo de hidrogenação ou que apresenta o menor valor de ΔH :



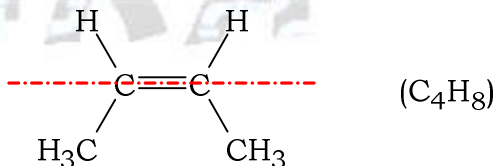
$$\Delta H = H_{\text{produto}} - H_{\text{reagente}}$$

$$-126,7 \text{ kJ} = [-125 \text{ kJ}] - [H_{\text{reagente}} + 0 \text{ kJ}]$$

$$H_{\text{reagente}} = -125 \text{ kJ} + 126,7 \text{ kJ}$$

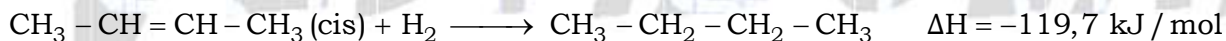
$$H_{\text{reagente}} = +1,7 \text{ kJ}$$

b) Fórmula estrutural do isômero cis representado no gráfico (cis-but-2-eno):



Cálculo da energia liberada na hidrogenação de 2,8 g do cis-but-2-eno:

$$\text{C}_4\text{H}_8 = 4 \times 12 + 8 \times 1 = 56; \quad M_{\text{C}_4\text{H}_8} = 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$56 \text{ g} \text{ ————— } 119,7 \text{ kJ liberados}$$

$$2,8 \text{ g} \text{ ————— } E$$

$$E = \frac{2,8 \text{ g} \times 119,7 \text{ kJ liberados}}{56 \text{ g}}$$

$$E = 5,985 \text{ kJ liberados}$$

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 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 cromio 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 háfnio 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 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 actinoides	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 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
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

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