

01. Durante a Segunda Guerra Mundial, devido à escassez de petróleo, muitos automóveis foram abastecidos com uma mistura gasosa denominada gasogênio. A tabela apresenta a composição média do gasogênio e o calor de combustão dos gases combustíveis presentes nessa mistura.

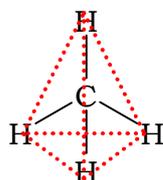
Componente	% em massa	$\Delta H_{\text{combustão}}$ (kJ/mol)
Monóxido de carbono (CO)	23	- 390
Hidrogênio (H ₂)	15	- 290
Metano (CH ₄)	2	- 890
Dióxido de carbono (CO ₂)	10	Não é combustível
Nitrogênio (N ₂)	50	Não é combustível

A eficiência do gasogênio como combustível pode ser melhorada pela remoção do CO₂, através da reação com o hidróxido de lítio, LiOH, formando um carbonato (CO₃²⁻) e água.

- a) Qual a geometria da molécula presente na mistura que apresenta estrutura tridimensional? Calcule a massa de substâncias simples existentes em 1 kg de um gasogênio com composição igual à da tabela.
- b) Calcule a energia produzida pela combustão completa do gás hidrogênio (M = 2 g/mol) existente em 1 kg de gasogênio com composição igual à da tabela. Escreva a equação química balanceada da reação entre o CO₂ e o LiOH.

Resolução:

- a) Geometria da molécula de Metano (CH₄) que apresenta estrutura tridimensional: tetraédrica. Observação: C (faz 4 ligações covalentes; família IVA ou grupo 14); H (faz uma ligação covalente; grupo 1).



Metano (geometria tetraédrica)

Cálculo da massa das substâncias simples (formada por apenas um tipo de elemento químico) existentes em 1 kg de um gasogênio (H₂ e N₂) com composição igual à da tabela:

$$\tau = \frac{m_i}{m_{\text{total}}} \Rightarrow m_i = \tau \times m_{\text{total}}$$

$$m_{\text{total}} = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$\tau_{\text{(H}_2\text{)}} = 15\% = \frac{15}{100}; \quad \tau_{\text{(N}_2\text{)}} = 50\% = \frac{50}{100}$$

$$m_{(H_2)} = \tau_{(H_2)} \times m_{total} \Rightarrow m_{(H_2)} = \frac{15}{100} \times 1000 \text{ g}$$

$$m_{(H_2)} = 150 \text{ g}$$

$$m_{(N_2)} = \tau_{(N_2)} \times m_{total} \Rightarrow m_{(N_2)} = \frac{50}{100} \times 1000 \text{ g}$$

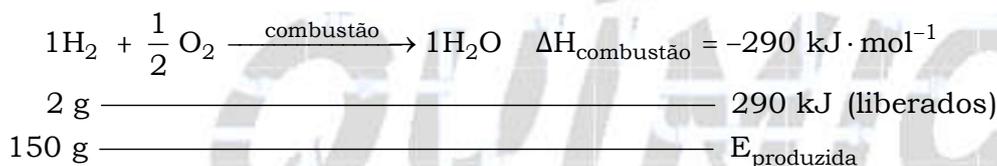
$$m_{(N_2)} = 500 \text{ g}$$

$$m_{\text{substâncias simples}} = m_{(H_2)} + m_{(N_2)} \Rightarrow m_{\text{substâncias simples}} = 150 \text{ g} + 500 \text{ g}$$

$$m_{\text{substâncias simples}} = 650 \text{ g ou } 0,65 \text{ kg}$$

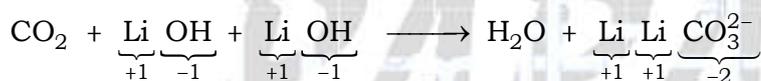
b) Cálculo da energia produzida pela combustão completa do gás hidrogênio ($M = 2 \text{ g/mol}$) existente em 1 kg (1000 g) de gasogênio com composição igual à da tabela:

$$m_{(H_2)} = 150 \text{ g}; M_{(H_2)} = 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



$$E_{\text{produzida}} = \frac{150 \text{ g} \times 290 \text{ kJ}}{2 \text{ g}} \Rightarrow E_{\text{produzida}} = 21750 \text{ kJ (liberados)}$$

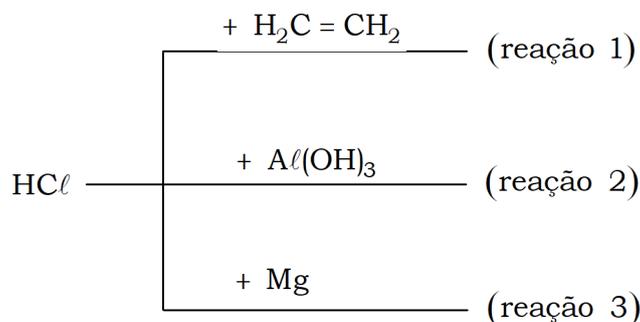
Equação química balanceada da reação entre o CO_2 (óxido ácido) e o $LiOH$ (base):



Então:



02. O ácido clorídrico (HCl) é um monoácido de grande versatilidade, sendo utilizado em vários segmentos industriais. O ácido clorídrico comercial é obtido pela dissolução do cloreto de hidrogênio gasoso em água. Nessa dissolução, ele sofre ionização, dando origem à solução aquosa do ácido clorídrico. A figura mostra algumas reações envolvendo o HCl :



a) Escreva a equação que representa a ionização do HCl ao ser dissolvido em água. Calcule a quantidade de matéria, em mol, existente em 2 litros de uma solução de HCl que apresenta $pH = 2$.

b) Identifique qual das reações, 1, 2 ou 3, consome a maior quantidade de HCl para cada mol do outro reagente. Qual das reações, 1, 2 ou 3, tem como produto um gás nas CNTP?

Resolução:

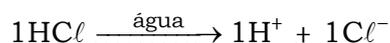
a) Equação que representa a ionização do HCl ao ser dissolvido em água:



Cálculo da quantidade de matéria, em mol, existente em 2 litros de uma solução de HCl que apresenta $\text{pH} = 2$:

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

$$\text{pH} = 2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}; V = 2 \text{ L}$$



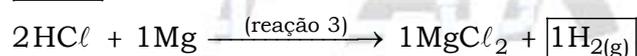
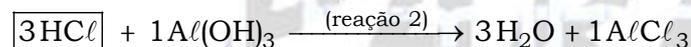
$$[\text{HCl}] = [\text{H}^+] = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

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

$$n_{\text{HCl}} = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \text{ L} \Rightarrow n_{\text{HCl}} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

b) Reação que consome a maior quantidade de HCl para cada mol do outro reagente: reação 2.

Observe:



A reação 3 tem como produto hidrogênio (H_2) gasoso nas CNTP.

03. O alumínio é um metal altamente reativo e atualmente sua produção industrial é realizada por meio da eletrólise ígnea da bauxita (minério contendo óxido de alumínio, Al_2O_3). Esse processo, conhecido como processo Hall-Héroult, foi desenvolvido em 1887 e consiste na fusão do óxido de alumínio misturado a uma substância chamada criolita (Na_3AlF_x), que reduz sua temperatura de fusão, tornando o processo economicamente viável. Em seguida, essa mistura líquida é eletrolisada empregando eletrodos de grafite, que acabam sendo consumidos no processo. A reação que ocorre no processo Hall-Héroult é representada pela equação a seguir.

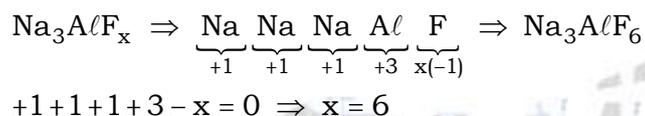


a) Determine o valor de x , correspondente ao número de átomos de flúor em uma molécula de criolita. Calcule a massa de carbono (C , $M = 12 \text{ g/mol}$) que reage completamente com 50 mol de Al_2O_3 .

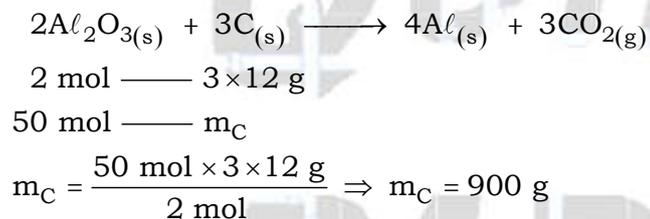
b) Escreva a equação da semirreação que representa a redução do íon alumínio (Al^{3+}).
Considerando a constante de Faraday igual a 96500 C/mol, calcule a massa de alumínio ($M = 27 \text{ g/mol}$) produzida em uma eletrólise realizada durante 1 hora, utilizando uma corrente elétrica de 100 Ampères.

Resolução:

a) Determinação do valor de x, correspondente ao número de átomos de flúor em uma molécula de criolita (Na_3AlF_x):



Cálculo da massa de carbono (C, $M = 12 \text{ g/mol}$) que reage completamente com 50 mol de Al_2O_3 :



b) Equação da semirreação que representa a redução do íon alumínio (Al^{3+}):

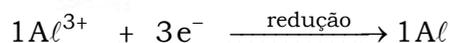


Cálculo da massa de alumínio ($M = 27 \text{ g/mol}$) produzida em uma eletrólise realizada durante 1 hora (3600 s), utilizando uma corrente elétrica de 100 Ampères (100 A):

$$Q = i \times t \Rightarrow Q = 100 \text{ A} \times 3600 \text{ s}$$

$$Q = 360000 \frac{A \times s}{C}$$

$$1 F = 96500 C$$

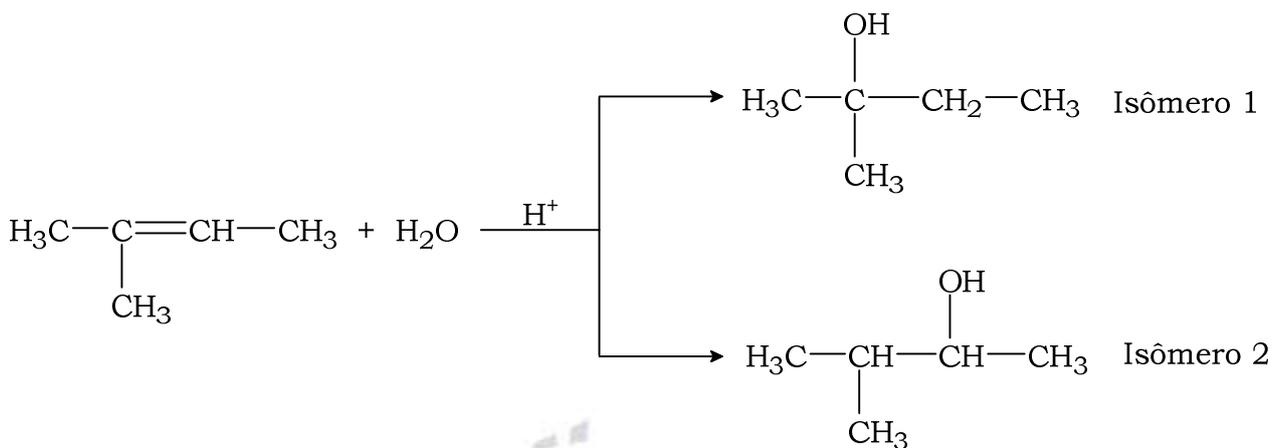


$$3 \times 96500 C \text{ --- } 27 \text{ g}$$

$$360000 C \text{ --- } m_{Al}$$

$$m_{Al} = \frac{360000 C \times 27 \text{ g}}{3 \times 96500 C} = 33,575 \text{ g} \Rightarrow m_{Al} = 33,6 \text{ g}$$

04. A reação de adição de água (H₂O) ao metilbut-2-eno pode gerar, dependendo das condições do sistema reacional, dois isômeros planos, conforme a equação a seguir.



O isômero 1 é produzido na ausência de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), enquanto o isômero 2 é produzido na presença de peróxido de hidrogênio. Ao se adicionar separadamente esses isômeros em tubos de ensaio contendo uma mistura oxidante, verifica-se que apenas um deles sofre oxidação.

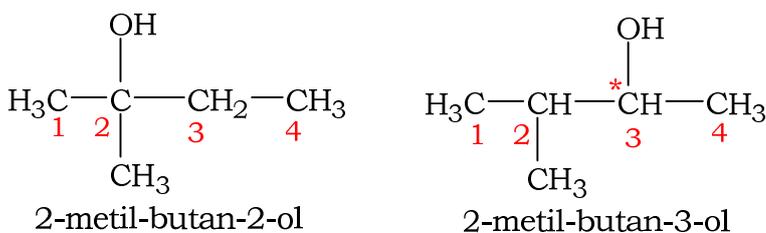
a) Qual o tipo de isomeria existente entre os produtos da reação do metilbut-2-eno com a água? Identifique qual dos isômeros, 1 ou 2, ao ser obtido, gera uma mistura racêmica. Justifique sua escolha.

b) Qual a função orgânica dos produtos de adição de água ao metilbut-2-eno? Considerando que apenas um dos isômeros sofre oxidação, escreva a fórmula estrutural do produto formado nessa oxidação.

Resolução:

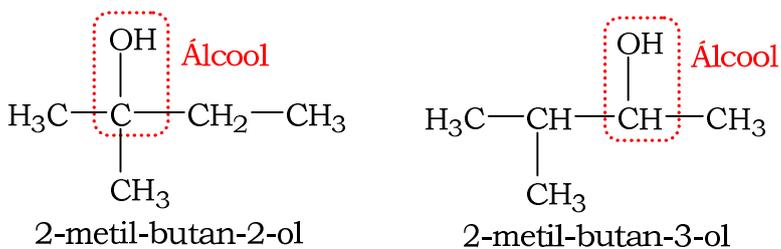
a) Tipo de isomeria existente entre os produtos da reação do metilbut-2-eno com a água: isomeria de posição.

Observe:

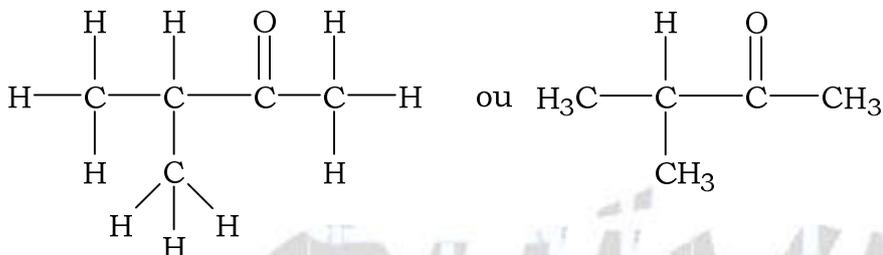


O isômero 2 gera uma mistura racêmica (mistura com 50 % do isômero destrogiro e 50 % do isômero levogiro), pois apresenta carbono quiral ou assimétrico (*átomo de carbono ligado a quatro ligantes diferentes entre si).

b) Função orgânica dos produtos de adição de água ao metilbut-2-eno: álcool.

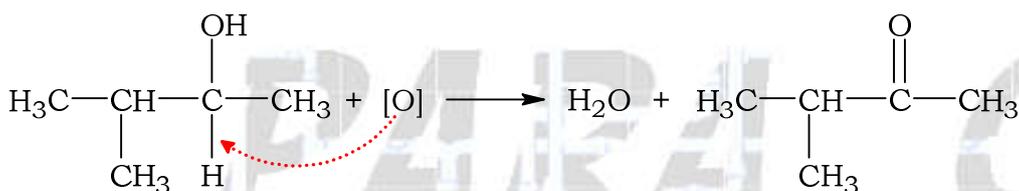


Fórmula estrutural do produto formado (cetona) na oxidação do 2-metil-butan-3-ol:



Observação:

O 2-metil-butan-3-ol é um álcool secundário (o grupo C-OH está ligado a dois átomos de carbono). Logo, sofre oxidação. Já, o 2-metil-butan-2-ol é um álcool terciário (o grupo C-OH está ligado a três átomos de carbono), consequentemente não sofre oxidação.



Dados:

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA

1 H hidrogênio 1,01																	2 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 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 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 lantanoides	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 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 holmio 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 califórnio	99 Es einstênio	100 Fm fêrmio	101 Md mendelévio	102 No nobélio	103 Lr lawrêncio

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.