



## QUÍMICA

## Dados

- Constante de Avogadro,  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Carga elementar,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Constante de Planck,  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$
- Constante de autoionização da água,  $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$
- Constante de Faraday,  $F = 96\,500 \text{ C mol}^{-1}$
- Constante dos gases,  $R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Constante de Rydberg,  $\mathcal{R} = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
- Velocidade da luz no vácuo,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

## Definições

- Composição do ar atmosférico: 79%  $\text{N}_2$  e 21%  $\text{O}_2$

## Aproximações Numéricas

- $\sqrt{2} = 1,4$
- $\sqrt{3} = 1,7$
- $\sqrt{5} = 2,2$
- $\log 2 = 0,3$
- $\log 3 = 0,5$
- $\ln 10 = 2,3$

## Tabela Periódica

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g mol}^{-1}$ )	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar ( $\text{g mol}^{-1}$ )
H	1	1,01	S	16	32,06
C	6	12,01	Cl	17	35,45
N	7	14,01	Br	35	79,90
O	8	16,00	Kr	36	83,80
Na	11	22,99	Nb	41	92,91
Mg	12	24,31	Ag	47	107,87

**Questão 11.** O nióbio-92 e bromo-80 são, respectivamente, isóbaro e isótono do átomo de um elemento.

- Determine** configuração eletrônica desse átomo no estado fundamental.
- Determine** os números quânticos do orbital atômico mais energético desse átomo no estado fundamental.

**Questão 12.** O ácido benzoico,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ , é muito usado para calibrar calorímetros. O calor liberado na combustão em volume constante dessa substância é  $3,2 \text{ MJ mol}^{-1}$ . Quando uma pastilha de 2,44 g de ácido benzoico é queimada em um calorímetro fechado com 100 mL de volume útil, a temperatura aumentou  $4^\circ\text{C}$ .

O mesmo calorímetro foi usado para determinar a entalpia de combustão do explosivo RDX,  $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ . Quando uma amostra de 7,4 g de RDX foi queimada nesse calorímetro em  $25^\circ\text{C}$  a temperatura aumentou  $4,4^\circ\text{C}$ .

- Apresente** a reação balanceada de combustão do RDX.
- Determine** a entalpia de combustão do RDX.

**Questão 13.** Tu-jin-pin é uma casca de raiz usada na medicina tradicional chinesa para o tratamento do “pé de atleta”. Um dos ingredientes ativos do tu-jin-pin é o ácido pseudolárico A, que só contém carbono, hidrogênio e oxigênio. Um químico queria determinar a fórmula molecular do ácido pseudolárico A e queimou 1 g do composto em um analisador elementar. Os produtos da combustão foram 2,5 g de dióxido de carbono e 0,65 g de água.

Quando o ácido pseudolárico A é aquecido até 115 °C em 312 Torr, a densidade de seu vapor é 5 g L<sup>-1</sup>

- Determine** a fórmula empírica do ácido pseudolárico A.
- Determine** a massa molar do ácido pseudolárico A.
- Determine** a fórmula molecular do ácido pseudolárico A.

**Questão 14.** Quando um hidrocarboneto desconhecido reage com cloro, ocorre a reação de substituição de um dos átomos de hidrogênio da molécula por um átomo de cloro. Nessa reação, foram formados apenas dois produtos clorados, possuindo 29,5% de cloro em massa.

- Determine** a massa molar do hidrocarboneto.
- Determine** a fórmula molecular do hidrocarboneto.
- Apresente** a estrutura de todos os isômeros desse hidrocarboneto.
- Determine** a estrutura do hidrocarboneto e dos produtos clorados.

**Questão 15.** Nuvens de gás hidrogênio interestelar quente e luminoso podem ser vistas em algumas partes da galáxia. Em alguns átomos de hidrogênio, os elétrons são excitados a níveis quânticos com  $n = 100$  ou mais.

- Determine** o comprimento de onda observado na Terra se os elétrons caem do nível com  $n = 100$  para um com  $n = 2$ .
- Compare** o comprimento de onda observado na Terra se os elétrons caem do nível com  $n = 100$  para um estado intermediário, com  $n = 90$ .
- Determine** o comprimento de onda observado por uma nuvem de cátions hélio em que elétrons caem do nível com  $n = 100$  para um com  $n = 2$ .

**Questão 16.** De acordo com as teorias atuais da evolução biológica, os amino-ácidos e os ácidos nucleicos foram produzidos a partir de reações de ocorrência aleatória, que envolviam compostos que, imagina-se, estavam presentes na atmosfera primitiva da Terra. Essas moléculas simples agruparam-se, posteriormente, em moléculas cada vez mais complexas, como DNA e RNA.

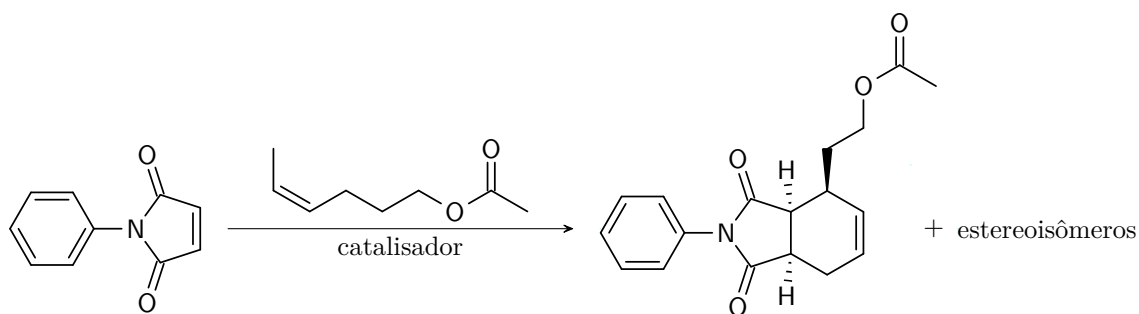
**Explique** a consistência desse processo com a segunda lei da termodinâmica.

**Questão 17.** Os camelos armazenam a gordura triestearina, C<sub>57</sub>H<sub>110</sub>O<sub>6</sub>, em suas corcovas. Além de ser uma fonte de energia, a gordura é também uma fonte de água, pois, quando ela é usada, ocorre a reação de oxidação formando água e dióxido de carbono.

Os camelos respiram, em média, 10 vezes por minuto, consumindo 120 mg de oxigênio a cada respiração, sendo um terço desse consumo destinado à oxidação de gorduras.

- Apresente** a reação balanceada de combustão da triestearina.
- Determine** a massa de gordura consumida diariamente por um camelo.
- Determine** a massa de água formada diariamente por um camelo pela oxidação da triestearina.

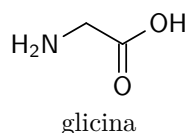
**Questão 18.** Pesquisadores da Universidade de Illinois conduziram a reação a seguir que envolve uma desidrogenação e uma reação de Diels-Alder. Usando um catalisador especial, os materiais de partida aquirais são convertidos em quatro produtos estereoisoméricos — dois majoritários e dois minoritários. Um dos produtos é mostrado a seguir:



A reação também leva à formação de outro produto majoritário, enantiômero do produto apresentado. Além disso, são formados dois outros produtos minoritários, que mantêm a conectividade *cis* nos carbonos de ponte do bicyclo e possuem configuração diferente no outro carbono quiral.

- Apresente** a estrutura do outro produto majoritário.
- Apresente** a estrutura dos dois outros produtos minoritários.
- Classifique** os dois produtos minoritários quanto à sua estereoquímica.
- Classifique** os dois produtos minoritários e majoritários quanto à sua estereoquímica.

**Questão 19.** Os amino-ácidos são os tijolos de construção das moléculas de proteínas, que são moléculas com longas cadeias. Eles são oxidados, no organismo, a ureia,  $\text{H}_2\text{NCONH}_2$ , dióxido de carbono e água líquida. O amino-ácido mais simples é a glicina:



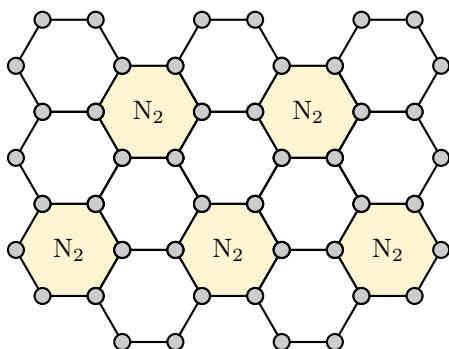
A taxa de oxidação de glicina no corpo humano é cerca de 100 mg por quilo de massa corporal por dia. Considere a oxidação diária de glicina em uma pessoa de 75 kg. A temperatura corporal é 37 °C.

- Apresente** a reação de oxidação da glicina no organismo.
- Determine** a entalpia padrão da oxidação diária de glicina.
- Determine** a entropia padrão da oxidação diária de glicina.
- Determine** a entropia padrão da vizinhança da oxidação diária de glicina.

Dados em 37 °C	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{CO}_2(\text{g})$	ureia(s)	glicina(s)
Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^\circ / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$		-286	-394	-334	-533
Entropia padrão molar, $S_m^\circ / \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$	205	70	214	105	105

**Questão 20.** O grafeno é constituído de uma folha bidimensional de átomos de carbono, com apenas um átomo de espessura. Nesse material, os átomos de carbono estão em um arranjo hexagonal, em que a área de cada hexágono é  $5 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2$ .

Pesquisadores da Universidade de Manchester conduziram um experimento em que gás nitrogênio a  $0^\circ\text{C}$  e 1 atm foi adsorvido sobre uma folha de 1 g de grafeno colocada sobre um suporte sólido. O arranjo das moléculas de nitrogênio sobre o grafeno é mostrado a seguir:



- Determine** área da superfície de uma folha de 1 g de grafeno.
- Determine** o volume ocupado pelas moléculas de nitrogênio adsorvidas no experimento.