

Ficha — Quantidade de matéria e massa molar: da unidade de massa atómica à constante de Avogadro

10.º Ano Física e Química A 4 páginas 12 exercícios

Objetivo: Definir a unidade de massa atómica e interpretar a massa atómica relativa, relacionar o número de entidades com a quantidade de matéria através da constante de Avogadro e ligar a massa de uma amostra à sua massa molar.

Revisão rápida — três grandezas e duas relações

Grandeza	Símbolo	Unidade	O que mede
Massa atómica relativa	A_r	adimensional	massa média de um átomo, em u
Quantidade de matéria	n	mol	quantas entidades a amostra contém
Massa molar	M	g/mol	massa de 1 mol de entidades

Unidade de massa atómica: 1 u = 1/12 da massa do átomo de carbono-12 = $1,6605 \times 10^{-27}$ kg.

Constante de Avogadro: $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ — é a constante de proporcionalidade entre o número de entidades N e a quantidade de matéria n .

As duas relações: $n = N \div N_A$ e $m = n \times M$.

Exercícios

1. Define a unidade de massa atómica (u) recorrendo ao átomo de carbono-12 e indica o valor de 1 u em quilogramas.

2. O cloro tem massa atómica relativa $A_r = 35,45$. Explica porque é que este valor não corresponde à massa de um átomo individual de cloro.

3. Calcula a massa, em quilogramas, de um átomo de sódio cuja massa atómica é $22,990 \text{ u}$.

4. Indica a quantidade de matéria correspondente a $3,011 \times 10^{23}$ átomos de ferro.

5. Calcula a quantidade de matéria presente em 29,22 g de cloreto de sódio, $NaCl$.

6. Determina o número de entidades presente em 0,250 mol de moléculas de dióxido de carbono, CO_2 .

7. Que massa corresponde a 0,400 mol de dióxido de carbono?

8. Duas amostras têm ambas 12,0 g: uma de carbono e outra de magnésio. Calcula a quantidade de matéria de cada uma e explica qual delas contém mais átomos.

9. Determina a quantidade de matéria e o número de fórmulas em 5,00 g de carbonato de cálcio, CaCO_3 .

10. O bório existe na natureza sob a forma de dois isótopos: ^{10}B (massa 10,013 u, abundância 19,9 %) e ^{11}B (massa 11,009 u, abundância 80,1 %). Calcula a massa atómica relativa do bório.

11. Quantos átomos de hidrogénio existem em 0,500 mol de moléculas de água?

12. Escreve um parágrafo curto (4 a 5 linhas) que explique a relação entre o número de entidades (N), a quantidade de matéria (n) e a massa molar (M), indicando a unidade de cada grandeza e porque é que 1 mol de substâncias diferentes não tem a mesma massa.

Soluções — Quantidade de matéria e massa molar

10.º Ano

Física e Química A

Resolução completa

1. A unidade de massa atómica é definida como **1/12 da massa do átomo de carbono-12**. O seu valor é $1\text{ u} = 1,6605 \times 10^{-27}\text{ kg}$.
2. $A_r = 35,45$ é uma **média ponderada** das massas atómicas relativas dos dois isótopos naturais do cloro, pesada pela respetiva abundância natural (cerca de 75,8 % de ^{35}Cl e 24,2 % de ^{37}Cl). Nenhum átomo individual tem essa massa: cada cloro pesa cerca de 35 u ou cerca de 37 u. O valor 35,45 só faz sentido para um conjunto muito grande de átomos.
3. $m = 22,990 \times 1,6605 \times 10^{-27} = 3,8176 \times 10^{-26}\text{ kg}$.
4. $n = N \div N_A = (3,011 \times 10^{23}) \div (6,022 \times 10^{23}) = 0,500\text{ mol}$.
5. $M(\text{NaCl}) = 22,99 + 35,45 = 58,44\text{ g/mol}$. Logo $n = m \div M = 29,22 \div 58,44 = 0,500\text{ mol}$.
6. $N = n \times N_A = 0,250 \times 6,022 \times 10^{23} = 1,506 \times 10^{23}$ moléculas de CO_2 .
7. $M(\text{CO}_2) = 12,011 + 2 \times 15,999 = 44,01\text{ g/mol}$. Logo $m = n \times M = 0,400 \times 44,01 = 17,60\text{ g}$.
8. $n(\text{C}) = 12,0 \div 12,011 = 0,999\text{ mol}$; $n(\text{Mg}) = 12,0 \div 24,305 = 0,494\text{ mol}$. O carbono tem cerca de **2,02 vezes mais átomos**: $6,017 \times 10^{23}$ átomos de carbono contra $2,973 \times 10^{23}$ átomos de magnésio. Embora as massas sejam iguais, o magnésio tem átomos mais pesados e por isso há menos deles na mesma massa.
9. $M(\text{CaCO}_3) = 40,078 + 12,011 + 3 \times 15,999 = 100,09\text{ g/mol}$. Logo $n = 5,00 \div 100,09 = 0,0500\text{ mol}$ e $N = 0,0500 \times 6,022 \times 10^{23} = 3,01 \times 10^{22}$ fórmulas.
10. $A_r = 0,199 \times 10,013 + 0,801 \times 11,009 = 1,993 + 8,818 = 10,81$. O valor obtido é o valor aceite para o bório, o que confirma que a massa atómica relativa é uma **média ponderada pelas abundâncias naturais** dos isótopos.
11. Cada molécula de água tem 2 átomos de hidrogénio, logo a amostra contém $n(\text{H}) = 2 \times 0,500 = 1,000\text{ mol}$ de átomos de hidrogénio, ou seja $N = 6,022 \times 10^{23}$ átomos de hidrogénio.
12. Exemplo de resposta: *O número de entidades N conta as partículas e não tem unidade; a quantidade de matéria n , medida em mol, conta o mesmo número de partículas por grupos de $6,022 \times 10^{23}$, pelo que $n = N \div N_A$; a massa molar M , em g/mol, diz-nos a massa de um desses grupos, e daí $m = n \times M$. Assim, 1 mol de qualquer substância contém o mesmo número de entidades, mas como os átomos têm massas diferentes, 1 mol de hidrogénio pesa cerca de 1 g e 1 mol de ouro cerca de 197 g. (Resposta possível — a correção valoriza o uso correto das unidades.)*