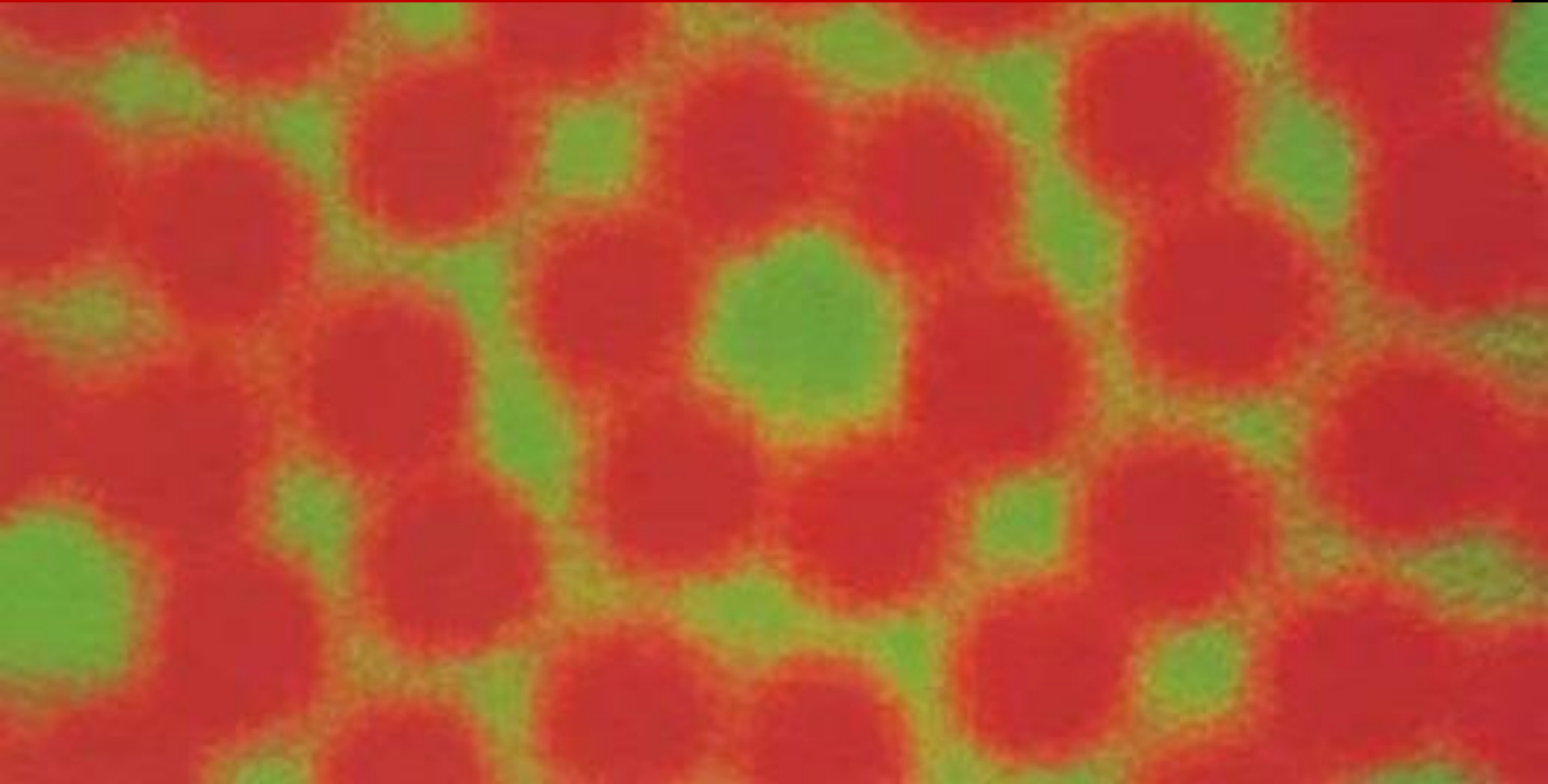


Massa e tamanho dos átomos



Ordens de grandeza e escalas de comprimento

[A Escala do Universo]

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Constituição do átomo

Os átomos são constituídos por três diferentes tipos de partículas fundamentais:

Protões;

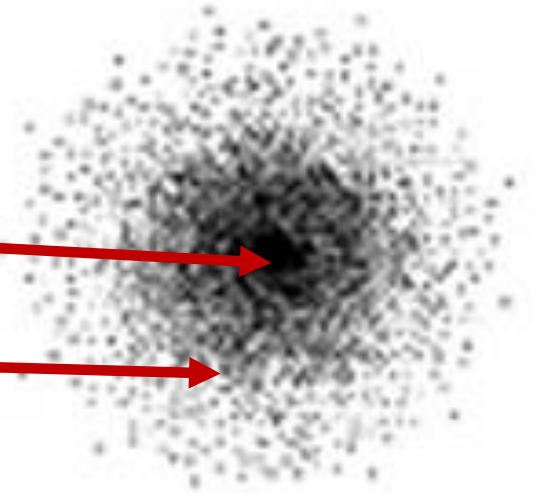
Neutrões;

Elétrões.



Núcleo

Nuvem eletrónica

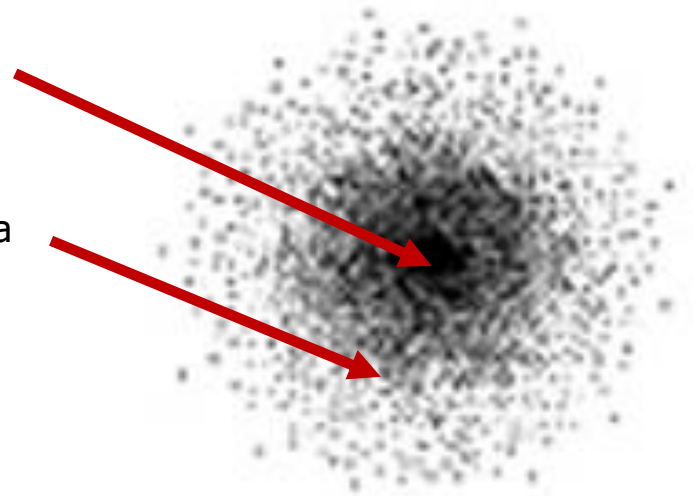


Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Constituição do átomo

O **núcleo** (prótons e nêutrons) é o responsável pela **massa** do átomo na sua quase totalidade.

A **nuvem eletrônica** representa a **probabilidade** de encontrar os elétrons num determinado local do espaço, e é a responsável pelo **tamanho do átomo**.



Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Constituição do átomo

Partícula	Ano/autor da descoberta	Carga elétrica	Massa (kg)
Eletrão	1897 Thomson	negativa	$9,109 \times 10^{-31}$ (1830 vezes inferior ao protão)
Protão	1914 Rutherford	positiva	$1,673 \times 10^{-27}$ (aproximadamente igual ao neutrão)
Neutrão	1932 Chadwick	neutra	$1,675 \times 10^{-27}$ (aproximadamente igual ao protão)

Cada átomo tem um **número igual de prótons e de elétrons**, o que o torna **eletricamente neutro**.

Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Iões

Um átomo (ou molécula) pode **ganhar ou perder elétrons**, formando um ião, passando a ter carga elétrica.

Aniões

O átomo (ou molécula) **ganha um ou mais elétrons**, ficando com carga elétrica negativa (-1 por cada elétron ganho).

Exemplo: átomo de cloro (Cl) ganha um elétron tornando-se no ião cloreto (Cl⁻).

Catiões

O átomo (ou molécula) **perde um ou mais elétrons**, ficando com carga elétrica positiva (+1 por cada elétron perdido).

Exemplo: átomo de cálcio (Ca) perde dois elétrons tornando-se no ião cálcio (Ca²⁺).

Massa e tamanho dos átomos

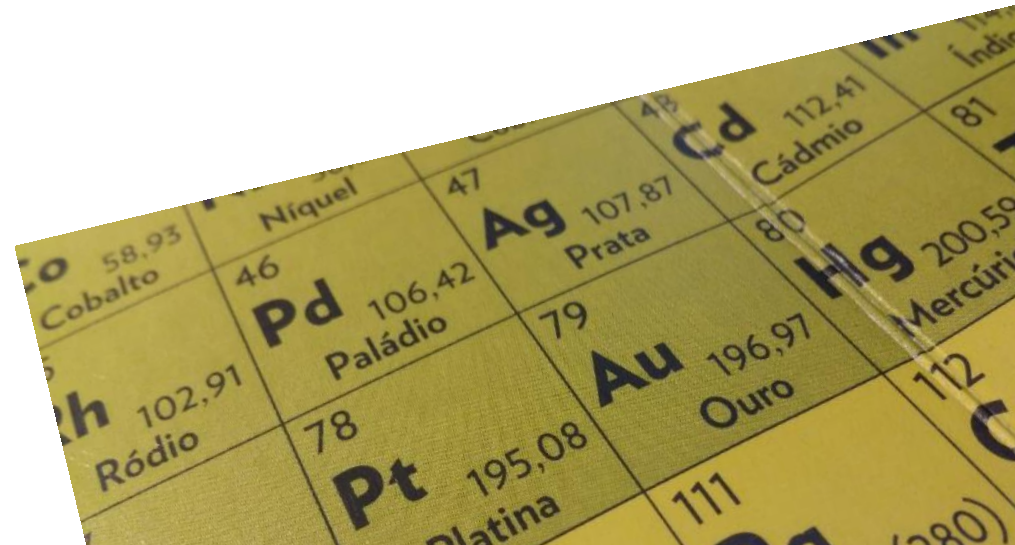
Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Número atômico (Z)

É o **número de prótons** (número atômico - Z) que diferencia um elemento químico (tipo de átomo) de outro.

Um átomo que tenha 10 prótons pertence a um elemento diferente de um átomo que tenha 11 prótons.

Representação: ${}_1\text{H}$



Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Número de massa (A)

O número de massa (A) é igual ao número de prótons (Z) mais o número de nêutrons (N) que existem no núcleo de um átomo/nuclídeo.

$$A = Z + N$$

Representação: ${}^2\text{H}$

As partículas existentes no núcleo são chamadas **nucleões**.

O número de nucleões é igual ao número de massa (A).

Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Isótopos

Isótopos são átomos do **mesmo elemento químico** com **diferente número de massa** (A).

Têm diferentes número de neutrões.

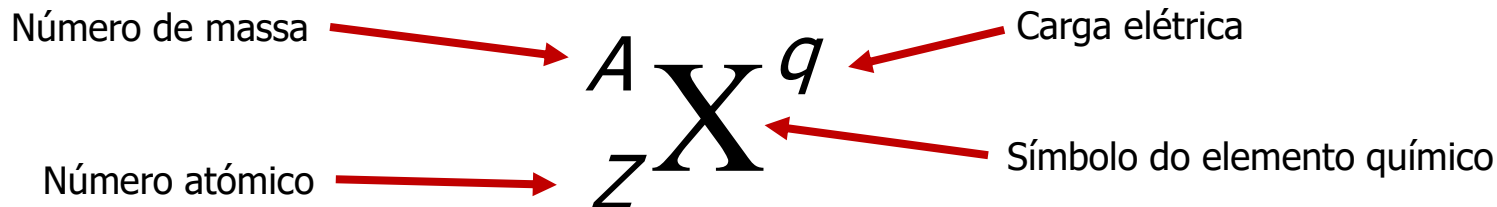
Exemplos:

^1H	hidrogénio-1	prótio
^2H	hidrogénio-2	deutério
^3H	hidrogénio-3	trítio
^{12}C	carbono-12	
^{13}C	carbono-13	
^{14}C	carbono-14	

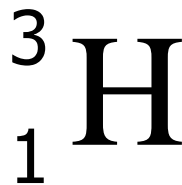
Os isótopos de um elemento, na natureza, não existem em igual percentagem!

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Representação do átomo



Por exemplo, um átomo de hidrogénio (H), que tem número atómico 1 ($Z=1$) e que tem 2 neutrões ($N=2$):



Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Tamanhos e números...

O diâmetro de um átomo de carbono é igual a 0,000000000134 m!

Uma molécula de água tem massa igual a 0,0000000000000000000000000003 kg!

Numa gota de água há 100000000000000000000 moléculas de água!

Há a necessidade de usar **notação científica** e **múltiplos** e **submúltiplos** para expressar este tipo de valores!

Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Notação científica

Os valores são expressos com a ajuda de potências de base 10, na forma:

$$\text{Número} \times 10^p$$

$$1 < \text{Número} < 10$$

p é um valor inteiro

Exemplo:

$$\text{Massa do eletrão} = 0,00000000000000000000000000000009109 \text{ kg} = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

Usar a máquina de calcular de forma correta!

Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Ordem de grandeza

A ordem de grandeza é a potência de base 10 mais próxima desse número.

Exemplos:

Número	Ordem de grandeza
$3,2 \times 10^5$	10^5
$6,6 \times 10^{16}$	10^{17}
$2,7 \times 10^{-9}$	10^{-9}
$9,109 \times 10^{-31}$	10^{-30}

Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Prefixos: múltiplos e submúltiplos

[Prefixos]

Fator	Prefixo	Símbolo
10^{-24} = 0,000 000 000 000 000 000 000 001	yocto	y
10^{-21} = 0,000 000 000 000 000 000 001	zepto	z
10^{-18} = 0,000 000 000 000 000 001	atto	a
10^{-15} = 0,000 000 000 000 001	femto	f
10^{-12} = 0,000 000 000 001	pico	p
10^{-9} = 0,000 000 001	nano	n
10^{-6} = 0,000 001	micro	μ
10^{-3} = 0,00 1	mili	m
10^{-2} = 0,01	centi	c
10^{-1} = 0,1	deci	d
10^0 = 1		
10^1 = 10	deca	da
10^2 = 100	hecto	h
10^3 = 1 000	quilo	k
10^6 = 1 000 000	mega	M
10^9 = 1 000 000 000	giga	G
10^{12} = 1 000 000 000 000	tera	T
10^{15} = 1 000 000 000 000 000	peta	P
10^{18} = 1 000 000 000 000 000 000	exa	E
10^{21} = 1 000 000 000 000 000 000 000	zetta	Z
10^{24} = 1 000 000 000 000 000 000 000 000	yotta	Y

Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Múltiplos e submúltiplos

Quando se fala de átomos é normal aparecerem os seguintes submúltiplos do SI:

$$1 \text{ nanómetro} = 1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \text{ picómetro} = 1 \text{ pm} = 1 \times 10^{-12} \text{ m}$$

Também é usual a unidade angström (não é um prefixo do SI):

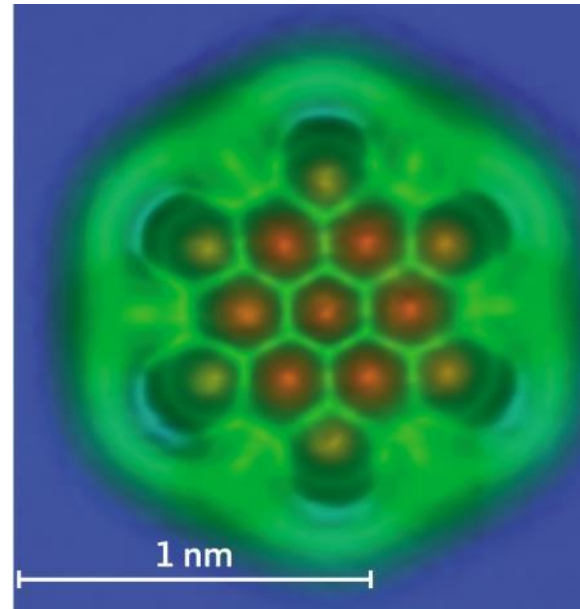
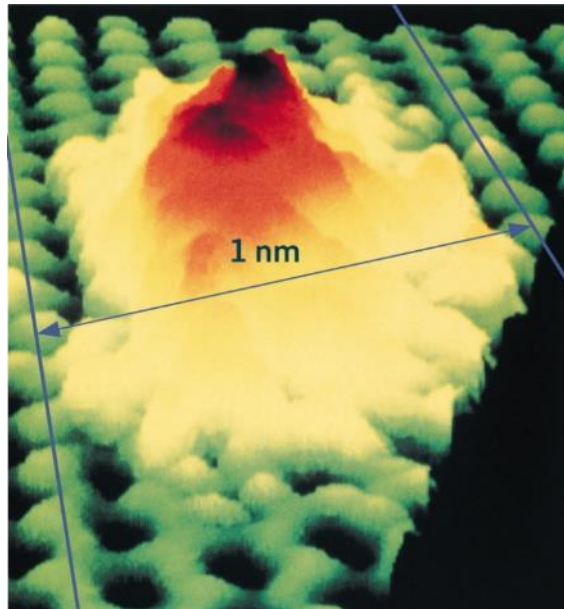
$$1 \text{ angström} = 1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$$

Massa e tamanho dos átomos

Dimensões à escala atômica

Microscopia de alta resolução

Possibilidade de 'observar' os átomos.



Massa e tamanho dos átomos

Dimensões à escala atómica

Nanotecnologia

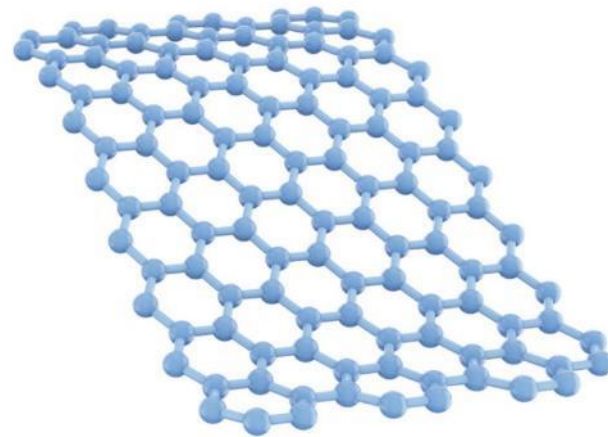
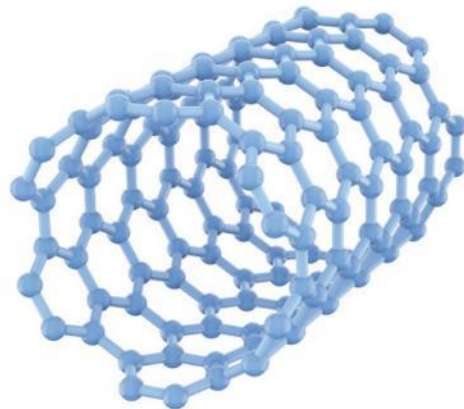
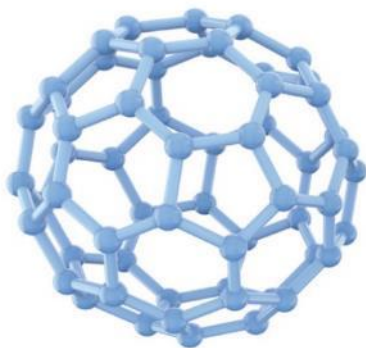
Já é possível realizar construções/manipulações à escala atómica!

Utilizações:

Medicina;

Novos materiais ultrafinos;

Supercondutores...



Massa e tamanho dos átomos

Massa isotópica e massa atômica relativa média

Massa padrão (1u)

Para comparar as massas dos diferentes átomos não se usa a massa real dos átomos (é um valor muito pequeno...)...

Usa-se um valor padrão...

O padrão **unidade de massa atômica (1u)** é 1/12 da massa do isótopo carbono-12 ($1,66 \times 10^{-27}$ kg).

Massa e tamanho dos átomos

Massa isotópica e massa atômica relativa média

Massa atômica relativa (A_r)

Como um elemento químico pode ter vários isótopos, a massa atômica relativa (A_r) desse elemento calcula-se fazendo uma média ponderada com as massas isotópicas relativas e a abundância de cada isótopo desse elemento químico.

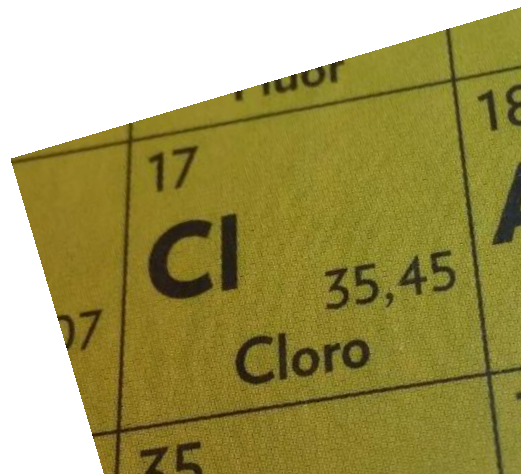
Exemplo para o $_{17}\text{Cl}$:

Dois isótopos:

cloro-35 massa isotópica relativa = 34,97 abundância: 75,8%

cloro-37 massa isotópica relativa = 36,97 abundância: 24,2%

$$A_r(\text{Cl}) = \frac{(34,97 \times 75,8) + (36,97 \times 24,2)}{100} = 35,45$$



Massa e tamanho dos átomos

Quantidade de matéria e massa molar

Mole

Mole é a grandeza que mede a **quantidade química (n)** de uma substância.

Uma **mole** de unidades estruturais (podem ser átomos, moléculas, iões...) é igual a $6,022 \times 10^{23}$ unidades (**constante** ou número **de Avogadro** – N_A).

Unidade SI é mol.

O **número de partículas (N)** de uma determinada amostra é igual a:

$$N = n \times N_A$$

em que:

n – quantidade química

N_A – número de Avogadro

Massa e tamanho dos átomos

Quantidade de matéria e massa molar

Massa atômica relativa (A_r)

A massa atômica relativa, A_r , é **uma média ponderada das massas isotópicas relativas** de um determinado elemento.

A massa isotópica relativa é calculada relativamente ao padrão unidade de massa atômica (1u) que é 1/12 da massa do isótopo carbono-12 ($1,66 \times 10^{-27}$ kg).

Os valores das massas atômicas relativas estão indicadas na **Tabela Periódica**.

29
Cu
Cobre
63,55

Massa e tamanho dos átomos

Quantidade de matéria e massa molar

Massa molecular relativa (M_r)

A massa molecular relativa, M_r , de uma substância indica o **número de vezes que a massa de cada unidade estrutural dessa substância é superior à unidade de massa padrão (1u)**.

Massa e tamanho dos átomos

Quantidade de matéria e massa molar

Massa molar (M)

A **massa molar**, M , indica a **massa de uma mol de partículas** de uma dada substância.

A unidade é g/mol.

Quantidade de matéria e massa molar

Massa molar (M)

A massa de uma mol de substância é **numericamente igual**:

À massa atômica relativa, A_r , no caso de um **elemento**:

$$A_r(\text{Cu}) = 63,55$$

$$M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g/mol}$$

29
Cu
Cobre
63,55

Quantidade de matéria e massa molar

Massa molar (M)

A massa de uma mol de substância é **numericamente igual**:

À massa molecular relativa, M_r , no caso de uma **substância molecular**:

$$A_r(\text{H}) = 1,01; A_r(\text{O}) = 16,00$$

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times A_r(\text{H}) + 1 \times A_r(\text{O}) = 18,02$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g/mol}$$

Quantidade de matéria e massa molar

Massa molar (M)

A massa de uma mol de substância é **numericamente igual**:

À massa molar dos iões na proporção em que intervém na constituição da substância, no caso de **substâncias iónicas**:

$$A_r(\text{S}) = 32,07; A_r(\text{O}) = 16,00$$

$$M_r(\text{SO}_4^{2-}) = 1 \times A_r(\text{S}) + 4 \times A_r(\text{O}) = 96,07$$

$$M(\text{SO}_4^{2-}) = 96,07 \text{ g/mol}$$

Os iões tem a mesma massa que os átomos que o constituem porque os electrões praticamente não tem massa.

Massa e tamanho dos átomos

Quantidade de matéria e massa molar

Massa molar (M)

A **relação** entre a **massa da substância**, m , a sua **massa molar**, M , e a respectiva **quantidade química**, n , é dada pela expressão:

$$n = \frac{m}{M}$$

Massa e tamanho dos átomos

Fração molar, $x(A)$

A fração molar do componente A de uma mistura é calculada pela expressão:

$$x(A) = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C + \dots} = \frac{n_A}{n_{total}}$$

em que:

n_A – quantidade de matéria do componente A

n_B – quantidade de matéria do componente B

n_C – quantidade de matéria do componente C

...

A soma das frações molares de todos os componentes da mistura é igual a 1!

$$x(A) + x(B) + x(C) + \dots = 1$$

Massa e tamanho dos átomos

Fração mássica, $w(A)$

A fração mássica do componente A de uma mistura é calculada pela expressão:

$$w(A) = \frac{m_A}{m_A + m_B + m_C + \dots} = \frac{m_A}{m_{total}}$$

em que:

m_A – massa do componente A

m_B – massa do componente B

m_C – massa do componente C

...

Se a fração mássica for multiplicada por 100 obtém-se a **percentagem em massa** desse componente.

A soma das frações mássicas de todos os componentes da mistura é igual a 1!

$$w(A) + w(B) + w(C) + \dots = 1$$

Bibliografia

J. Paiva, A. J. Ferreira, C. Fiolhais, *Novo 10Q*, Texto Editores, Lisboa, 2015.