

Massa e tamanho dos átomos

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

[A Escala do Universo]

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Tamanhos e números...

O diâmetro de um átomo de carbono é igual a 0,000 000 000 134 m!

Uma molécula de água tem massa igual a 0,000 000 000 000 000 000 000 000 03 kg!

Numa gota de água há 100 000 000 000 000 000 000 moléculas de água!

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

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:

Massa do eletrão = 0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 910 9 kg = $9,109 \times 10^{-31}$ kg

Usar a máquina de calcular de forma correta!

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}

Ordens de grandeza e escalas de comprimento

Prefixos: múltiplos e submúltiplos

	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

[Prefixos]

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):

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

Escala atômica

Constituição do átomo

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

Protões;

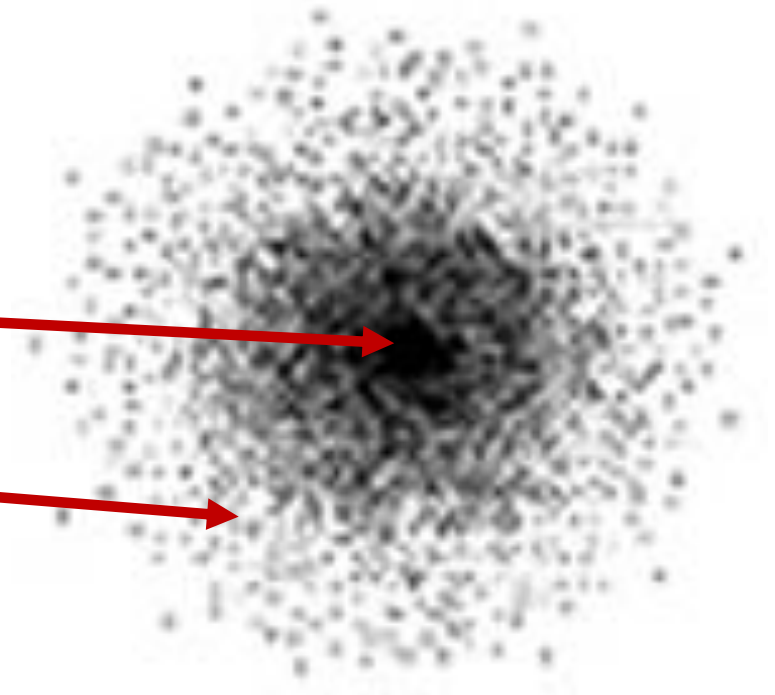
Neutrões;

Elétrões.



Núcleo

Nuvem eletrónica

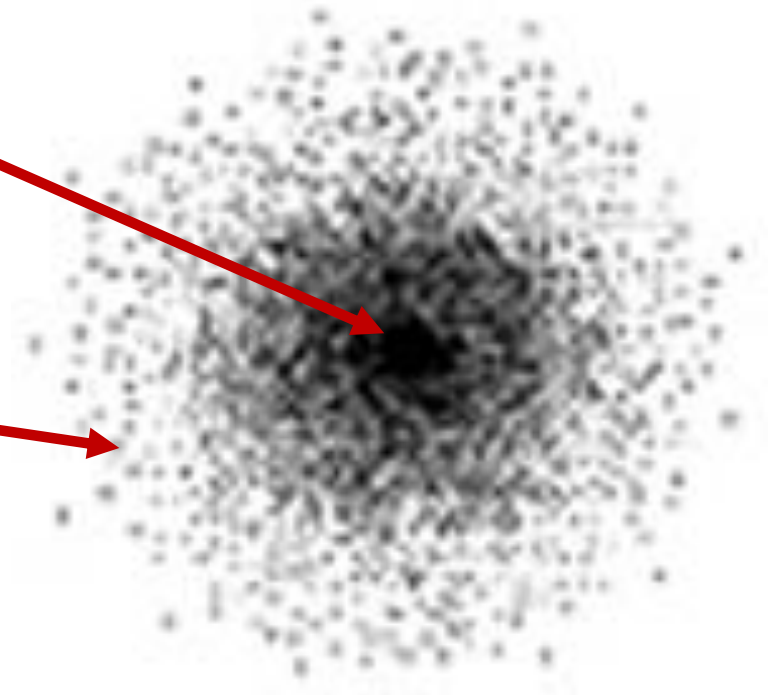


Escala atômica

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**.



Escala atômica

Constituição do átomo

Partícula	Ano/autor da descoberta	Carga elétrica	Massa (kg)
Elétrão	1897 Thomson	negativa	$9,109 \times 10^{-31}$ (1 830 vezes inferior ao próton)
Próton	1914 Rutherford	positiva	$1,673 \times 10^{-27}$ (aproximadamente igual ao neutrão)
Neutrão	1932 Chadwick	neutra	$1,675 \times 10^{-27}$ (aproximadamente igual ao próton)

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

Escala atômica

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⁺).

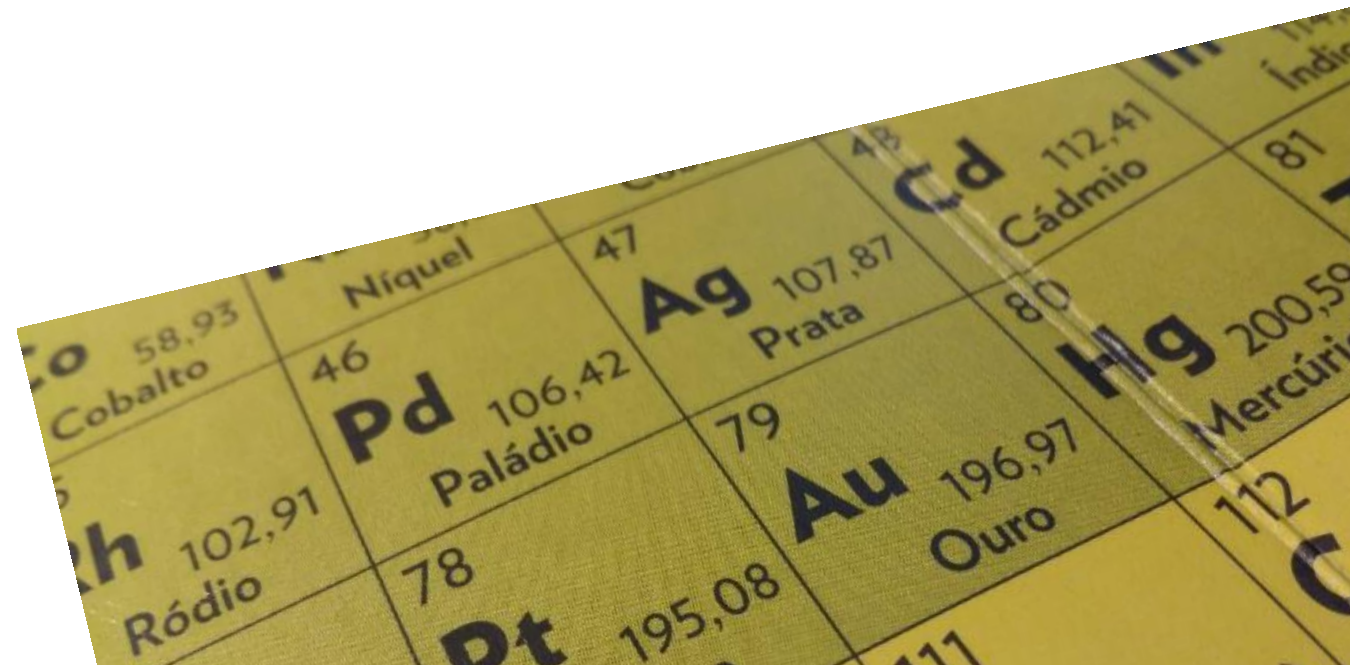
Escala atômica

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: ${}_1\text{H}$



Escala atômica

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).

Escala atômica

Isótopos

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

Têm diferentes número de neutrões.

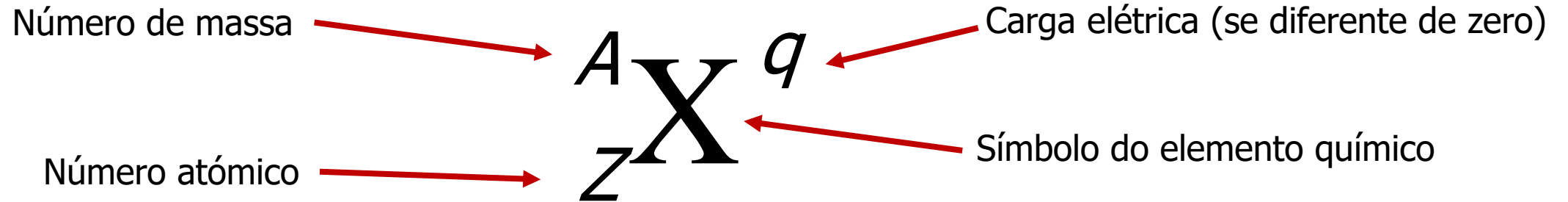
Exemplos:

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

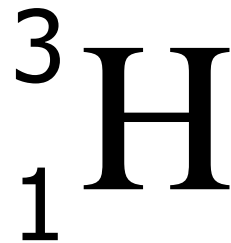
Os isótopos de um elemento não existem na natureza em igual percentagem!

Escala atômica

Representação do átomo



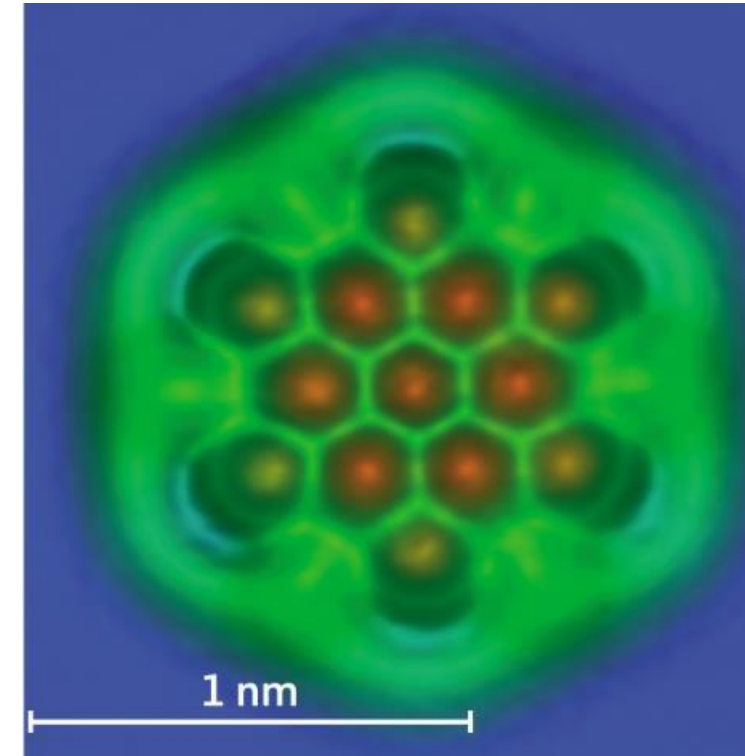
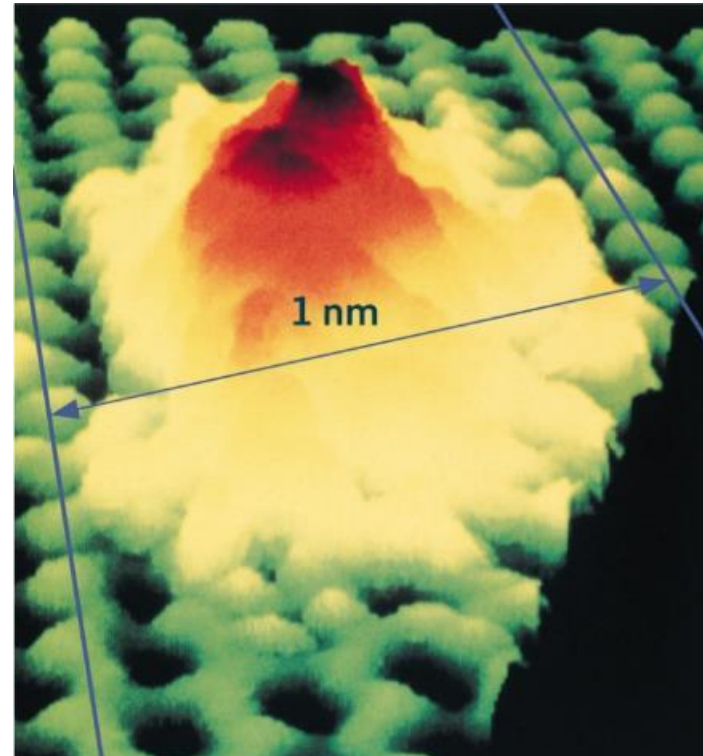
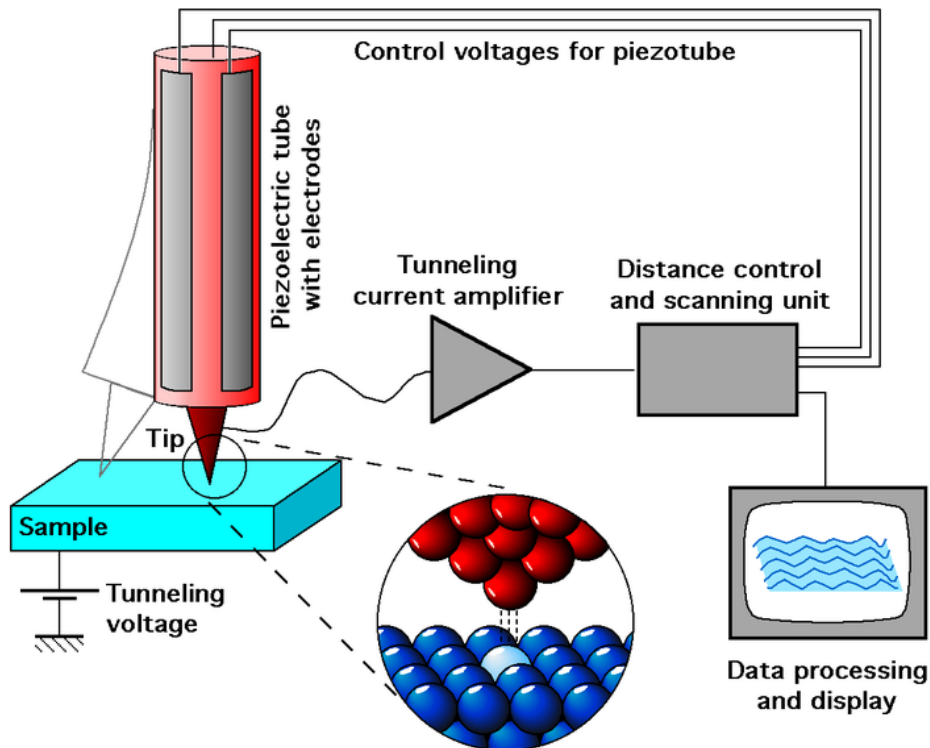
Por exemplo, um átomo de hidrogénio (H), que tem número atômico 1 ($Z=1$) e que tem 2 neutrões ($N=2$):



Escala atômica

Microscopia eletrônica / Microscopia de varrimento com efeito de túnel (STM)

Possibilidade de 'observar' os átomos.



Escala atômica

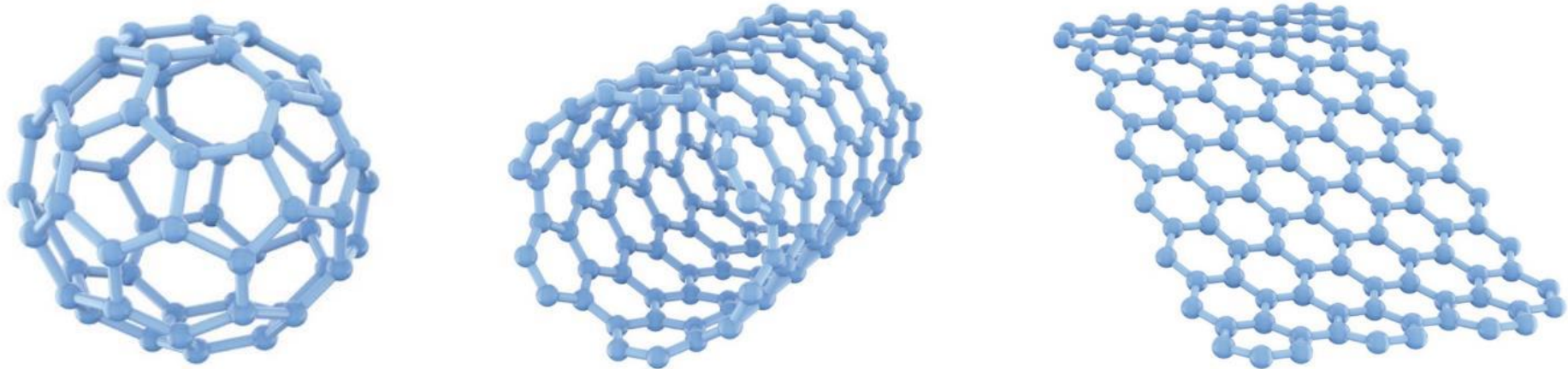
Nanotecnologia / Nanoeletrônica / Nanobioteclonogia / Nanomateriais

"Há muito espaço lá em baixo"

Richard Feynman, 1959

Já é possível realizar construções/manipulações à escala atômica!

Utilizações: miniaturização de circuitos; materiais biocompatíveis; diagnóstico e tratamento médico; controlo da morfologia de materiais à dimensão nano...



Massa isotópica e massa atómica relativa

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

Massa isotópica e massa atômica relativa

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.

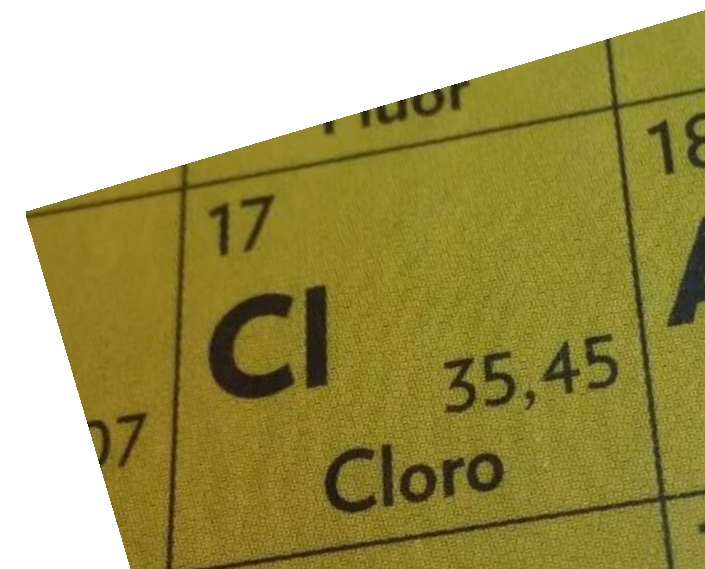
Exemplo para o $_{17}\text{Cl}$:

Dois isótopos:

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

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

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



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 (mol)

N_A – número de Avogadro ($6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)



[Romano Amadeo Carlo Avogadro](#)
(1776-1856).

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 ($1u$)**.

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

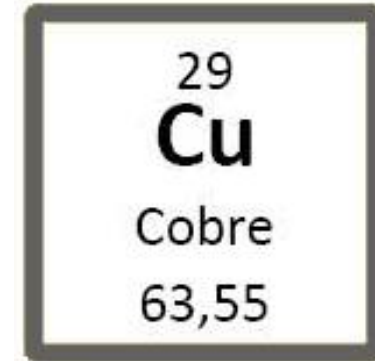
Massa molar (M)

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

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

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

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



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.

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:

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

Bibliografia

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

Ligações

- [A Escala do Universo](#), 23/09/2018.
- [Prefixos](#), 23/09/2018.