

classificação

- Los -

MATERIAIS

estrutura atômica _____

A matéria é constituída por corpúsculos muito pequenos → átomos

átomos _____

- núcleo (determina a massa do átomo)

- prótons (carga positiva)

- nêutrons (sem carga elétrica)

- nuvem elétrica (determina a dimensão do átomo)

- elétrons (carga negativa)

⚠ O átomo é eletricamente neutro porque o número de prótons é igual ao número de elétrons

Evolução do modelo atômico: _____

Ao longo dos tempos, a ideia dos cientistas sobre a constituição dos átomos foi mudando:

- Dalton → o átomo é uma esfera sem carga elétrica e indivisível (modelo da bola de bilhar)

- Thomson → o átomo é uma esfera com carga positiva onde estão inseridos os elétrons (modelo do pudim de passas)

- Rutherford → no átomo, a carga positiva estava concentrada no centro (núcleo) e à volta moviam-se os elétrons em órbitas (modelo planetário)

ver página 149

átomos

O átomo é eletricamente neutro porque o n.º de prótons é igual ao n.º de elétrons.
A carga do núcleo é positiva e tem um valor igual ao n.º de prótons enquanto que a carga da nuvem eletrônica é negativa e tem um valor igual ao n.º de elétrons.

NÚMERO atômico e NÚMERO de massa

Número atômico (Z): n.º de prótons que existe no núcleo de um átomo. Cada elemento químico é caracterizado pelo seu n.º atômico.

Número de massa (A): soma do n.º de prótons com o n.º de elétrons.

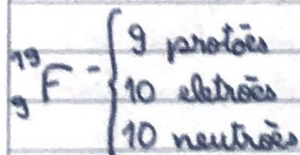
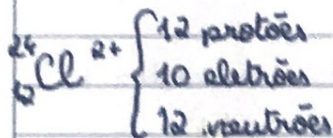
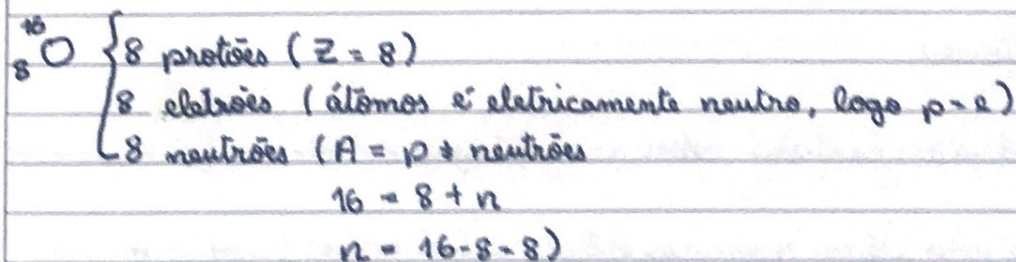
Representações simbólicas de um átomo

$A \rightarrow$ n.º massa ($A = p + n$)

$X \rightarrow$ símbolo de elemento químico

$Z \rightarrow$ n.º atômico ($Z = p$)

exemplos:



evolução

do

modelos

atômicos

Ao longo dos tempos, a ideia dos cientistas sobre a constituição dos átomos foi sofrendo alterações.

Dalton — o átomo é uma esfera sem carga elétrica e indivisível (modelo da bola de bilhar)

Thomson — o átomo é uma esfera com carga positiva onde estão inseridos os elétrons (modelo do pudim de passas)

Rutherford — no átomo, a carga positiva estava concentrada no centro (núcleo) e à volta moviam-se os elétrons em órbita (modelo planetário)

Bohr — os elétrons descrevem órbitas circulares em torno do núcleo com valores de energia bem definidos

Mechanica quântica — o conceito de órbita deixa de ser adequado passando a falar-se em orbital: zona do espaço em torno do núcleo onde é maior a probabilidade de encontrar um elétron.

íons

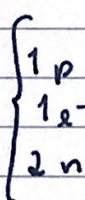
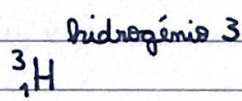
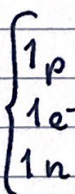
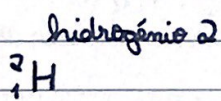
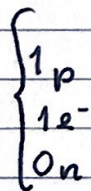
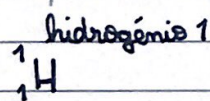
Os átomos são eletricamente neutros. No entanto, quando ganham ou perdem elétrons transformam-se em íons:

- Íon positivo ou cátion — se o átomo perder elétrons X^+
- Íon negativo ou ânion — se o átomo ganhou elétrons X^-

isótopos

Átomos do mesmo elemento químico (com o mesmo número atômico), que diferem no n.º massa (apresentam diferentes n.º. neutrões):

exemplo:



⚠ Des 3 isótopos o que possui maior massa é o hidrogênio 3 pois é o que tem mais neutrões

Massa

atômica relativa (AR)

É o número de vezes que a massa do átomo é maior do que a massa padrão, ou seja, é o número de vezes que a massa do átomo é maior do que $\frac{1}{12}$ da massa do átomo de carbono-12

ex:

$$AR(H) = \frac{A_{r1}({}_1^1H) \times \%AB({}_1^1H) + A_{r2}({}_1^2H) \times \%AB({}_1^2H) + A_{r3}({}_1^3H) \times \%AB({}_1^3H)}{100}$$

Legenda:

A_{ri} = massa atômica relativa de cada isótopo

$\%AB$ = abundância relativa de cada isótopo

Para determinar a massa atômica relativa de um elemento faz-se a média ponderada das massas relativas dos isótopos tendo por base a abundância de cada um.

ex:

	A_{ri}	$\%AB$
${}_{17}^{35}Cl$	34,96885	75,76
${}_{17}^{37}Cl$	36,96590	24,24

Δ - A soma das abundâncias relativa dos isótopos é 100%

- É de prever que a massa atômica relativa de um determinado elemento apresente um valor próximo da massa atômica relativa do isótopo mais abundante

a) calcule a massa atômica relativa do cloro

$$A_r(\text{cloro}) = \frac{(34,96885 \times 75,76) + (36,96590 \times 24,24)}{100} = A_r(Cl) = 35,45$$

b) Indique o significado do valor obtido na alínea anterior

Significa a massa atômica relativa do cloro é 35,45 vezes maior do que $\frac{1}{12}$ da massa atômica de carbono-12.

Níveis de energia

e distribuição eletrônica

Os elétrons de um átomo não têm todos a mesma energia, em contraste distribuídos por níveis de energia caracterizados por um número inteiro n . A distribuição eletrônica de um átomo mostra como estão distribuídos os seus elétrons pelos diferentes níveis de energia, de acordo com Princípio da Energia Mínima:

Primeiro será preenchido o nível de energia mais baixo e só depois se preencherá os níveis de energia superiores, ou seja o preenchimento é feito por ordem crescente do nível de energia.

Regras da distribuição eletrônica

• Cada nível de energia só pode conter, no máximo $2n^2$ elétrons
 $n=1$ pode conter, no máximo, 2 elétrons (2×1^2)

$n=2$ pode conter, no máximo, 8 elétrons (2×2^2)

$n=3$ pode conter, no máximo, 18 elétrons (2×3^2)
(...)

O último nível de energia só pode conter, no máximo 8 elétrons, com exceção do 1º nível que só pode conter 2

ex:

${}^8\text{O} : 2-6$

${}^{19}\text{K} : 2-8-9 \rightarrow 2-8-8-1$

${}^{35}\text{Br} : 2-8-18-7$

propriedades

físicas de substâncias
elementares de metais

- Sólidos à temperatura ambiente (com poucas exceções, nomeadamente, o mercúrio que é líquido)
- Bastante denso
- Brilho metálico
- Elevada condutividade térmica e elétrica
- Dúcteis e maleáveis
- Pontos de fusão e ebulição elevados

Estas substâncias são formadas por átomos do mesmo químico, não formando moléculas. Representam-se pelo símbolo químico do elemento (ex: Fe, Al, Na, ...)

propriedades

físicas de substâncias
elementares de não-metais

- Sólidos ou gasosos (com poucas exceções)
- Densidades variáveis e menores do que as dos metais
- Regra geral são frágeis
- Maus condutores térmicos e elétricos com a exceção da grafite
- Quebradiços
- Pontos de fusão e de ebulição baixos

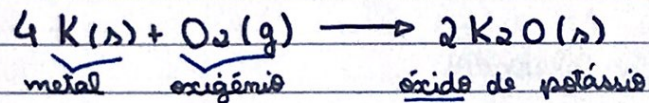
Estas substâncias são formadas por átomos do mesmo elemento químico, podendo existir na forma atômica e molecular. Representam-se simbolicamente pelo símbolo químico (caso se trate de um átomo) ou pela fórmula química (caso se trate de moléculas).

propriedades

químicas de substâncias
elementares de metais

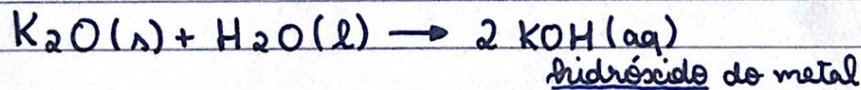
As substâncias elementares de metais, nomeadamente os metais alcalinos (grupo 1) e os metais alcalino-terrosos (grupo 2) são muito reativos pois perdem facilmente os seus eletrões de valência.

Reações dos metais com o oxigénio



Da reação de um metal com o oxigénio resulta, a formação de um óxido metálico, geralmente estado sólido.

Nota: Os óxidos metálicos, que resultam da combustão dos metais, quando reagem com água originam soluções aquosas alcalinas (caráter básico) de hidróxidos metálicos.



propriedades

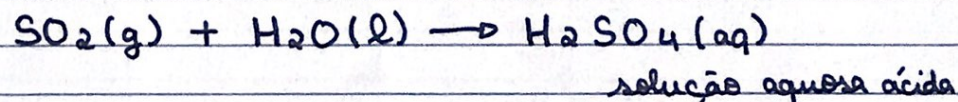
químicas de substâncias
de não-metals

Reação do não-metal com oxigénio



Os não metais reagem com o oxigénio óxidos de não-metals

Nota: Os óxidos de não-metals, que resultam da combustão de não-metals, quando reagem com a água originam soluções aquosas com caráter ácido.



Ligação

covalente

A ligação covalente estabelece-se entre átomos de elementos não metálicos através da partilha de eletrões entre os átomos.

NOTA: os eletrões partilhados na ligação covalente ou transferências nas ligações iónicas ou metálicas são os eletrões de valência sendo os principais responsáveis pelas ligações químicas.

Consoante o n.º de eletrões que são partilhados entre os átomos, as ligações covalentes podem ser:

- simples: onde há partilha de 1 par de eletrões ($2 e^-$)
- duplas: onde há partilha de 2 pares de eletrões ($4 e^-$)
- triplas: onde há partilha de 3 pares de eletrões ($6 e^-$)

NOTAÇÃO de Lewis

A notação de Lewis é uma forma de representar simbolicamente uma ligação química.

Nesta representação, escrevem-se os símbolos dos átomos envolvidos na ligação rodeados por pontes ou cruces que representam os eletrões de valência de cada um dos átomos.

nota:

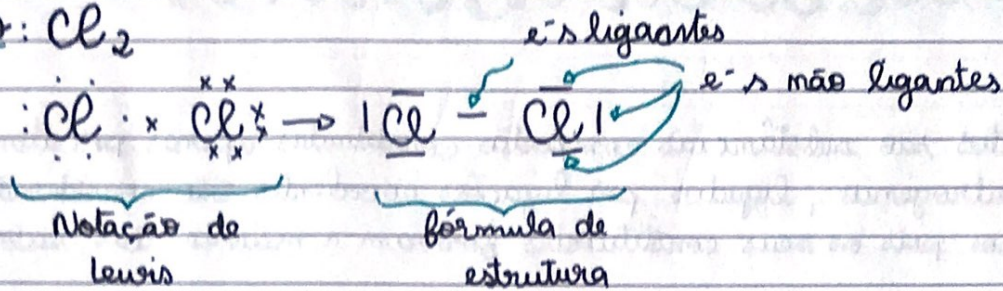
Os eletrões de valência que participam na ligação química são designados por eletrões ligantes, que isto é, são os eletrões partilhados na ligação covalente (são colocados entre os átomos símbolos químicos dos 2 átomos).

Os eletrões de valência que não participam na ligação química são designados por eletrões não ligantes.

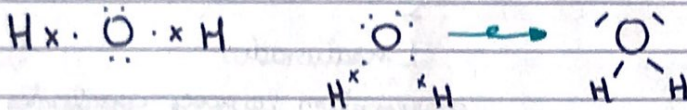
exemplos:

Ligações covalentes simples:

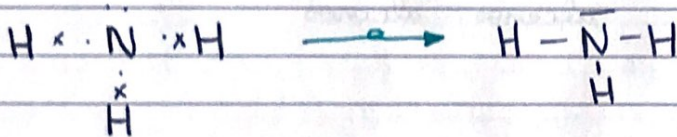
Cloro: Cl_2



Água: H_2O



Amônia: NH_3

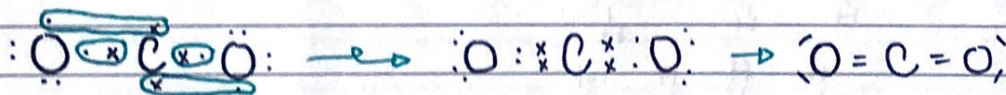


Ligações covalentes duplas:

Oxigênio: O_2

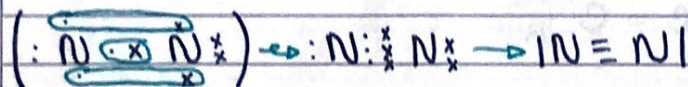


Dióxido de carbono



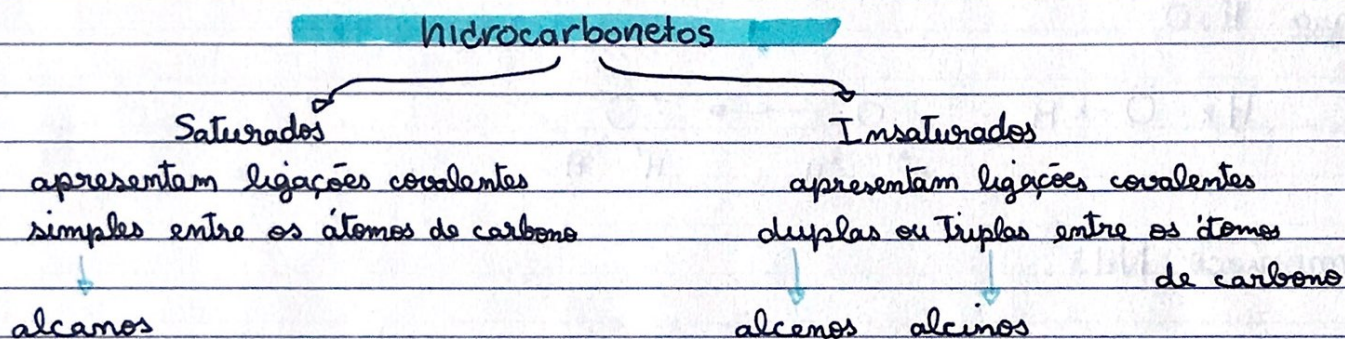
Ligações covalentes triplas:

Nitrogênio: N_2

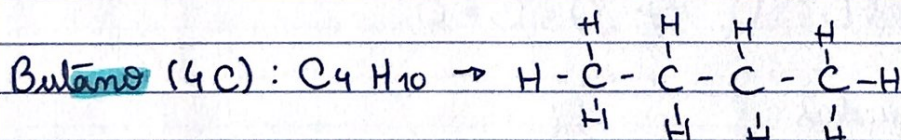
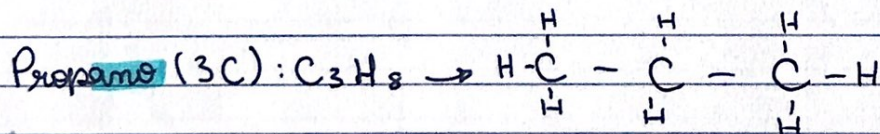
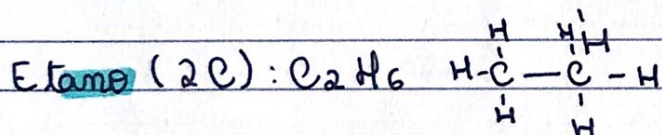
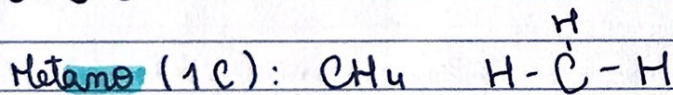


hidrocarbonetos

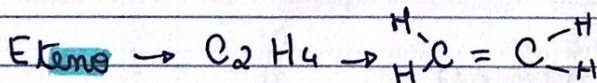
Os hidrocarbonetos são substâncias compostas constituídas apenas por átomos de carbono e hidrogênio, ligados por ligações covalentes. São considerados compostos orgânicos pois os seus constituintes formam a maioria das substâncias vivas.



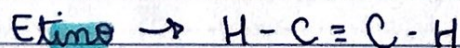
alcenos



alcenos



alcinos



Movimentos e forças

MOVIMENTOS da TERRA

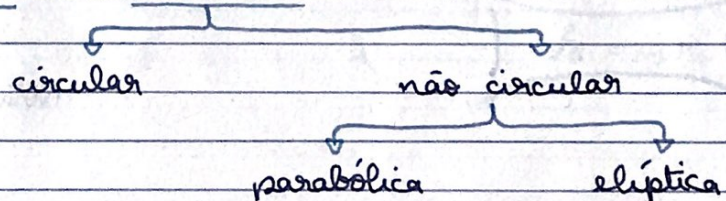
movimento e repouso

↳ são conceitos relativos que dependem do referencial escolhido ou seja, um corpo pode estar simultaneamente em repouso (se mantiver a sua posição ao longo do tempo em relação ao referencial) e em movimento (se alterar a sua posição ao longo do tempo em relação a outro referencial).

trajetória

↳ é a linha que une as diferentes posições ocupadas por um corpo durante o seu movimento em relação a um referencial.

As trajetórias podem ser retilíneas ou curvilíneas



intervalo de tempo (Δt)

↳ diferença entre o instante final e o instante inicial correspondentes à posição final e inicial da trajetória ou parte dela.

A unidade SI de intervalo de tempo é segundo (s).

$$\Delta t = t_f - t_i$$

distância

percorrida (s) _____

Comprimento da trajetória de um corpo entre 2 posições (a posição inicial e final).

A unidade SI da distância percorrida é metro (m).

rapidez

média (η m)

Indica como, em média, uma distância foi percorrida num dado intervalo de tempo (Δt). A unidade SI da rapidez média é metros por segundo (m/s).

$$\eta = \frac{s}{\Delta t}$$

Nota: $\text{km/h} \xrightarrow{\times \frac{1000}{3600}} \text{m/s}$
 $\text{m/s} \xrightarrow{\times \frac{3600}{1000}} \text{km/h}$

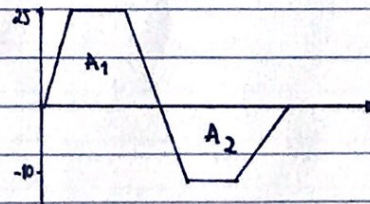
Como determinar graficamente o valor da distância percorrida e deslocamento? _____

Distância percorrida +/ou deslocamento \rightsquigarrow área entre a linha do gráfico

$$\begin{aligned} A_{\square} &= l \times l \\ A_{\square} &= c \times l \\ A_{\Delta} &= b \times h \\ A_{\square} &= \frac{B+b}{2} \times h \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{30+10}{2} \times 10 \\ &= \frac{40}{2} \times 10 \\ &= 20 \times 10 = 200 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s &= 675 \text{ m} \\ \Delta x &= 325 \end{aligned}$$



$$A_2 = \frac{25+10}{2} \times 10 = 175 \text{ m}$$

distribuição

eletrônica e posição
de um
elemento químico na TP

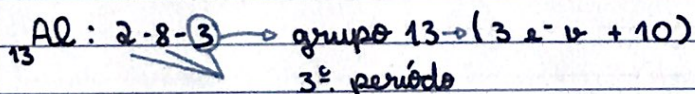
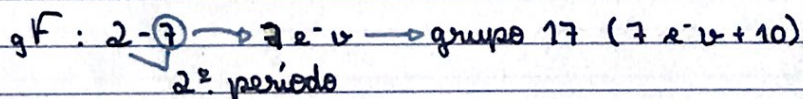
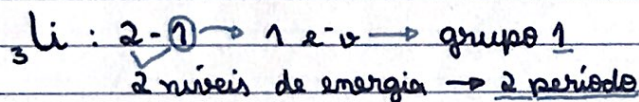
Através da distribuição eletrônica é possível saber o grupo e o período, onde um elemento se encontra:

é indicado pelo número de elétrons de valência que o elemento tem

NOTA: quando a distribuição eletrônica termina em 1 ou 2 elétrons, o elemento encontra-se no grupo 1 ou 2 respectivamente. A partir de 3 elétrons de valência é necessário somar 10 para saber o grupo.

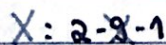
o período é indicado pelo número de energia utilizadas na distribuição eletrônica do elemento no estado fundamental.

exemplos:



exceção: Quando a distribuição eletrônica apresentada não obedece aos princípios da energia mínima (estado fundamental) essa distribuição não está errada apenas se refere ao estado excitado do elemento em causa. Quando assim for, temho de fazer a distribuição eletrônica do elemento no estado fundamental para o poder localizar na tabela periódica.

Existem no entanto, distribuições eletrônicas impossíveis, como por exemplo:



deslocamento (Δx)

Deslocamento = comprimento do vetor que une a posição inicial à final.

Ou seja, é uma grandeza vetorial que indica a distância medida em linha reta entre as p_i e p_f .

$$\Delta x = x_f - x_i \quad (\text{m})$$

↑
posição
final

←
posição
inicial

NOTAS: : quando um corpo se move numa trajetória retilínea, e retorna à posição inicial (isto é, $x_f - x_i$), o valor do deslocamento é nulo $\rightarrow \Delta x = 0$

• num movimento retilíneo sem inversão de sentido, o valor do deslocamento é igual ao valor da distância percorrida $\rightarrow \Delta x = s$

• num movimento retilíneo com inversão de sentido, o valor do deslocamento é inferior ao valor da distância percorrida $\rightarrow \Delta x < s$

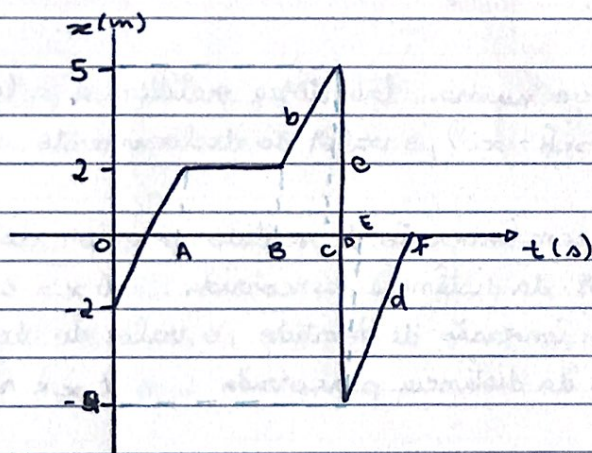
gráfico

Estes gráficos indicam como variam a posição do corpo ao longo do tempo

▲ um gráfico - posição - tempo não representa a trajetória percorrida pelo corpo

Através da análise do gráfico $x(t)$ é possível obter as seguintes informações:

- a posição do corpo num determinado instante
- a posição inicial, ou seja, no instante $t=0$ s
- o sentido do movimento do corpo, assim como os instantes em que ocorre inversões de sentido (máximos ou mínimos)
- o intervalo de tempo onde o corpo esteja em repouso
- a distância percorrida e o deslocamento



• posição inicial $\rightarrow x_i = -2$ m | posição final $\rightarrow x_f = 0$ m

• de O a A \rightarrow o corpo desloca-se no sentido positivo

• entre A e B \rightarrow o corpo está em repouso

• de B a C \rightarrow o corpo desloca-se no sentido positivo

• em C \rightarrow ocorre inversão de sentido (máximo)

• de C a E \rightarrow o corpo desloca-se no sentido negativo

• em E \rightarrow ocorre inversão de sentido (mínimo)

• de E a F \rightarrow o corpo desloca-se no sentido positivo

• distância percorrida $\rightarrow s = a + b + c + d \Leftrightarrow s = 4 + 3 + 9 + 4 \Leftrightarrow 20$ $\stackrel{\Delta t = 9 \text{ s}}{\rightarrow}$

$$R_m: \frac{s}{\Delta t} = \frac{20}{9} = 2,222 \text{ m/s}$$

• deslocamento $\rightarrow \Delta x = x_f - x_i$

$$\Delta x = 0 - (-2) = 2 \text{ m}$$

Velocidade

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (\text{m/s})$$

Uma vez que a velocidade depende do deslocamento e este pode tomar valores positivos e negativos, então a velocidade também pode apresentar positivos ou negativos;

A velocidade é uma grandeza vetorial que indica o deslocamento efetuado por um corpo num determinado intervalo de tempo.

Sendo um vetor, vai ser caracterizado por:

direção: tangente à trajetória (tg)

sentido: positivo ou negativo (ou seja do movimento)

intensidade: $\frac{\Delta x}{\Delta t}$

A velocidade só é constante se se mantiverem estas 3 componentes do vetor, ou seja, se o corpo apresentar a mesma direção, o mesmo sentido e a mesma intensidade durante o movimento.

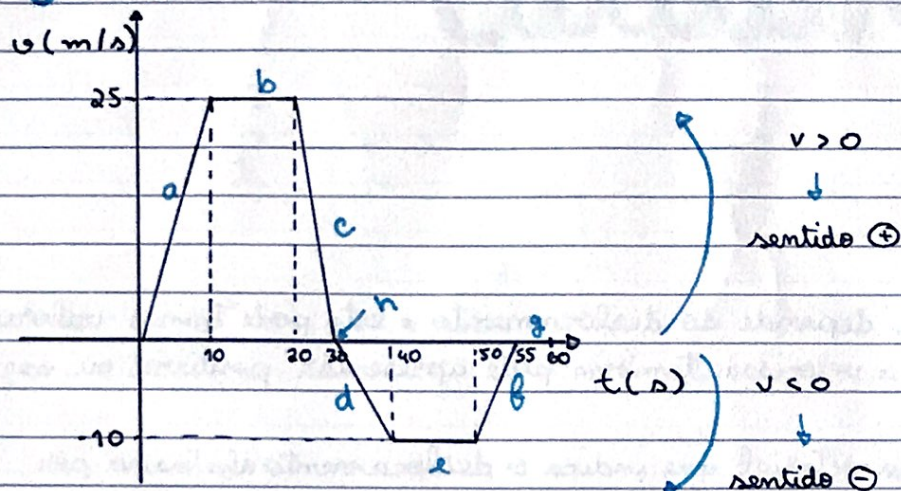
NOTA: A velocidade só é constante num movimento retilíneo sem inversão de sentido. Num movimento curvilíneo ou circular, a velocidade não é constante porque, apesar do seu valor (intensidade) e sentido se manterem constantes, a direção varia.

- Se $v > 0$, o corpo desloca-se no sentido positivo da trajetória
- Se $v < 0$, o corpo desloca-se no sentido negativo da trajetória

Pode-se concluir que, em função do valor da velocidade é possível saber o sentido do movimento.

gráfico

velocidade - tempo : $v(t)$



• Em **a**: o valor da velocidade aumenta, o que significa que o movimento é acelerado, e o corpo desloca-se no sentido positivo da trajetória pois $v > 0$

• Em **b**: o valor da velocidade é constante, o que significa que o movimento é uniforme, e o corpo desloca-se no sentido positivo da trajetória pois $v > 0$

• Em **c**: o valor da velocidade diminui, o que significa que o movimento é retardado, e o corpo desloca-se no sentido positivo da trajetória pois $v > 0$

• Em **h**: o corpo inverte o sentido do movimento pois $v = 0$ num instante

• Em **d**: o valor da velocidade aumenta, o que significa que o movimento é acelerado, e o corpo desloca-se no sentido negativo da trajetória pois $v < 0$

• Em **e**: o valor da velocidade é constante, o que significa que o movimento é uniforme, e o corpo desloca-se no sentido negativo da trajetória pois $v < 0$

• Em **f**: o valor da velocidade diminui, o que significa que o movimento é retardado, e o corpo desloca-se no sentido negativo da trajetória pois $v < 0$

• Em **g**: o corpo encontra-se em repouso pois $v = 0$ num intervalo de tempo

Ligação química

Os átomos estabelecem ligações químicas entre si formando moléculas ou redes de átomos ou redes de íons

ligação covalente

ligação iônica

ligação metálica

- há partilha de eletrões entre os átomos

- estabelece-se entre átomos de não-metálicos

- pode ser:

simples \rightarrow Cl_2

dupla \rightarrow CO_2

tripla \rightarrow C_2N_2

dependendo do nº de pares que participam na ligação

Substâncias:

moleculares

redes covalentes

moleculares

constituintes

átomos

Carbono (C)

- Cada átomo pode ligar-se a outros átomos de C, formando moléculas de longas cadeias

- Existe nos seres vivos numa grande variedade de substâncias

havendo ligações covalentes entre o carbono e elementos como o hidrogénio, o oxigénio e o nítro-génio

- atração de íons positivos e negativos

- estabelece-se entre elementos metálicos e elementos não-metálicos

Substâncias:

iônicas

Constituintes:

íons positivos e negativos

- atrações entre íons positivos e eletrões livres

eletrões do último nível de energia partilhados

- estabelece-se entre átomos de metais (átomos do mesmo metal)

Substâncias:

metálicas

Constituintes:

íons positivos e eletrões livres

hidrocarbonetos

Compostos constituídos por: carbono e hidrogénio

hidrocarbonetos insaturados

hidrocarbonetos saturados

compostos onde existem ligações duplas ($C=C$) ou triplas entre átomos de carbono ($C \equiv C$)

as ligações entre átomos de carbono, são todas simples ($C-C$)

física

Mecânica → parte da física que estuda o movimento dos corpos

Referencial → o estado de movimento ou de repouso de um corpo depende da sua escolha

Movimento de um corpo quanto à trajetória → retilíneo ou curvilíneo

grandezas {
escalares — ex: tempo, distância percorrida, massa, rapidez média
vetoriais — ex: velocidade, aceleração média, força, aceleração

movimento de um corpo quanto ao modo como varia o valor da velocidade

uniforme

- o valor da velocidade não varia
- a aceleração é nula

acelerado

- o valor da velocidade aumenta
- a aceleração média e a velocidade têm o mesmo sentido

retardado

- o valor da velocidade diminui
- a aceleração média e a velocidade têm sentidos opostos

Movimento retilíneo

quando a aceleração média é constante:

movimento uniformemente variado

uniformemente acelerado:

os vetores \vec{v} , \vec{a}_m e \vec{F} têm o mesmo sentido

uniformemente retardado:

o vetor \vec{v} , tem sentido oposto ao dos vetores \vec{a}_m e \vec{F}

Representações gráficas do movimento:

gráfico posição-tempo

não representa a trajetória do corpo

permite saber:

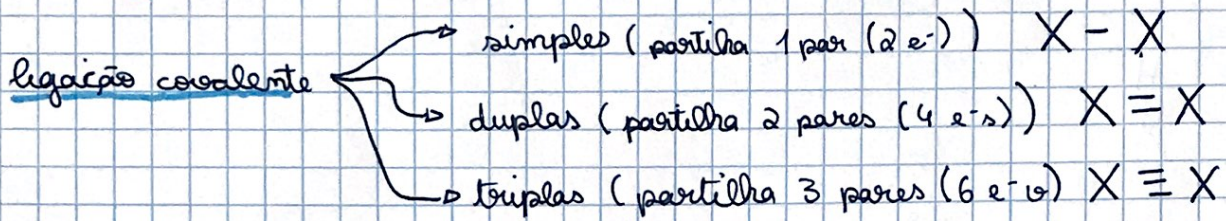
- a posição no instante inicial ($t=0$)
- a posição em qualquer instante
- se o corpo se move ou se está em repouso
- a distância percorrida e a rapidez média num Δt

gráfico velocidade-tempo

permite saber:

- a velocidade no instante inicial ($t=0$)
- a velocidade em qualquer instante
- o tipo de movimento:
 - se diminui é retardado
 - se aumenta é acelerado
 - se mantém constante é uniforme
- a aceleração média num Δt

Ligação química



hidrocarbonetos

compostos constituídos por:

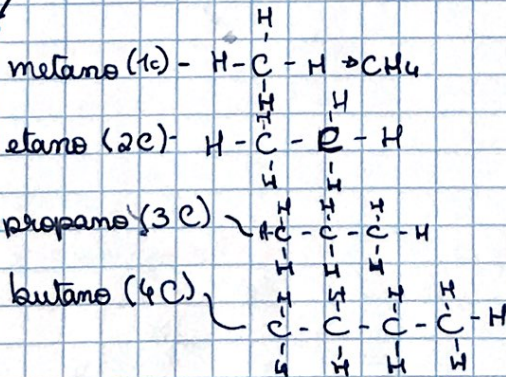
- hidrogénio
- carbono

Saturados

ligações covalentes simples

ALCANOS

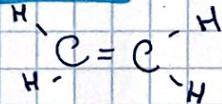
tipos



Insaturados

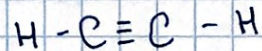
lig. covalentes duplas (entre os átomos C)

ALCENOS



lig. covalentes triplas (entre os átomos C)

ALCINOS



Leis de Newton

3ª lei de Newton

"Lei da ação-reação"

Demonstramos que as forças atuam sempre pares:

- A toda a força exercida (ação) corresponde uma reação (outra força) com a mesma intensidade e direção, mas sentidos opostos.

ex: um taco exerce uma força sobre a bola e essa bola exerce uma força no taco com a mesma intensidade e direção, mas sentidos opostos. - par ação-reação

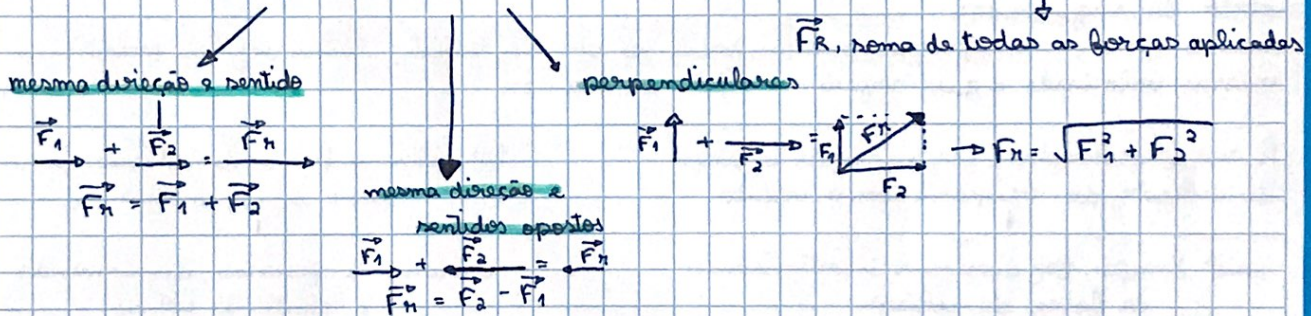
Força: interação entre corpos, por contacto ou à distância, que lhes pode causar deformação, bem como alterar o estado de repouso ou movimento

F → unidade SI - Newton (N)

- ↳ direção
- ↳ sentido
- ↳ ponto de aplicação
- ↳ intensidade

Resultante das forças

quando há várias forças aplicadas a um corpo - resultante das forças / força resultante



2ª lei de Newton

"Lei Fundamental da dinâmica"

- A força resultante sobre um corpo e a aceleração são diretamente proporcionais, sendo a constante de proporcionalidade a massa do corpo

Para uma determinada força resultante, o corpo adquire > aceleração quanto < for a massa. Ou seja a aceleração e a massa são inversamente proporcionais

$$F_R = m \times a$$

N kg m/s²

▲ A resultante das forças e a aceleração, têm sempre a mesma direção e sentido

1ª lei de Newton

"Lei da Inércia"

- Quando a força resultante é nula
 - ↳ se o corpo estiver em repouso, continua
 - ↳ se o corpo estiver em movimento, continua em movimento retilíneo uniforme

Tal facto justifica-se pela inércia dos corpos:

Inércia

- propriedade dos corpos que nos indica a > ou < dificuldade em alterar o seu estado de repouso/movimento
- e quanto maior quanto menor for a sua massa

PRESSÃO

(p) intensidade da força exercida por unidade de área

Unidade SI - Pascal

$$\text{pressão} = \frac{\text{intensidade da força}}{\text{área da força}} = p = \frac{F}{A}$$

↑ ↖ ↘
Pa N m²

DISPOSITIVOS SEGURANÇA

encostos de cabeça:

impedem que a cabeça do ocupante do veículo seja lançada para trás.

p. 61 - imag. 5?

porquê? a cabeça é projetada para trás?

a força da colisão atua no carro (mas nos ocupantes), empurrando-o para a frente e o carro no início está parado (como os ocupantes), estes continuam - 1ª lei de Newton e o carro avança, mas os seus ocupantes continuam, por isso: as suas cabeças são projetadas para trás

cinto de segurança:

sem o cinto, os ocupantes podem bater no volante, tablier, ... uma vez que mantêm a mesma velocidade a que seguiam - 1ª lei de Newton

A sua flexibilidade faz aumentar o tempo da colisão do ocupante com o veículo

Distribui a força de colisão por uma área maior

maior tempo faz diminuir a intensidade da força de colisão

diminui a pressão, diminuindo o efeito da colisão

airbag:

reforça o efeito do cinto

o material deformável aumenta o tempo da colisão do ocupante com o veículo

Distribui a força de colisão por uma área maior

maior tempo de colisão diminui a sua intensidade da força de colisão

diminui a pressão, diminuindo o efeito da colisão

capacetes

ferro almofadado aumenta o tempo de colisão

tem uma área grande em contacto com a cabeça, distribuindo a força de colisão por uma área maior

+ tempo de colisão, diminui a intensidade da força de colisão

diminui a pressão sobre a cabeça, diminuindo o efeito da colisão

Material deformável

aumenta o tempo de colisão - diminui a intensidade da força de colisão