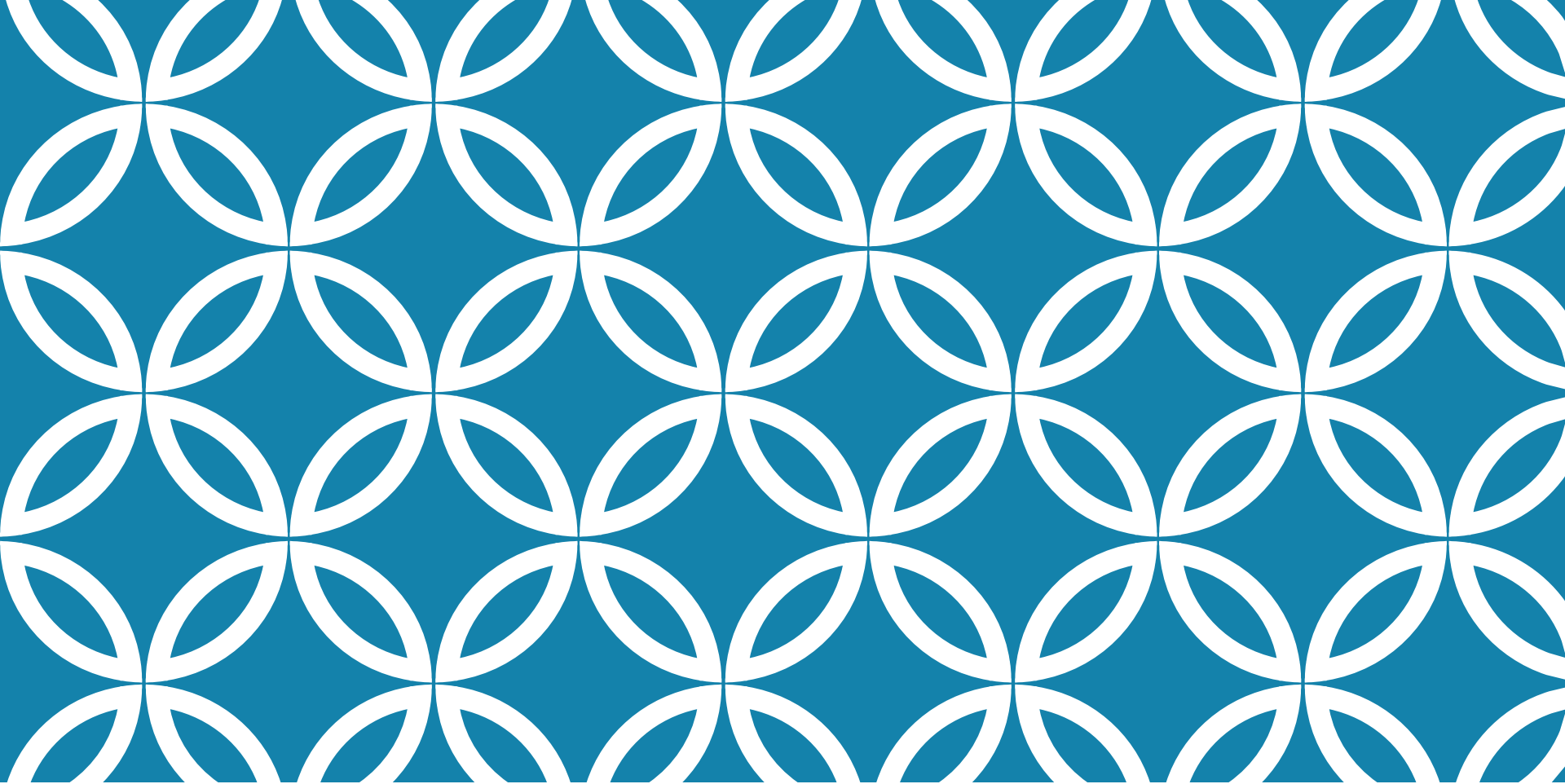




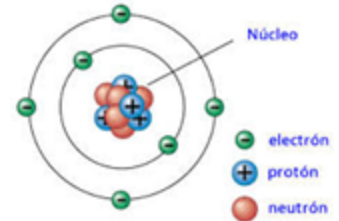
UNITAT 2. LA MATÈRIA I LA SEVA CLASSIFICACIÓ

Química I Batxillerat

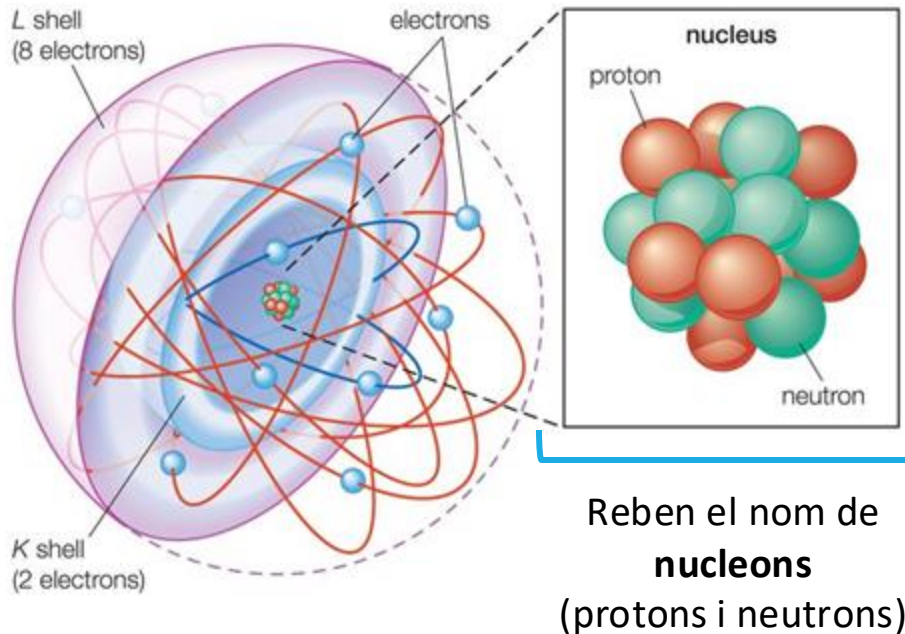
ÍNDEX

1. Estructura de la matèria
2. Estats de la matèria
3. Matèria homogènia i heterogènia
4. Substàncies pures
5. Canvis d'estat
6. Lleis dels gasos

1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA



Interior de l'àtom



Partícules fonamentals dels àtoms

Nucli:

- Protons (p) són +
 - Neutrons (n) no tenen càrrega
- Igual massa

Embolcall:

- Electrons (e^-) són - $\longrightarrow m_{\text{electrons}} \simeq 0$

**Massa de l'àtom resideix al nucli,
té una gran densitat**

	Protó	Electró	Neutró
Massa	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1 \text{ u}$	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 1/1,84 \text{ u}$	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1 \text{ u}$
Càrrega	+1	-1	0

1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

A. NOMBRE ATÒMIC I NOMBRE MÀSSIC

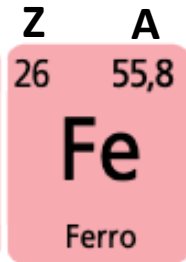
Nombre màssic (A) és el nombre de protons més neutrons (nº de nucleons).

Notació dels elements

$n+ / n-$
càrrega iònica

Símbol de l'element

n nº àtoms

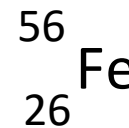


$$A = Z + N$$

És un nombre enter que arrodonim
Ex. Ferro 55,8 u a 56 u

Nombre atòmic (Z) és el nombre de protons que hi ha en el nucli de l'àtom.

$Z = \text{nº protons} = \text{nº electrons} \rightarrow \text{àtom neutre}$



protons: 26

electrons: 26

neutrons: $56 - 26 = 30$

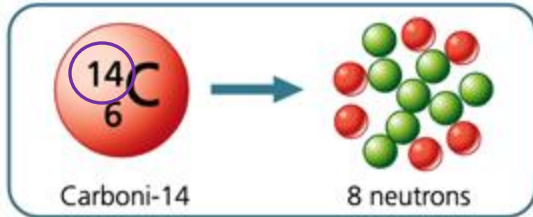
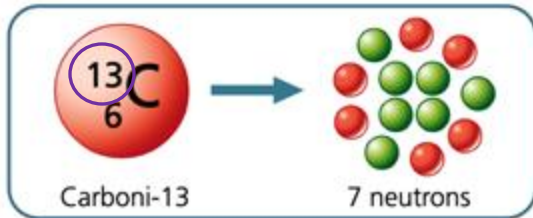
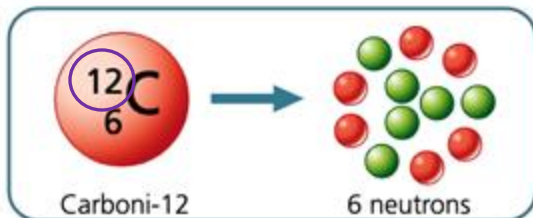
Per saber els neutrons

$$N = A - Z$$

1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

B. ISÒTOPS

Són àtoms d'un mateix element que tenen diferent nombre de neutrons, igual nombre de protons, és a dir... **≠ Nombre màssic (A)**



Carboni-12

C – 12

Carboni-13

C – 13

Carboni-14

C – 14

La majoria d'elements estan constituïts per una mescla d'isòtops a la natura

L'oxigen està format per una mescla de 3 isòtops.

	Isòtop	Z	A	n° p	n° n	n° e
$^{16}_8\text{O}$	Oxigen – 16	8	16	8	8	8
$^{17}_8\text{O}$	Oxigen – 17	8	17	8	9	8
$^{18}_8\text{O}$	Oxigen – 18	8	18	8	10	8

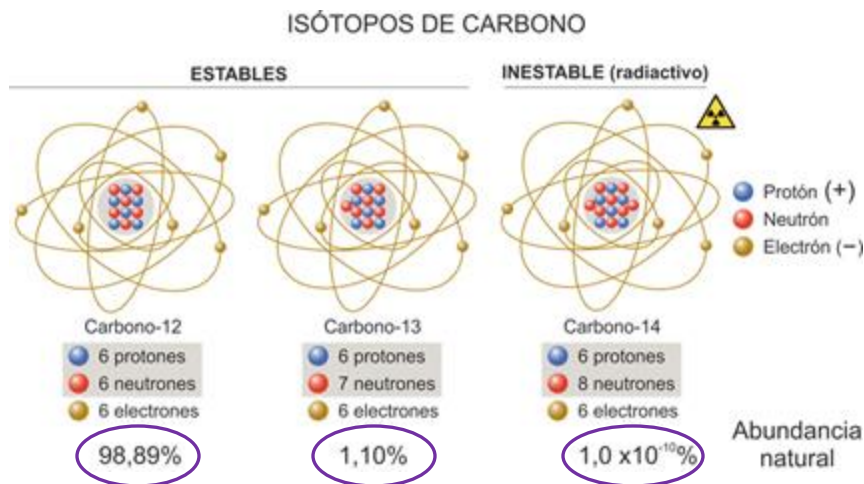
n° protons = n° electrons → **àtom neutre**

1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

C. MASSA ATÒMICA

A través de diferents estudis es va buscar una unitat tan petita que trobés la mesura dels àtoms.

Àtom patró → **Carboni – 12**, el més abundant dels isòtops del carboni



1 àtom de C-12 pesa 12 u

Va permetre trobar la **unitat de massa atòmica (1 u)**, és a dir, la dotzena part de la massa de l'isòtop C-12 és la unitat més petita → **protó o neutró**

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

És la relació que hi ha amb la constant d'Avogadro (N_A) determinada per la **IUPAC** (Unió Internacional de Química Pura i Aplicada).

1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

C. MASSA ATÒMICA

Massa atòmica relativa d'un element (A_r): és la **mitjana** d'un àtom de l'element i la dotzena part de la massa d'un àtom de C-12.

$$A_r = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{100}$$

A_i = massa atòmica de cada isòtop

x_i = percentatge de cada isòtop

Sumar totes les multiplicacions

El neó està format per la mescla de tres isòtops. Quina és la massa atòmica relativa?

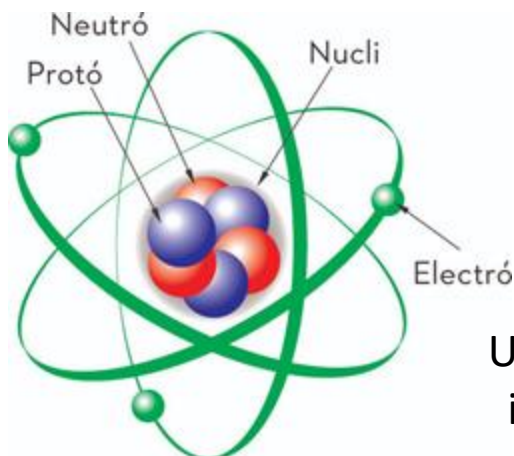
Isòtops	Massa atòmica relativa de l'isòtop	Abundància natural (% en àtoms)
Neó-20	19,99	90,48
Neó-21	20,99	0,27
Neó-22	21,99	9,25

$$A_r = \frac{(19,99 \cdot 90,48) + (20,99 \cdot 0,27) + (21,99 \cdot 9,25)}{100} = \frac{2018}{100} = 20,18$$

1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

D. MASSA MOLECULAR. CONCEPTE DE MOL

Per mesurar la quantitat de substància en química utilitzem el **mol** com a unitat que està relacionat amb la quantitat de partícules.



Nucli:

- Protons
- Neutron

Embolicall:

- Electron $\rightarrow m_{\text{electrons}} \approx 0$

**Massa d'un àtom =
protons + neutrons
= unitat de massa (u)**

Un **mol d'àtoms** és la quantitat d'un element equivalent a la que indica la seva massa atòmica en **u**, però expressa en grams (A_r)

En un **mol** de qualsevol substància hi ha el mateix nombre de partícules (àtoms o molècules):

Nombre d'Avogadro: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ àtoms o molècules

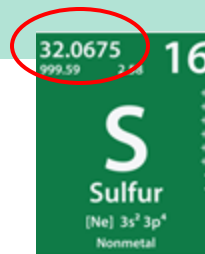
Oxigen		
1 àtom de O = 16 u	1 mol de O = 16 g	16 g de O tenen $6,022 \cdot 10^{23}$ àtoms de O

1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

D. MASSA MOLECULAR. CONCEPTE DE MOL

La massa d'un mol d'un element es correspon amb la seva **massa atòmica (A_r)** que es troba a la taula periòdica.

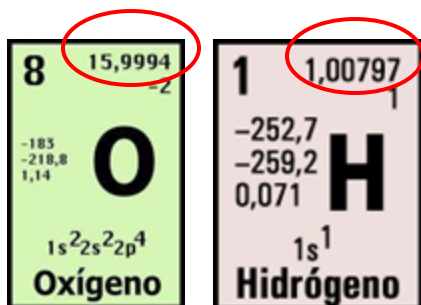
$$1 \text{ mol de S} = 32,06 \text{ g} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ àtoms}$$



32.0675 999.59	16
S	
Sulfur	
[Ne] 3s ² 3p ⁴	
Nonmetal	

Els **compostos** estan formats per diversos elements combinats en una proporció que indica la seva fórmula. Ex. H_2O , Fe_2O_3 ...

Un **mol d'un compost** és la quantitat que resulta a partir dels mols dels elements que el formen i la seva massa s'anomena **massa molar (M)** o **massa molecular relativa (M_r)**



8	1
15.9994 -183 -218,8 1,14	1.00797 -252,7 -259,2 0,071
O	H
1s ² 2s ² 2p ⁴	1s ¹
Oxígeno	Hidrógeno

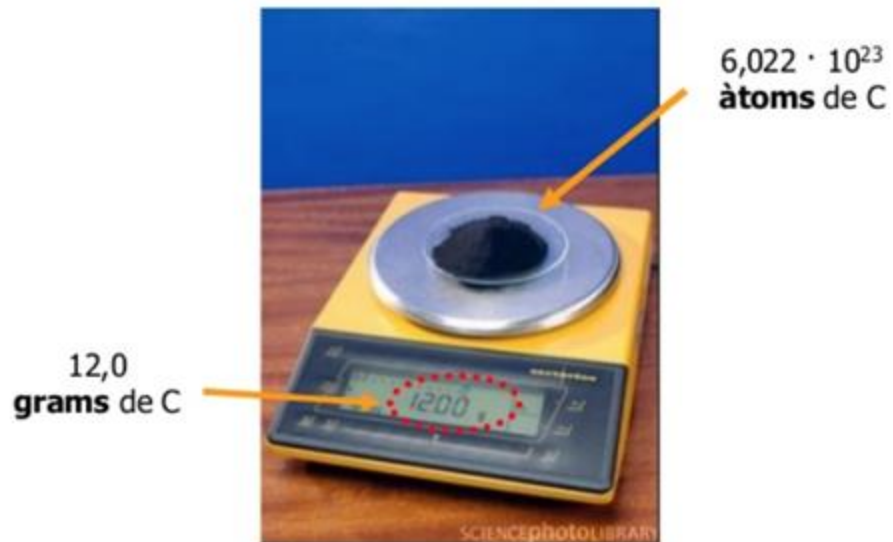
$$M(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 (\text{H}) + 16 (\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$$

$$1 \text{ mol de H}_2\text{O} = 18 \text{ g} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ molècules}$$

1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

D. MASSA MOLECULAR. CONCEPTE DE MOL

1 mol de carboni



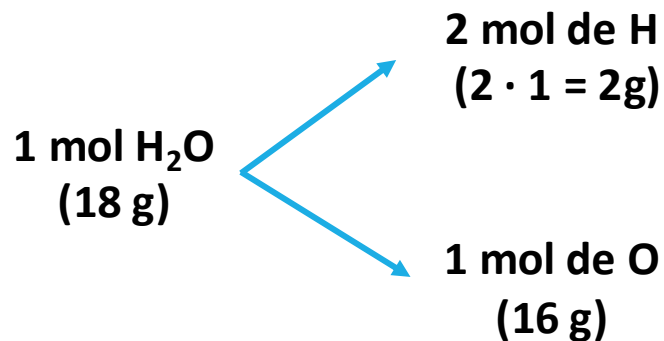
1 mol d'aigua



1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

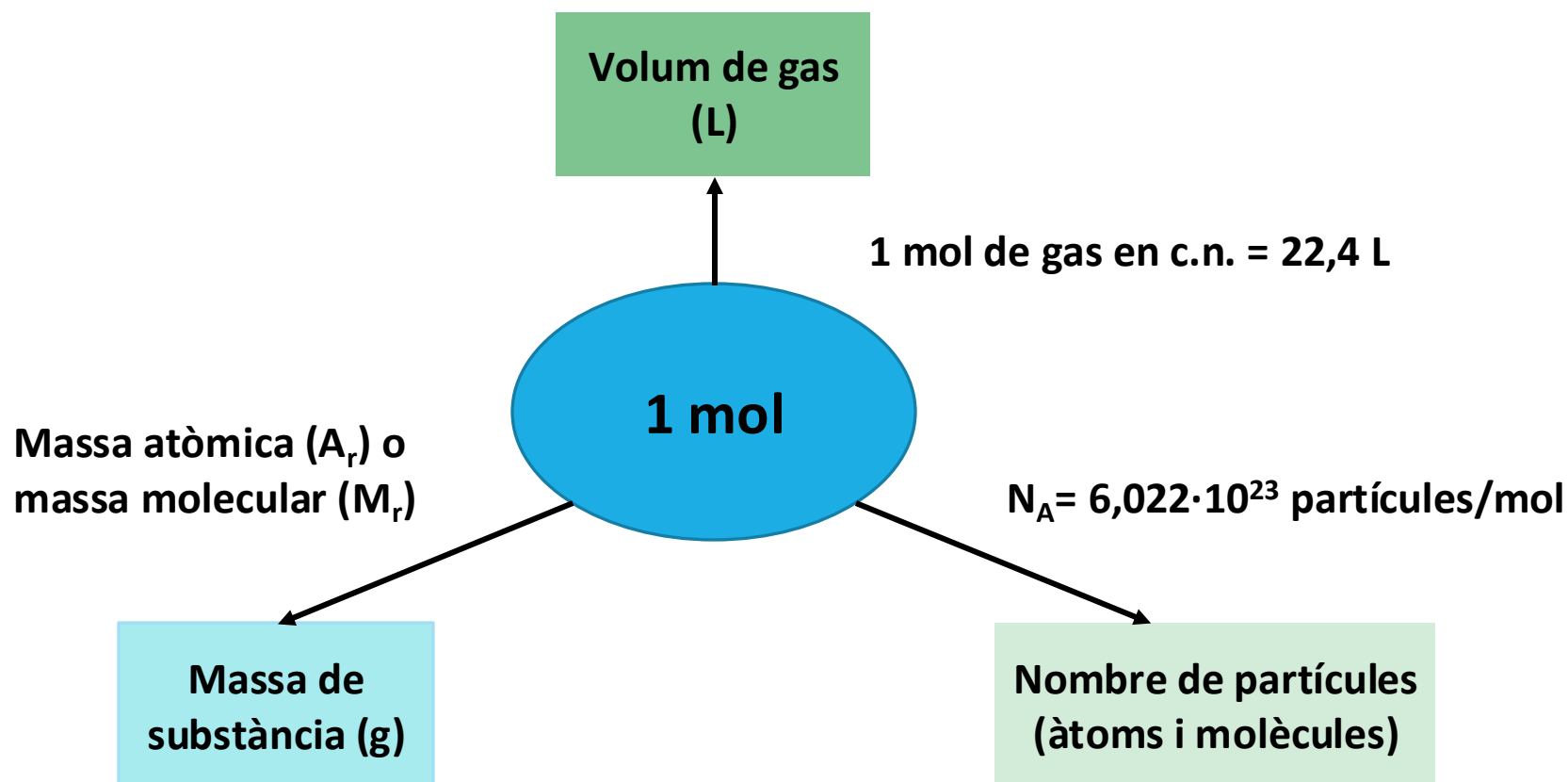
Si la substància forma molècules, en 1 mol del compost hi ha : $6,022 \cdot 10^{23}$ molècules

Món atòmicomolecular	Món macroscòpic
1 molècula de H_2O	1 mol de H_2O
2 àtoms de H $2 \cdot 1 = 2 \text{ u de H}$	2 mol de H $2 \cdot 1 \text{ g} = 2 \text{ g de H}$
1 àtom de O 16 u de O	1 mol de O 16 g de O
Massa molècula 18 u	Massa mol 18 g



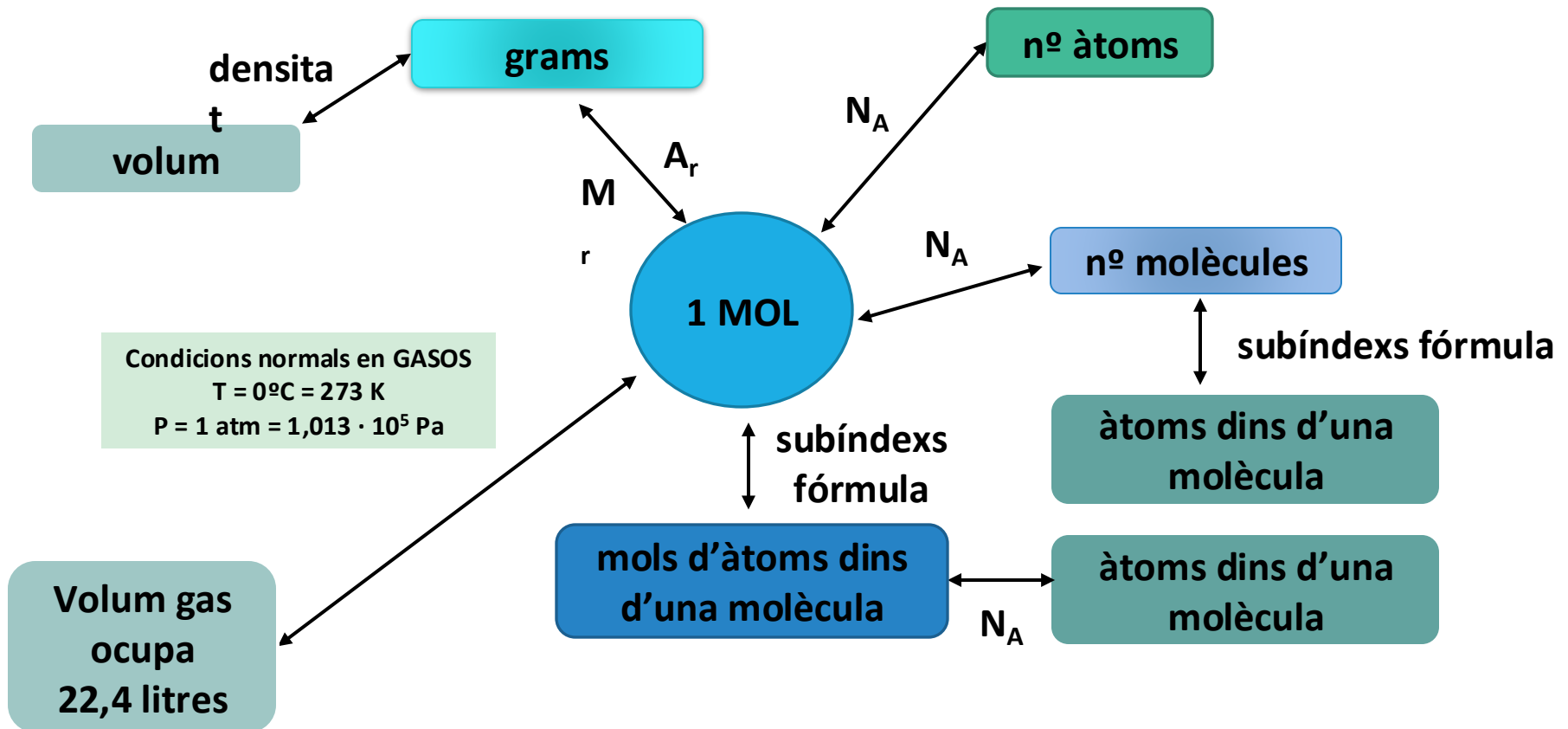
1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

Permeten establir relacions entre les diferents magnituds de la quantitat de substància, el mol. Ho fem a través de **factors de conversió**



1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

Permeten establir relacions entre les diferents magnituds de la quantitat de substància, el mol. Ho fem a través de **factors de conversió**



1. ESTRUCTURA DE LA MATÈRIA

Per a realitzar els exercicis de quantitat de substància cal que busquis a la teva taula periòdica les dades de **masses atòmiques relatives** dels elements.

Cal realitzar els càlculs mitjançant **factors de conversió**.

Exercici 1. El clorur d'hidrogen (HCl) és un gas que en dissolució aquosa té comportament àcid (àcid clorhídric).

- a. Quina és la seva massa molar?
- b. Quants mols d'HCl hi ha en 60 g d'aquest gas?
- c. Quants àtoms de clor i quants àtoms totals estan continguts en aquesta quantitat d'HCl?

Exercici 2. El propà és un gas combustible que es troba en jaciments petrolífers i de gas natural. Si se'l comprimeix es torna líquid. La seva fórmula molecular és C_3H_8 . Tenim una bombona de propà que conté 10 kg comprimits d'aquesta substància en estat líquid.

- a. Calcula la massa molecular del propà.
- b. Quants mols de propà conté la bombona?
- c. Quantes molècules de propà contindrà la bombona?

2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

La **matèria** es pot manifestar en diferents formes, anomenades estats.

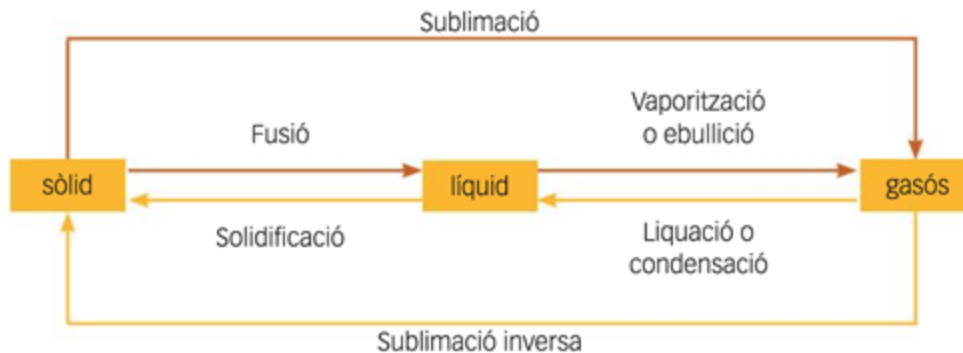
Sòlid

Líquid

Gas

Plasma

Una mateixa substància, depenent de les condicions de P i T, la podem tenir en qualsevol dels tres estats, però en cada estat presenta propietats diferents.



Plasma

Està format habitualment sota T i P molt altes a base de nuclis atòmics positius i electrons lliures, en conjunt de càrrega neutra. Ex. Llamps, aurores boreals, Sol...

Substàncies pures: tenen punts de fusió i ebullició fixos

Mescles: no tenen punts de fusió i ebullició fixos

2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

El comportament dels tres estats responen a les seves estructures internes. En el cas dels gasos, s'expliquen mitjançant la **teoria cinètica dels gasos**, basada en els postulats següents:

1. La matèria gasosa està formada per partícules separades entre sí.
2. Les partícules estan en continu moviment.
3. Els xocs entre aquestes partícules són perfectament elàstics i no perden energia.

Aquesta teoria explica bé el comportament dels gasos, però no pas el de la **matèria orgànica**, ja que tots aquests estan formats per molècules molt grans.

LLEIS DELS GASOS – Al final de la unitat

2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

A. ESTAT SÒLID

Una substància en estat sòlid té les propietats següents:

- **Forma pròpia.**
- **Volum constant** a temperatura constant, si variem la temperatura es poden engrandir o encongir.
- **Incompressibilitat:** un sòlid sotmès a pressió pràcticament no varia de volum.
- **Densitat superior**, normalment, a la dels altres estat de la mateixa substància.
- Capacitat de **difusió** insignificant.

Segons la teoria cinètica

⇒ La mobilitat de les partícules en els sòlids és pràcticament **nul·la**. Per tant, tenen una **disposició** més o menys **fixa** i es troben bastant juntes ja que les forces de cohesió internes són intenses, de manera que únicament poden **vibrar**.

2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

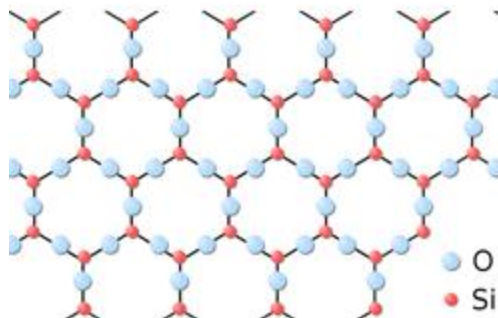
A. ESTAT SÒLID

Classificació dels sòlids segons l'ordenació de l'estructura interna

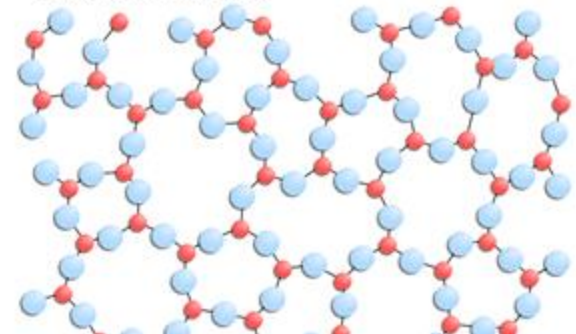
Definició		Exemple
Cristal·lins	Presenten una estructura interna ordenada de forma geomètrica que es repeteix al llarg del sòlid; dóna lloc a les xarxes cristal·lines	Quars (forma cristal·lina del SiO_2). Formen un reticle perfecte, gegantí i continu amb distàncies perfectament definides entre els àtoms
Amorfs	Presenten una estructura interna no ordenada. També se'ls coneix amb el nom de <i>líquids freds</i> .	Vidre (forma no cristal·lina del SiO_2). En el vidre, els àtoms de silici i oxigen, si bé estan junts, tenen distàncies entre ells que no són iguals en tots els enllaços



Cuarzo (SiO_2 en estructura cristal·lina)



Vidrio (SiO_2 en estructura amorfa)



2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

B. ESTAT LÍQUID

Una substància en estat líquid té les propietats següents:

- **Adaptació a la forma del recipient** que la conté i **volum constant**.
- Poca variació del volum amb la temperatura.
- **Compressibilitat**: gairebé nul·la.
- **Densitat** lleugerament més baixa, normalment, que la dels sòlids.
- Tenen capacitat de **difusió** (mesclar-se) i de fluir.

Segons la teoria cinètica

⇒ Tenen certa mobilitat les partícules dels líquids, tot i estar en contacte continu les unes amb les altres a causa de les forces de cohesió. Degut a que tenen una energia més alta que la dels sòlids i que creix amb la temperatura.

Les partícules exerceixen pressió sobre les parets del recipient ⇒ **pressió hidrostàtica**

2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

PROPIETATS DE L'ESTAT LÍQUID

PRESSIÓ DE VAPOR

L'**evaporació** és el procés de transformació d'un líquid en vapor i que té lloc en la superfície de contacte del líquid amb una fase gasosa com, per exemple, l'aire.

Fracció de partícules → **Estat gasós**

energia per vèncer les forces d'atracció i cohesió

Pressió de vapor

Ebullició



Cada líquid, a una T determinada, té una pressió de vapor característica.

2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

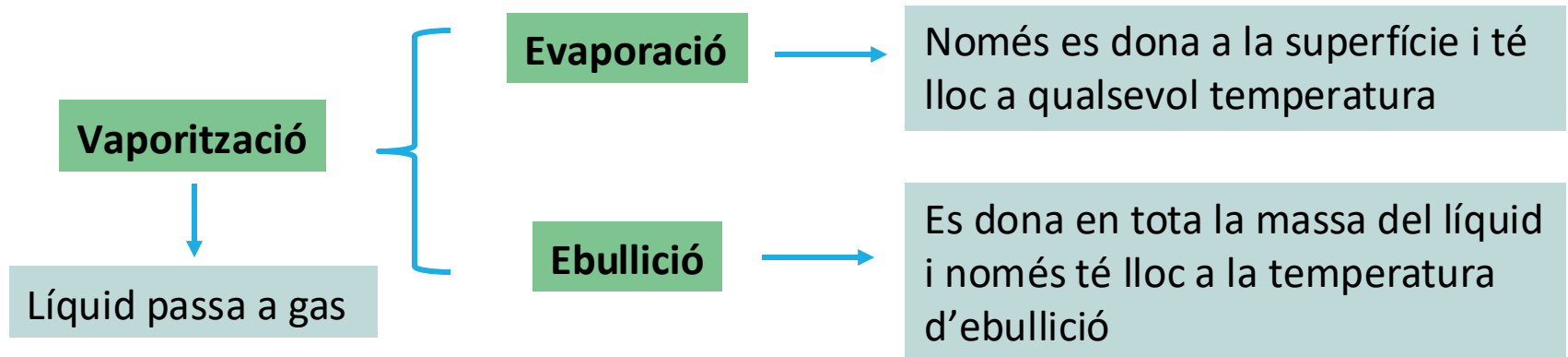
PROPIETATS DE L'ESTAT LÍQUID

PRESSIÓ DE VAPOR

L'**evaporació** és el procés de transformació d'un líquid en vapor i que té lloc en la superfície de contacte del líquid amb una fase gasosa com, per exemple, l'aire.

Fracció de partícules → **Estat gasós**

energia per vèncer les forces d'atracció i cohesió



2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

PROPIETATS DE L'ESTAT LÍQUID

VISCOSITAT és la resistència que ofereix una substància a fluir

Diferents líquids segons si les partícules llisquen més o menys les unes damunt les altres.

Poc viscos
aigua líquida



Viscos
oli d'oliva i mel

Generalment, en baixar la
temperatura  viscositat



Viscosímetre
(mil·lipascals · segon
o centipoises (cP))

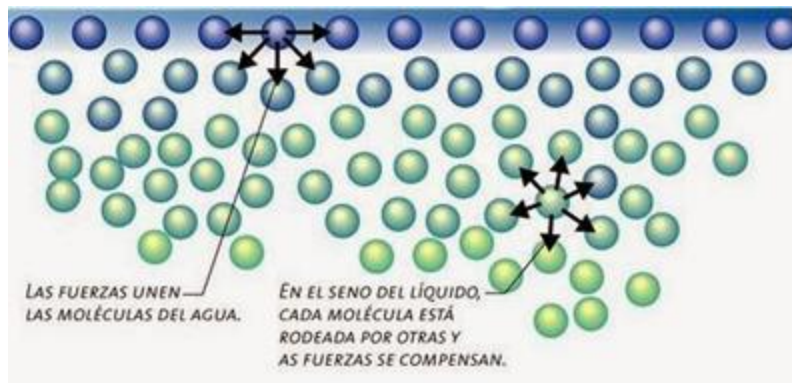
2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

PROPIETATS DE L'ESTAT LÍQUID

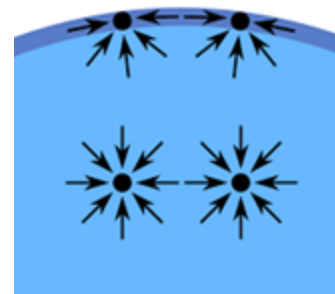
TENSIÓ SUPERFICIAL

Les partícules dels líquids que es troben a la superfície estan sotmeses a forces diverses.

Forces d'atracció: entre elles a la superfície i amb les de l'interior del líquid



Gota d'aigua



Adopten la
forma
geomètrica
esfèrica
↓
superfície



H₂O

Hg

Capil·laritat

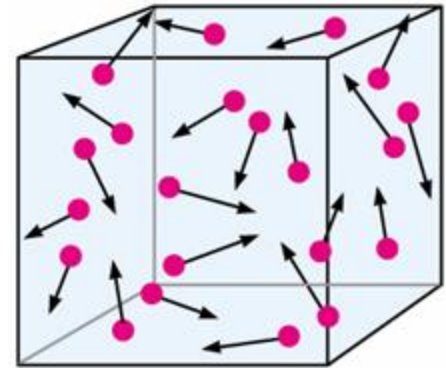
2. ELS ESTATS DE LA MATÈRIA

↑ Pressió d'un gas les partícules s'ajunten i poden passar a estat líquid ⇒ **gasos liquats**

C. ESTAT GASÓS

Una substància en estat gasós té les propietats següents:

- **Adaptació a la forma del recipient** que la conté i ocupar tot **volum**.
- **Sense volum propi**.
- **Variació important** del **volum** amb la temperatura.
- **Compressibilitat** elevada.
- **Densitat** molt baixa
- Tenen capacitat de **difusió** (mesclar-se) i flueixen.

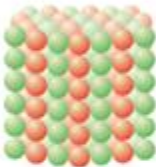
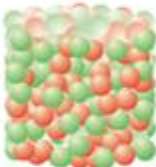


Segons la teoria cinètica

⇒ Les partícules del gasos circulen soles, independents, sense atraccions entre les unes i les altres, i separades per grans distàncies en relació amb la seva mida ⇒ **volum negligible**

Depèn de la quantitat, T i V

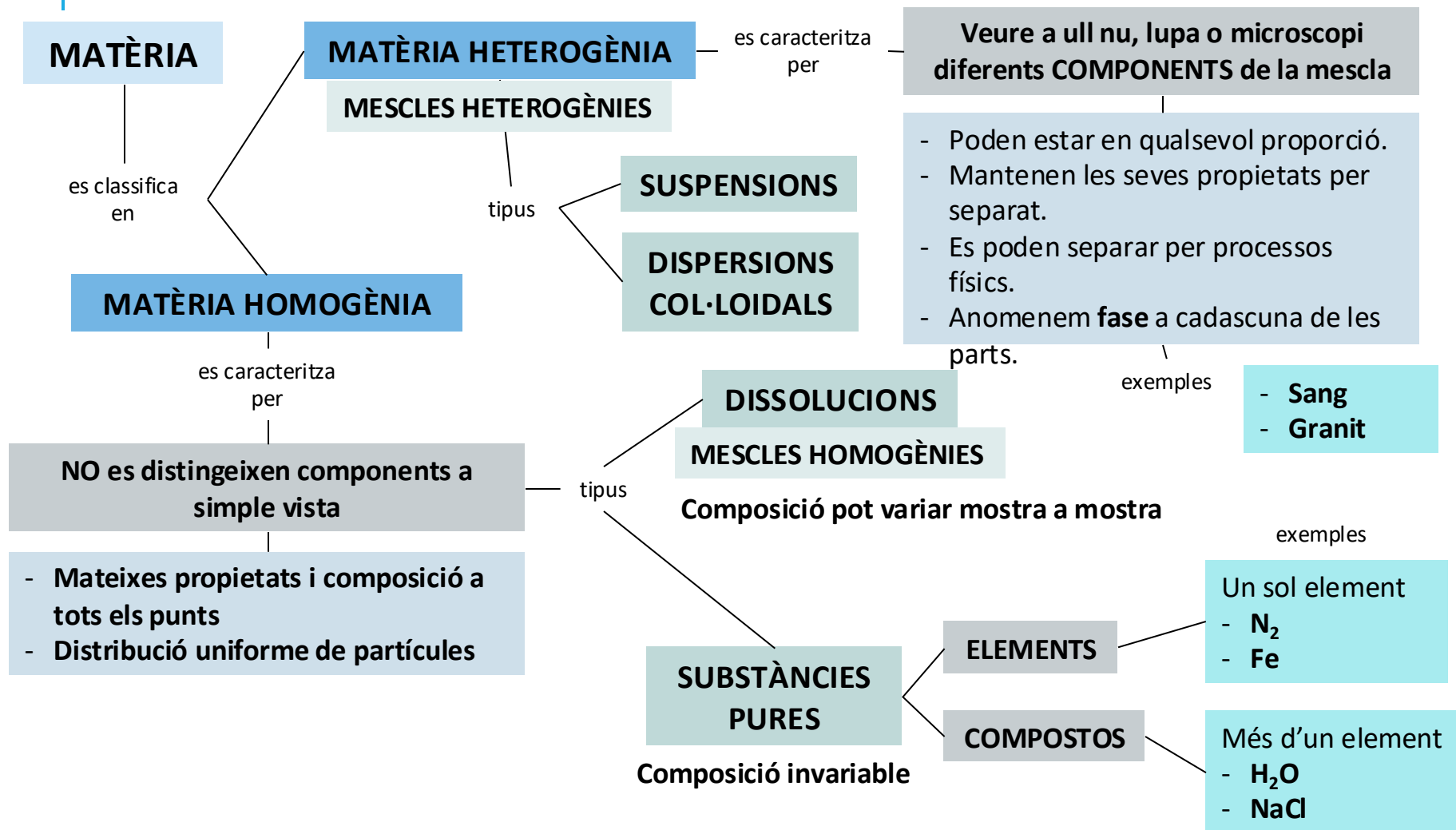
Les partícules exerceixen pressió sobre les parets del recipient ⇒ **pressió gasosa**

Estats de la matèria			
	Sòlid	Líquid	Gasós
Forces d'atracció	Elevades. Partícules molt properes, només tenen moviment de vibració.	Més febles que en els sòlids. Partícules més separades, però amb distàncies intermoleculars fixes, tenen moviment de vibració i translació.	Pràcticament nul·les. Partícules molt separades amb moviment continu i aleatori.
Volum	Fix, a causa de les forces d'atracció entre partícules.	Fix (distàncies entre partícules més o menys constants).	Tot el volum del recipient que els conté. No hi ha força d'atracció entre partícules.
Forma	Fixa, les partícules només vibren. Segons la disposició de les partícules pot ser: Cristal·lina: ordenació predeterminada.  Amorfa: sense ordenació predeterminada. 	Sense forma pròpia, s'adapta al recipient que el conté. Les partícules, en el moviment de translació, llisquen les unes sobre les altres. Presenta una pressió hidrostàtica. 	No té forma pròpia. Les partícules estan en moviment constant. 
Compressibilitat	Incompressibles, partícules molt juntes.	Gairebé incompressibles, distàncies entre partícules fixes.	Compressibles, les partícules estan molt separades, i pot variar la distància entre elles.
Densitat	Més alta que en altres estats, partícules molt juntes, matèria compacta.	Més baixa que la dels sòlids, partícules més separades que en els sòlids.	Baixa: partícules molt separades, poc compacte.
AUGMENT DEL MOVIMENT DE LES PARTÍCULES DISMINUCIÓ DE LES FORCES D'ATRACCIÓ ENTRE PARTÍCULES			

Taula 1.3.

3. MATÈRIA HOMOGÈNIA I HETEROGÈNIA

Com és la matèria que ens envolta?



4. SUBSTÀNCIES PURES



Substància pura ≠ Producte pur ?

La impuresa d'una substància?

Un sol tipus de fase de composició uniforme i invariable

Es diferencien per les seves **propietats físiques** o **químiques**.

DENSITAT

PUNT DE FUSIÓ

PUNT D'EBULLICIÓ

Aigua (H₂O)

$\rho = 1 \text{ g/cm}^3$

P.F. 0°C

P.E.
100°C

COMPOSTOS QUÍMICS

Substància pura que es descompon en altres més senzilles.

Unió de dos o més elements en la mateixa proporció definida i invariable



Vídeo – Electròlisi aigua

Or (Au)

$\rho = 19,3 \text{ g/cm}^3$

P.F. 1963°C

P.E. 2970°C

ELEMENT QUÍMIC

Substància pura que **NO** es descompon en altres més senzilles.

Dos o més elements formen un compost.



4. SUBSTÀNCIES PURES

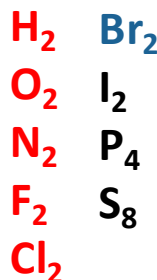
ELEMENTS I COMPOSTOS

Element

segons el nombre d'àtoms:

S

2 àtoms de O



Tots els gasos a T ambient de la TP són **diatòmics**.
El brom és **líquid** i el iode, fòsfor i sofre **sòlids**.

Compostos

Unió d'àtoms de diferents elements es representen mitjançant **fórmules**

Aigua



Aigua oxigenada

El subíndex 1 no s'escriu



MONOATÒMICS

Els **gasos nobles** són àtoms aïllats. No perden ni guanyen electrons.

ESTABLES

He, Ne, Ar, Kr, Xe i Rn

DIATÒMICS

Unió de dos àtoms

POLIATÒMICS

Més de dos àtoms

CRISTALLS GEGANTS

Més de dos àtoms

METÀL·LICS

Tendència a perdre electrons per aconseguir estabilitat gasos nobles.

NO METÀL·LICS

Tendència a guanyar electrons per aconseguir estabilitat gasos nobles.

IONS POSITIUS (CATIONS)

Element que perd electrons i passa a tenir càrrega positiva.
Ex. Ca^{2+} o Fe^{3+}

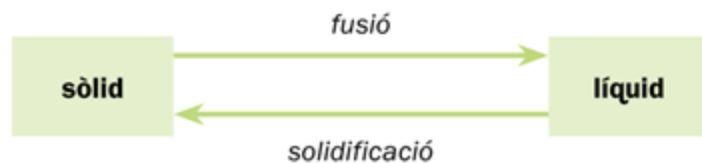
IONS NEGATIUS (ANIONS)

Element que guanya electrons i passa a tenir càrrega negativa. Ex. S^{2-} o Cl^-

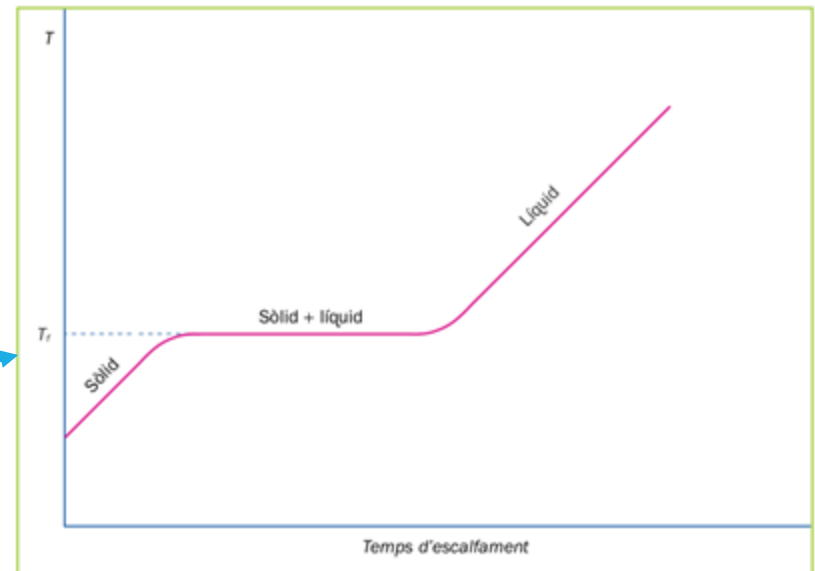
5. CANVIS D'ESTAT

A. SÒLID – LÍQUID

Si escalfem un sòlid, passa a l'estat líquid. Diem que s'ha fos i el fenomen s'anomena **fusió**; d'altra banda, si refredem un líquid i passa a l'estat sòlid. Diem que s'ha solidificat i el fenomen s'anomena **solidificació**.



Temperatura de fusió (T_f)
constant en substàncies
pures

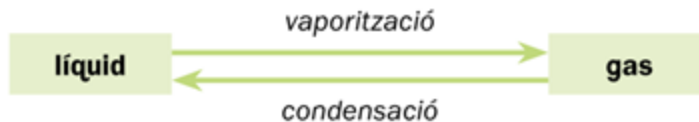


Per passar de sòlid a líquid o a l'inrevés, es bescanvia una energia en forma de calor. La qual es absorbida o despresada per unitat de massa d'una substància durant el canvi d'estat a la temperatura de fusió i pressió constant anomenada **calor latent de fusió / solidificació**

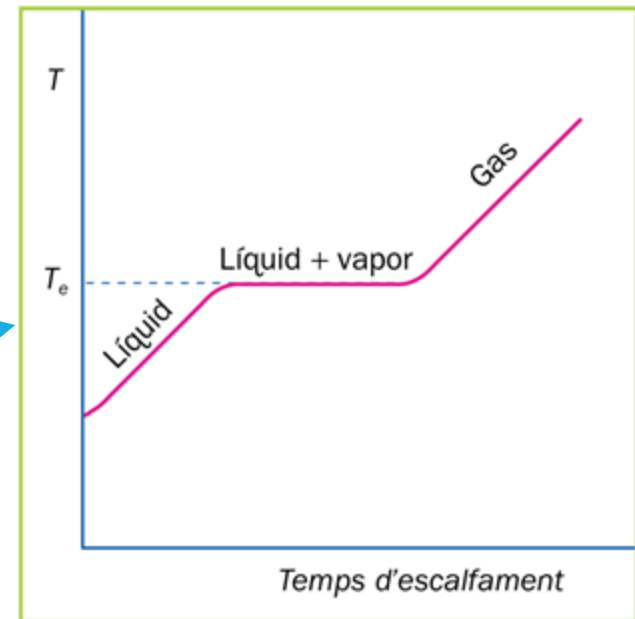
5. CANVIS D'ESTAT

B. LÍQUID – GAS

El pas de l'estat líquid a gasós s'anomena **vaporització** (si es dona a la superfície **evaporació** i si es dona a tota la massa del líquid **ebullició**) i l'invers s'anomena **condensació**.



Temperatura d'ebullició
(T_e)
constant en substàncies
pures



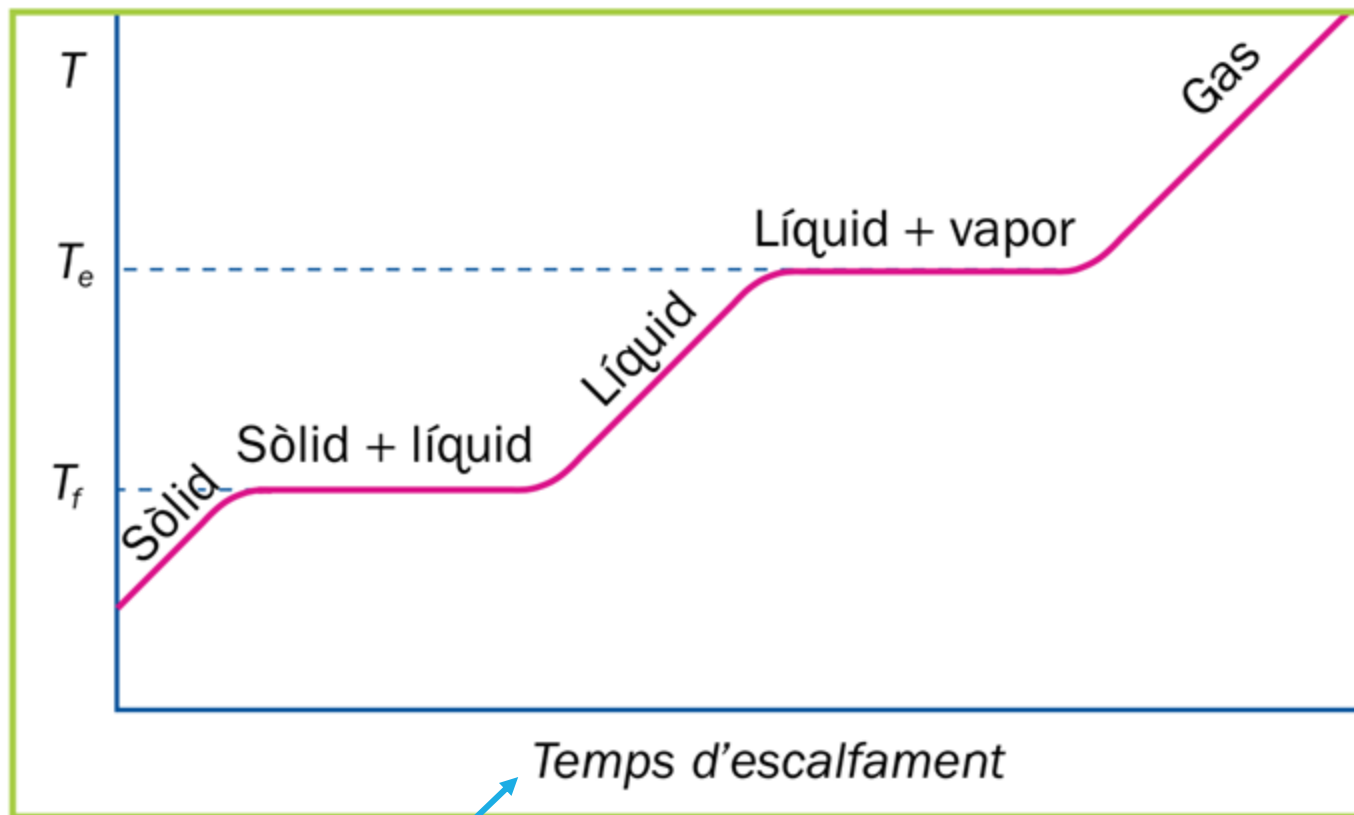
L'evaporació, a pressió atmosfèrica, es produeix a qualsevol temperatura; però l'ebullició varia en funció de la pressió (afecta més als gasos) es defineix un **punt d'ebullició** característic de cada substància pura.

Al canviar d'estat també s'absorbeix o desprèn energia, definint la **calor latent de vaporització / condensació**

5. CANVIS D'ESTAT

B. LÍQUID – GAS

Corba d'escalfament

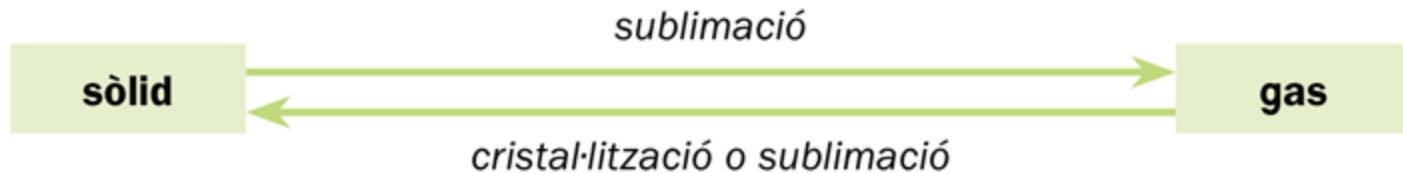


Subministrar energia en forma de calor

5. CANVIS D'ESTAT

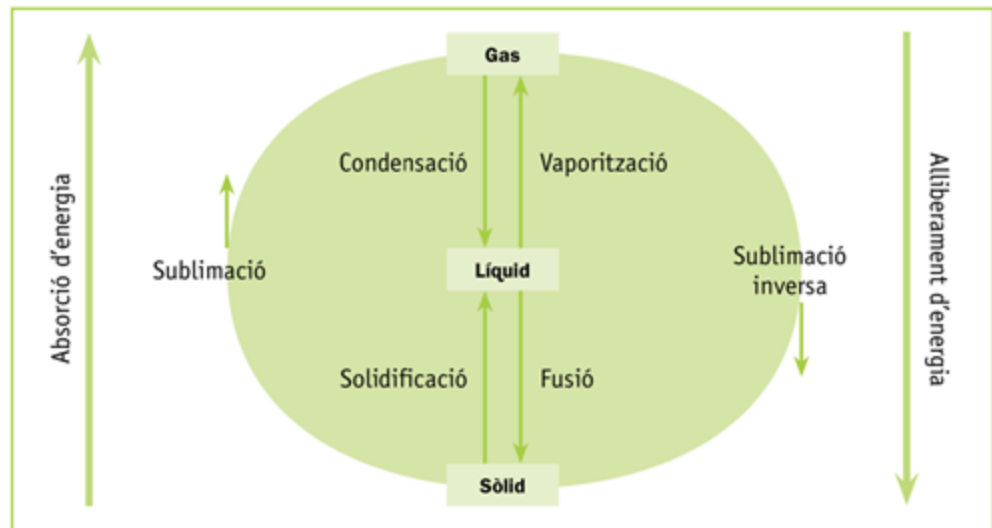
C. SÒLID – GAS

El pas directe de sòlid a gas sense passar per l'estat líquid s'anomena **sublimació** i el procés invers **crystal·lització** o **sublimació inversa**.



Sòlids que presenten una pressió de vapor molt alta a temperatura ambient

- Boles de càmfora
- Gel sec (CO_2 sòlid)
- Iode



6. LLEIS DELS GASOS

Les partícules dels gasos descrits anteriorment no s'atrauen entre sí i el seu volum és negligible, aquests els anomenem **gasos ideals** o **perfectes**. No tots es comporten igual, però la majoria a baixes pressions tenen un comportament ideal.

Variables que
s'estudien:

Volum en m^3 (SI), en L o en mL

Temperatura en $^{\circ}\text{K}$ (SI),

$$T(^{\circ}\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273$$

Pressió en Pa (SI), en mmHg, atm i bar

$$760 \text{ mmHg} = 1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1.013 \text{ bar}$$

Les lleis es van establir analitzant per separat cadascuna de les variables per establir



LLEIS DELS GASOS IDEALS

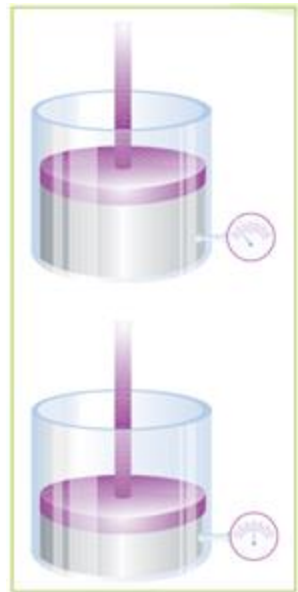
Llei	La llei diu...	Equació
Llei de Boyle-Mariotte	A temperatura constant (isotèrmic), si la pressió exercida per un gas augmenta, el volum disminueix de forma inversament proporcional.	$p_1 V_1 = p_2 V_2 = \dots = p_n V_n = k$ en què k és la constant de proporcionalitat, que depèn de la massa i temperatura del gas.
Llei de Charles	A pressió constant (isobàric), el volum d'un gas augmenta proporcionalment amb la temperatura.	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = \frac{V_n}{T_n} = k'$ (a p i n constants)
Llei de Gay-Lussac	A volum constant (isocor), la pressió d'un gas augmenta proporcionalment amb la temperatura.	$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} = \dots = \frac{p_n}{T_n} = k''$ (a V i n constants)
Llei d'Avogadro	Volums iguals de gasos diferents, en les mateixes condicions de pressió i temperatura, contenen el mateix nombre de partícules (i, per tant, el mateix nombre de mols n).	$V = k''' n$ (a p i T constants)
Llei d'estat dels gasos ideals. Equació d'estat	Equació que resulta de la combinació de les lleis d'Avogadro, de Boyle-Mariotte i de Charles. Es compleix també en els gasos reals a baixes pressions .	$p V = n R T, \text{ o també: } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ en què R és la constant dels gasos ideals o perfectes, que depèn de k, k' i k''.
Llei de Dalton	En una mescla de gasos, la pressió total és la suma de les pressions parcials de cadascun dels gasos de la mescla.	$p_t = \sum p_i$ en què p_t és la pressió total i p_i la pressió parcial.

6. LLEIS DELS GASOS

A. LLEI DE BOYLE – MARIOTTE

Si la **temperatura** d'un gas es manté **constant**, la pressió exercida pel gas varia inversament al volum

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = \dots = p_n \cdot V_n = \text{constant (k)}$$



Volum igual al del recipient, **V**
Quantitat de substància **n**, que
proporciona una massa **m**
Pressió concreta, **p**

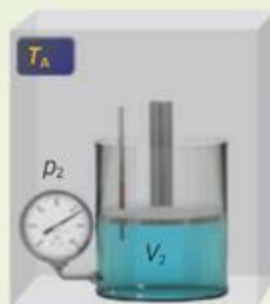
Volum es redueix a la meitat, **V/2**
Estructura de la matèria **n**, que
proporciona una massa **m**, és
manté constant
Pressió augmenta el doble, **2 p**

6. LLEIS DELS GASOS

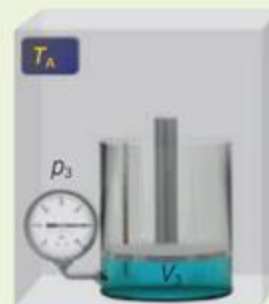
A. LLEI DE BOYLE – MARIOTTE



Introduïm el cilindre al bany a una temperatura determinada (T_A) i anem la pressió (p_1) i el volum del gas (V_1).

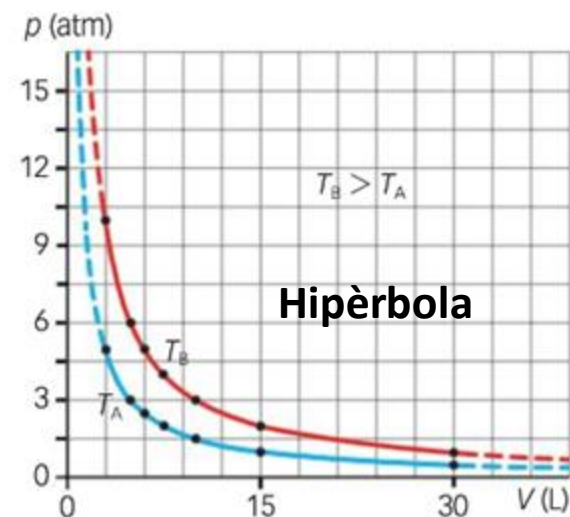


A la mateixa temperatura, reduïm el volum (V_2) i mesurem la pressió (p_2). Anem tots dos valors.



A la mateixa temperatura, reduïm un altre cop el volum (V_3) i mesurem la pressió (p_3). Anem tots dos valors.

Experiència A, a T_A			Experiència B, a T_B		
$V(L)$	$p \text{ (atm)}$	$p \cdot V$	$V(L)$	$p \text{ (atm)}$	$p \cdot V$
30	0,5	15	30	1	30
15	1,0	15	15	2	30
10	1,5	15	10	3	30
7,5	2,0	15	7,5	4	30
6,0	2,5	15	6,0	5	30
5,0	3,0	15	5,0	6	30
3,0	5,0	15	3,0	10	30



EXEMPLE

LLEI DE BOYLE – MARIOTTE

Dins d'una ampolla de 750 mL hi ha un gas que exerceix una pressió d'1,25 atm a 50°C. Si el connectem a una ampolla buida de 2 L, quina pressió llegirem ara al manòmetre si la temperatura no canvia? **R: 0,47 atm**

Un **procés isotèrmic** és el que es produeix a temperatura constant. Si en un cilindre d'èmbol mòbil tenim un gas que exerceix una pressió de 350 mmHg quan el volum del cilindre és de 2 L. Quina pressió exercirà el gas si desplaçem l'èmbol fins que el volum sigui de 250 cm³? **R: 2800 mmHg**

6. LLEIS DELS GASOS

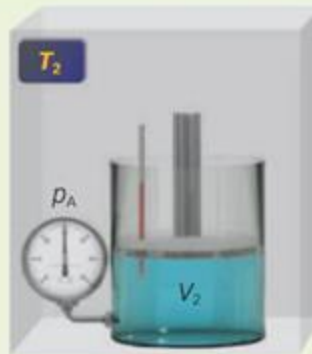
B. LLEI DE CHARLES

A **pressió constant**, el volum d'una massa determinada de qualsevol gas és directament proporcional a la temperatura absoluta (°K).

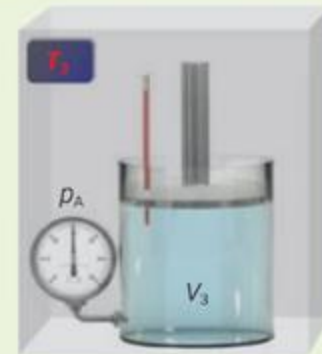
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots = \frac{V_n}{T_n} = \text{constant (k)} \quad V = k' \cdot T$$



Observem que el manòmetre indica una pressió p_A . Introduïm el cilindre al bany a una temperatura T_1 i anotem el volum V_1 .



Escalfem el bany fins a una temperatura T_2 . El volum s'ha de modificar fins a V_2 , perquè el manòmetre segueixi marcant p_A .

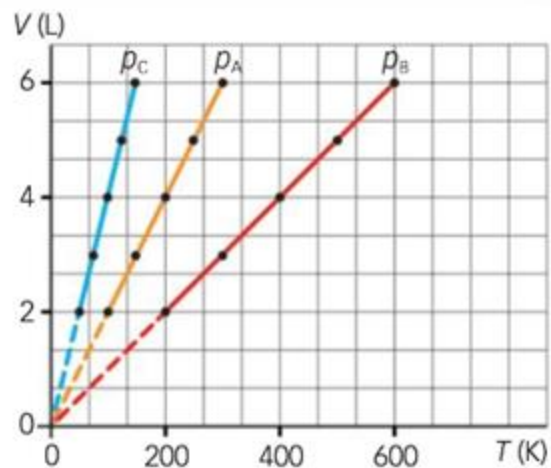


Tornem a augmentar la temperatura T_3 . El volum s'ha de modificar fins a V_3 , perquè el manòmetre segueixi marcant p_A . Anotem les dades.

6. LLEIS DELS GASOS

B. LLEI DE CHARLES

Experiència A, p_A				Experiència B, p_B				Experiència C, p_C			
$T (^{\circ}\text{C})$	$T (\text{K})$	$V (\text{L})$	V/T	$T (^{\circ}\text{C})$	$T (\text{K})$	$V (\text{L})$	V/T	$T (^{\circ}\text{C})$	$T (\text{K})$	$V (\text{L})$	V/T
-173	100	2	0,02	-73	200	2	0,01	-223	50	2	0,04
-123	150	3	0,02	27	300	3	0,01	-198	75	3	0,04
-73	200	4	0,02	127	400	4	0,01	-173	100	4	0,04
-23	250	5	0,02	227	500	5	0,01	-148	125	5	0,04
27	300	6	0,02	327	600	6	0,01	-123	150	6	0,04



EXEMPLE

LLEI DE CHARLES

Dins d'un èmbol mòbil, a una pressió constant de 1,5 atm, hi ha un gas que ocupa 1,2 L quan la seva temperatura és de 90°C. A quina temperatura estarà el gas si l'èmbol ha baixat fins a un volum a l'interior del cilindre de 750 cm³? **R: -46,1°C**

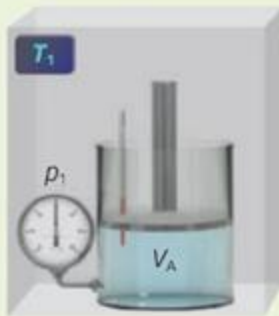
Un **procés isòbar** és el que es produeix a pressió constant. Dins d'un recipient de paret mòbil hi ha una quantitat determinada de gas que ocupa 500 mL i és a 10°C. Quin volum ocuparà el gas si es refreda fins a -10°C? **R: 464,66 mL**

6. LLEIS DELS GASOS

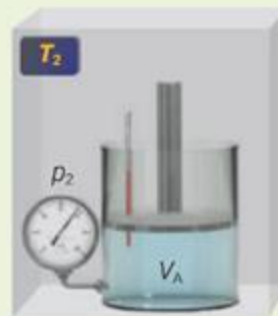
C. LLEI DE GAY – LUSSAC

A **volum constant**, la pressió d'un gas qualsevol augmenta en pujar la temperatura, dit d'una altra forma; la pressió d'una massa determinada de qualsevol gas és directament proporcional a la temperatura.

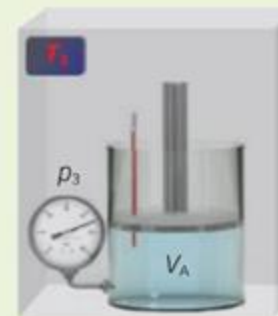
$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots = \frac{P_n}{T_n} = \text{constant (k'')}$$



Fixem l'èmbol de manera que el gas ocupi un volum V_A . L'introduïm al bany a una temperatura T_1 i anotem la pressió p_1 .



Mantenint constant el volum, escalfem el bany fins a una temperatura T_2 i mesurem la pressió p_2 . Anotem el resultat.

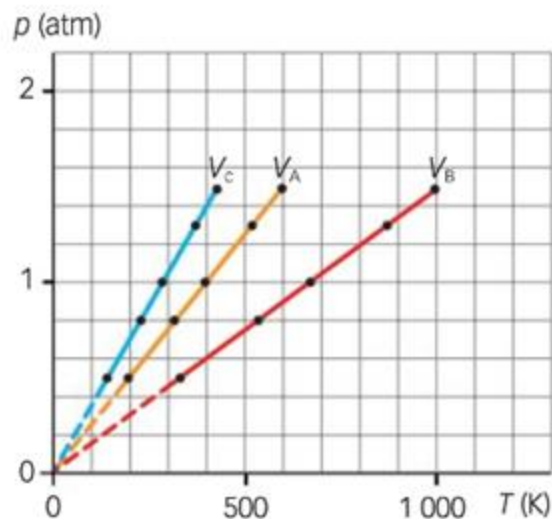


Mantenint constant el volum, augmentem un altre cop la temperatura T_3 i mesurem la pressió p_3 . Anotem el resultat.

6. LLEIS DELS GASOS

C. LLEI DE GAY – LUSSAC

Experiència A, V_A				Experiència B, V_B				Experiència C, V_C			
$T (^{\circ}\text{C})$	$T (\text{K})$	$p (\text{atm})$	p/T	$T (^{\circ}\text{C})$	$T (\text{K})$	$p (\text{atm})$	p/T	$T (^{\circ}\text{C})$	$T (\text{K})$	$p (\text{atm})$	p/T
-73	200	0,5	$2,5 \cdot 10^{-3}$	60	333	0,5	$1,5 \cdot 10^{-3}$	-130	143	0,5	$3,5 \cdot 10^{-3}$
47	320	0,8	$2,5 \cdot 10^{-3}$	260	533	0,8	$1,5 \cdot 10^{-3}$	-44	229	0,8	$3,5 \cdot 10^{-3}$
127	400	1,0	$2,5 \cdot 10^{-3}$	394	667	1,0	$1,5 \cdot 10^{-3}$	13	286	1,0	$3,5 \cdot 10^{-3}$
247	520	1,3	$2,5 \cdot 10^{-3}$	594	867	1,3	$1,5 \cdot 10^{-3}$	98	371	1,3	$3,5 \cdot 10^{-3}$
327	600	1,5	$2,5 \cdot 10^{-3}$	727	1.000	1,5	$1,5 \cdot 10^{-3}$	156	429	1,5	$3,5 \cdot 10^{-3}$



EXEMPLE

LLEI DE GAY – LUSSAC

Dins d'una bombona de 500 mL hi ha un gas que exerceix una pressió de 350 mmHg quan és a 80°C. Fins a quina temperatura el podem escalfar tranquil·lament sense que la pressió es dupliqui ? **R: 433°C**

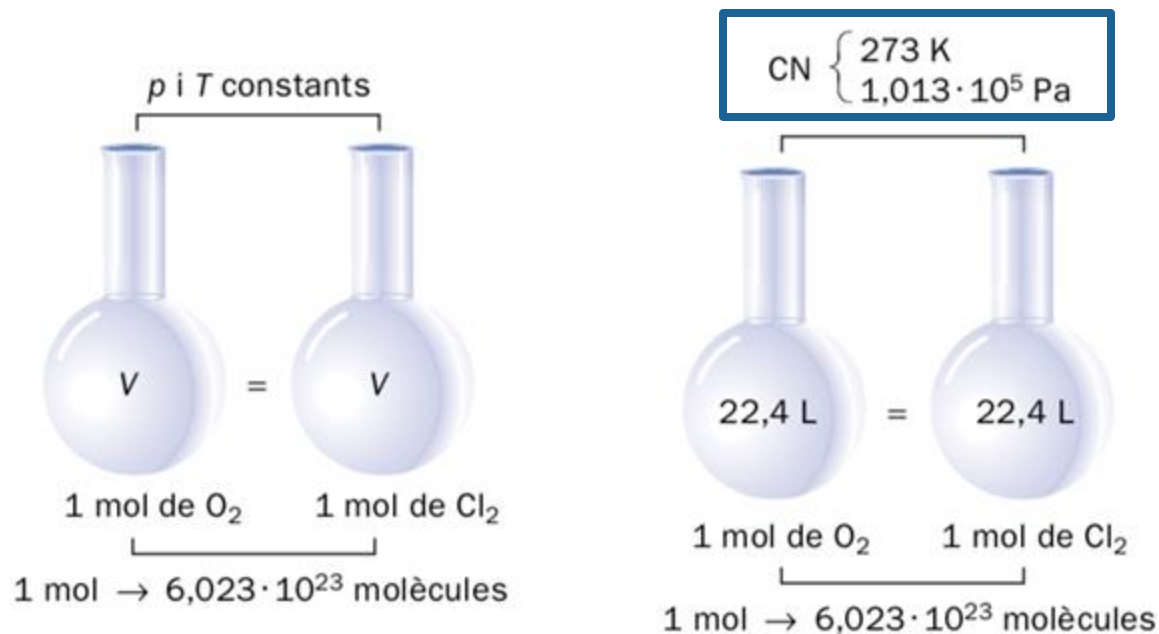
Un **procés isocor** és el que es produeix a volum constant. Un gas exerceix una pressió de 800 mmHg a una temperatura de 50°C. Quina temperatura ha d'assolir si volem que exerceixi una pressió d'1,5 atm, sense que es modifiqui el volum del recipient on és? **R: 187,28°C**

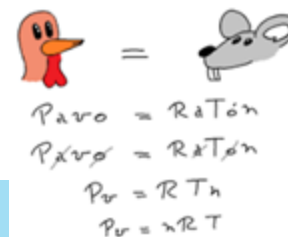
6. LLEIS DELS GASOS

D. LLEI D'AVOGADRO

Volums iguals de gasos diferents, en les mateixes condicions de pressió i temperatura, contenen el mateix nombre de partícules (molècules o àtoms), n .

$$V = k''' \cdot n$$





6. LLEIS DELS GASOS

E. EQUACIÓ D'ESTAT DELS GASOS IDEALS

Equació d'estat:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

en què R s'anomena constant dels gasos perfectes o ideals en condicions normals

$$R = 8,314 \text{ J / (mol} \cdot \text{K)} \quad \text{pressió (Pa) i volum (m}^3\text{)}$$

$$R = 0,082 \text{ (atm} \cdot \text{L) / (mol} \cdot \text{K)} \quad \text{pressió (atm) i volum (L)}$$

• Avogadro:	$V = k''' n$ (a p i T constants)	$V = k''' n$	} $V = k''' n \frac{T}{p} \rightarrow V = n R \frac{T}{p}$
• Boyle-Mariotte:	$p V = k$ (a T i n constants)	$V = k \frac{1}{p}$	
• Charles:	$V = k' T$ (a p i n constants)	$V = k' T$	

Si el nombre de mols n és constant, com que R també ho és, es compleix la **lei d'estat**

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

EXEMPLE

EQUACIÓ D'ESTAT DELS GASOS IDEALS

Quina pressió exerciran 212,7 g de clor si estan a 250°C i ocupen un volum de 60 L

R: 2,14 atm

6. LLEIS DELS GASOS

APLICACIONS DIRECTES DE L'EQUACIÓ D'ESTAT

Densitat d'un gas

$$n = \frac{m \text{ (grams de gas)}}{M \text{ (grams/mol de gas)}} \text{ en què } M \text{ és la massa molar}$$

$$p V = n R T \rightarrow p V = \frac{m}{M} R T \rightarrow p = \frac{m}{V} \frac{R T}{M}$$

$$p = d \frac{R T}{M} \rightarrow d = \frac{p M}{R T}$$

g / L

kg / m³

Massa molar d'un gas

$$p V = n R T \rightarrow p V = \frac{m}{M} R T \rightarrow M = \frac{m R T}{p V}$$

g / mol

Si feu servir la densitat en kg/m³ →
serà kg/mol !

M

EXEMPLE

DENSITAT I MASSA MOLAR

Determina la densitat d'un gas a 700 mmHg i a 80°C si, en condicions normals, la seva densitat és d'1,97 g/L. Quina és la massa molar del gas? **R: 44,1 g/mol i 1,40 g/L**

6. LLEIS DELS GASOS

E. LLEI DE DALTON DE LES PRESSIONS PARCIALS

La pressió total és la suma de les pressions parcials dels components individuals de la mescla gasosa.

$$p_T = \sum p_i = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

$$p_T \cdot V = \underline{n_T} \cdot R \cdot T = \underline{(n_1 + n_2 + n_3)} \cdot R \cdot T = \underbrace{n_1 \cdot R \cdot T}_{p_1 \cdot V} + \underbrace{n_2 \cdot R \cdot T}_{p_2 \cdot V} + \underbrace{n_3 \cdot R \cdot T}_{p_3 \cdot V}$$

$n_1 \cdot R \cdot T = p_1 \cdot V$

La pressió parcial de cada component de la mescla és una **fracció** de la pressió total, la qual depèn del nombre de partícules de cada component.

$$p_1 \cdot V = n_1 \cdot R \cdot T;$$

$$p_T \cdot V = n_T \cdot R \cdot T$$

$$\frac{p_1}{p_T} = \frac{n_1}{n_T} = \chi_1$$

Quantitat de substància del gas i

Fracció molar (tant per u de mols d'un gas respecte els totals de la mescla)

Estructura de la matèria total de la mescla

$\sum \chi_i = 1$ Suma de totes les fraccions molars

Pressió parcial d'un gas

$$p_i = p_t \cdot \chi_i$$

EXEMPLE

PRESSIONS PARCIALES

En un recipient hi ha una mescla de gasos formada per 5 g d'heli, 5 g de nitrogen i 5 g de diòxid de carboni. Si la pressió dins el recipient és d'1,2 atm, quina pressió exerceix cada component? **R: 0,97 atm He, 0,14 atm N₂ i 0,09 atm CO₂**

6. LLEIS DELS GASOS

F. MESCLA DE GASOS: PERCENTATGE EN VOLUM, NOMBRE DE MOLS I PRESSIÓ PARCIAL

Segons la llei d'Avogadro, hi ha proporcionalitat directa entre la quantitat de substància de cada gas i el volum dels gasos i .

$$p \cdot V_1 = n_1 \cdot R \cdot T \qquad p \cdot V_T = n_T \cdot R \cdot T$$

$$\frac{V_1}{V_T} = \frac{n_1}{n_T} = \chi_1$$

Fracció molar (tant per u de mols d'un gas respecte els totals de la mescla)

Hi ha proporcionalitat directa també entre la pressió parcial de cada gas i la quantitat de substància.

Podem calcular el % en volum dels components d'una mescla relacionant-ho amb el nombre de mols de cada gas i el nombre de mols totals multiplicant per 100.

$$\frac{P_1}{P_T} = \frac{n_1}{n_T} = \chi_1$$

$$p_i = p_t \frac{\% \text{ en volum}}{100}$$

EXEMPLE

PERCENTATGES DE MASSA I VOLUM

En un recipient hi ha una mescla de gasos formada per 5 g d'heli, 5 g de nitrogen i 5 g de diòxid de carboni. Determina la composició de la mescla expressada en % en massa i % en volum?