

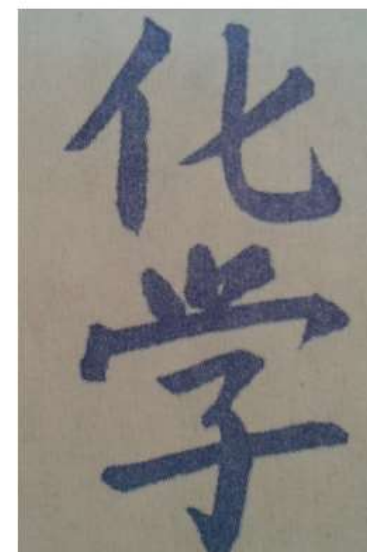
Tema 1. Definición y Objetivos de la Química. La materia y sus propiedades.

- Clasificación de la materia en función de su composición.
- Conceptos fundamentales: átomos, moléculas, iones, número atómico, número másico e isótopos.
- Conceptos de mol, masa atómica y masa molecular.
- Fórmulas químicas.

1. DEFINICIÓN DE “QUÍMICA”

La Química

- La Química es el estudio de la Materia y los cambios que ocurren en ella (Raymond Chang)
- La Química es la ciencia que trata de la composición y propiedades de la materia (R. Petrucci)



Huàxué

¿Qué es la Química?

Salud y medicina

Terapia génica
Desarrollo de fármacos (cáncer, HIV, COVID-19 ...)
Mejora de la calidad de vida

Energía y MA

Sustitución de combustibles fósiles:

- Energía solar
- Energía nuclear
- Reducción de CO₂

Materiales y Tecnología

Superconductores
Chip de Silicio (Si)
“computación molecular”

Alimentos y agricultura

Diseño de fertilizantes
Diseño de alimentos funcionales

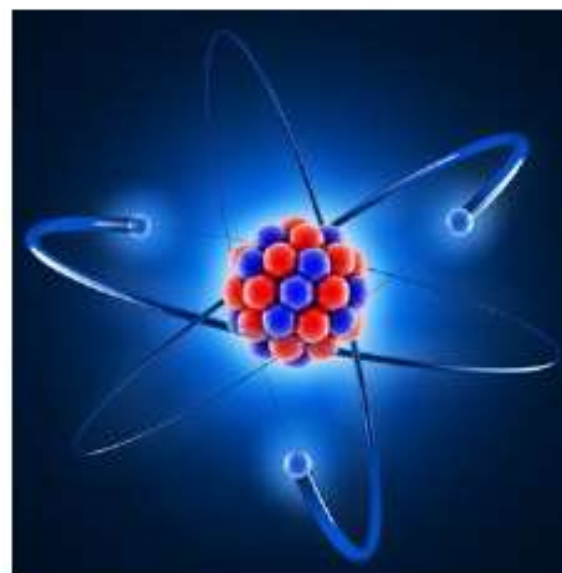
Etc...

La Materia

- **RAE: *Del Lat. Materia*** 1. f. Realidad espacial, y perceptible por los sentidos, de la que están hechas las cosas que nos rodean y que, con la energía, constituye el mundo físico.

Básicamente cualquier cosa que tenga masa y ocupe espacio.

- **Sustancia:** cantidad de materia homogénea cuya composición es fija y químicamente definida.



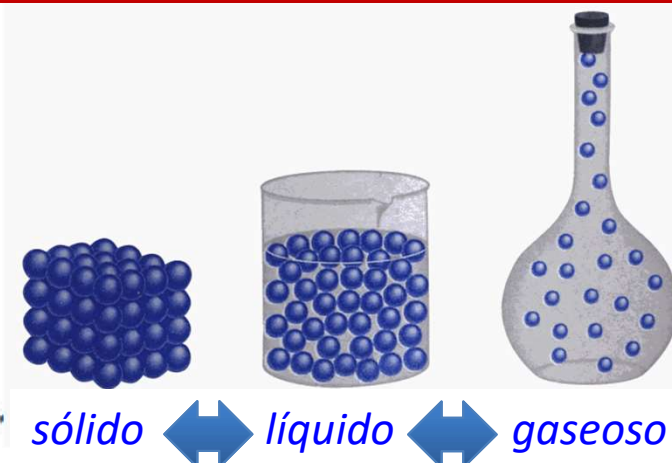
La Química

- La Química es el estudio de la Materia y los cambios que ocurren en ella (Raymond Chang)
- La Química es la ciencia que trata de la composición y propiedades de la materia (R. Petrucci)



Estados de la Materia

- Un **sólido** es una forma rígida de la materia.
- Un **líquido** es una forma fluida de la materia que tiene la capacidad de adoptar la forma de la parte del recipiente que ocupa.
- Un **gas** es una forma fluida de la materia que llena completamente cualquier recipiente que lo contenga.
- Un **plasma** es un estado fluido similar al estado gaseoso pero en el que determinada proporción de sus partículas están cargadas eléctricamente. Es el estado más frecuente en el Universo.



$$PV = nRT$$



La Química: Una Ciencia a dos niveles

La Química

- La Química es el estudio de la Materia y los cambios que ocurren en ella (Raymond Chang)
- La Química es la ciencia que trata de la composición y propiedades de la materia (R. Petrucci)

- **El Nivel Macroscópico:** Las propiedades observables de la materia



Lo que percibimos

- **El Nivel Microscópico:** La estructura atómica de la materia



**Organización atómica
y molecular**



Entonces, ¿cómo está formada la Materia?

Por tanto,

- La **materia** está formada por **átomos**, iguales o diferentes en cualesquiera proporciones.
- Las **sustancias** están formadas por **átomos**, iguales o diferentes, en una proporción definida.
- Los **elementos** son sustancias que sólo tienen un tipo de átomos. Por ahora, conocemos **118 elementos**, muchos de ellos no naturales.
- Los **compuestos químicos** están formados por entidades iguales de agrupaciones de átomos diferentes (moléculas discretas o redes atómicas).



Los 118 elementos

Periodic Table of the Elements

Cada elemento se representa por un símbolo, y se ordenan por orden creciente de su número atómico agrupados según su configuración electrónica (grupos).

Periodic Table of the Elements

Cada elemento se representa por un símbolo, y se ordenan por orden creciente de su número atómico agrupados según su configuración electrónica (grupos).

1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003									
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012																	5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180			
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305																	13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.06	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948			
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.887	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.796									
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.905	54 Xe Xenon 131.29									
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.227	78 Pt Platinum 195.083	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.384	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]									
87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226]	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [271]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihonium [284]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [288]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]	118 Og Oganesson [294]									
57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium [145]	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.054	71 Lu Lutetium 174.967												
89 Ac Actinium [227]	90 Th Thorium [232]	91 Pa Protactinium [231]	92 U Uranium [238]	93 Np Neptunium [237]	94 Pu Plutonium [244]	95 Am Americium [243]	96 Cm Curium [247]	97 Bk Berkelium [247]	98 Cf Californium [251]	99 Es Einsteinium [252]	100 Fm Fermium [257]	101 Md Mendelevium [258]	102 No Nobelium [259]	103 Lr Lawrencium [262]												
Alkaline Metal		Alkaline Earth		Transition Metal		Base Metal		Semimetal		Nonmetal		Halogen		Noble Gas		Lanthanide		Actinide								

Alkali Metal	Alkaline Earth	Transition Metal	Base Metal	Metalloid	Nonmetal	Halogene	Noble Gas	Lanthanide	Actinide
--------------	----------------	------------------	------------	-----------	----------	----------	-----------	------------	----------



Y las Propiedades, ¿de qué dependen?

De la naturaleza de los átomos

La Química

- La Química es el estudio de la Materia y los cambios que ocurren en ella (Raymond Chang)
- La Química es la ciencia que trata de la composición y propiedades de la materia (R. Petrucci)



Sodio (Na)



Cloro (Cl_2)

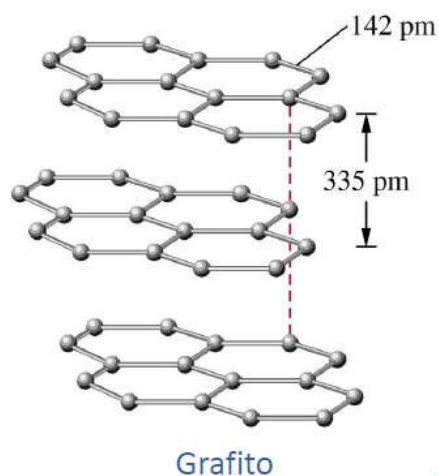


Y las Propiedades, ¿de qué dependen?

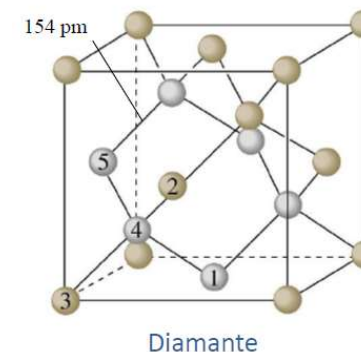
La Química

- La Química es el estudio de la Materia y los cambios que ocurren en ella (Raymond Chang)
- La Química es la ciencia que trata de la composición y propiedades de la materia (R. Petrucci)

¿Sólo de la naturaleza de los átomos?



Carbono puro



Y las Propiedades, ¿de qué dependen?

¡¡¡También de cómo se unen y combinan!!!



ENLACE QUÍMICO

¡Para entender la química, es necesario conocer la estructura atómica!



Conclusión:

¿Cómo está formada la Materia?

La Química

- La Química es el estudio de la Materia y los cambios que ocurren en ella (Raymond Chang)
- La Química es la ciencia que trata de la composición y propiedades de la materia (R. Petrucci)

- Por átomos, que se unen para formar elementos, que se combinan para formar moléculas, que interaccionan formando sustancias, que se mezclan para formar mezclas complejas.....

¿Por qué se unen los átomos unos a otros?

Gilbert N. Lewis (1916): Los átomos se combinan para alcanzar una configuración electrónica más estable.

MÁXIMA ESTABILIDAD



Configuración electrónica de gas noble sin electrones desapareados

2. CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA EN FUNCIÓN DE SU COMPOSICIÓN



La Química

- La Química es el estudio de la Materia y los cambios que ocurren en ella (Raymond Chang)
- La Química es la ciencia que trata de la composición y propiedades de la materia (R. Petrucci)



3. Conceptos fundamentales: átomos, moléculas, iones, número atómico, número másico e isótopos.

Experiencias finales del siglo XIX y principios del XX

- La **MATERIA** está formada fundamentalmente por **ÁTOMOS**
- El **ÁTOMO** que es *la unidad básica de un elemento que puede intervenir en una combinación química*.

Su estructura interna está formada por partícula subatómicas:

- Protones (cargados positivamente)
 - Neutrones
- } **Núcleo**
- Electrones (cargados negativamente) → que se mueven por la corteza.

En conjunto, el átomo es eléctricamente neutro.

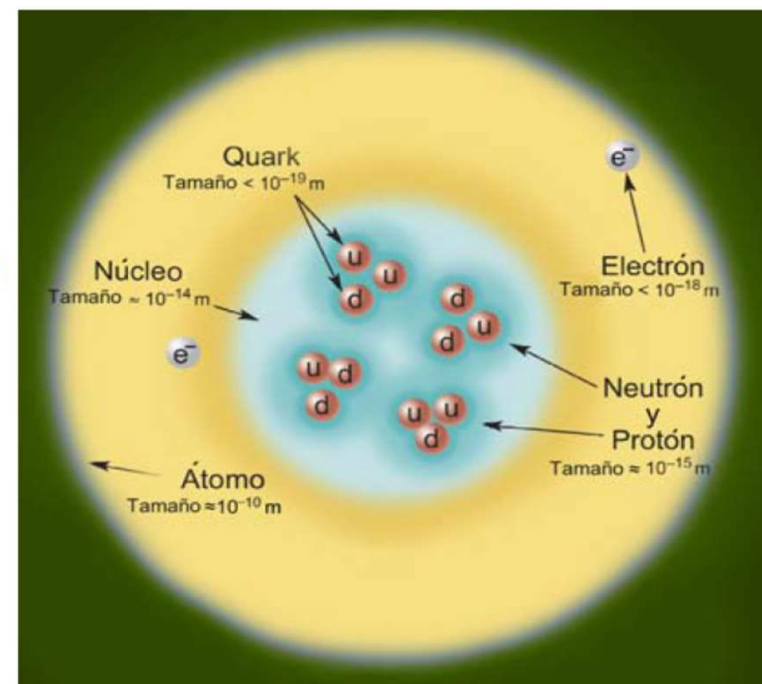


Imagen adaptada de *The Particles Adventure: Fundamental Particles and Interactions*, 2006; Particle Data Group del Lawrence Berkeley National Laboratory (EEUU) <http://www.cpepweb.org/particles.html> (imagen no representada a escala: si el átomo tuviese un diámetro de aprox. 6 cm, como el la figura, el núcleo debería ser menor de 0.01 mm y los quarks y los electrones más pequeños de 0.000001 mm).

Átomos:

Unidades estructurales básicas constituyentes de toda la materia.

Núcleo atómico:

Región del átomo, con carga positiva, formada por protones y neutrones.

Protones:

Constituyentes del núcleo atómico, con carga positiva (+1), formados por quarks.

Neutrones:

Constituyentes del núcleo atómico, con carga neutra, formados por quarks

Electrones:

Partículas fundamentales subatómicas, con carga negativa (-1).

Quarks:

Partículas fundamentales subatómicas. Podemos encontrar 6 tipos de quarks. Combinaciones de dos de ellos (quarks **up** y quarks **down**) son los que forman los protones y los neutrones.

3. Conceptos fundamentales: átomos, moléculas, iones, número atómico, número másico e isótopos.

Propiedades de las partículas subatómicas

<u>Partícula</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Carga</u>	<u>Masa, g</u>
Electrón	e-	-1	$9,109.10^{-28}$
Protón	p	+1	$1,673.10^{-24}$
Neutrón	n	0	$1,675.10^{-24}$

Diferentes modelos (modelo de Thompson, Rutherford,...)

Unidad de carga:

La carga que posee un electrón, que es igual y de signo contrario a la de un protón.

3. Conceptos fundamentales: átomos, moléculas, iones, número atómico, número másico e isótopos.

ELEMENTO: Una sustancia que está constituida por un único tipo de átomos.

MOLÉCULA: Una molécula es un conjunto de, por lo menos, dos átomos en un entorno definido que se mantienen unidos por medio de fuerzas químicas (ENLACES QUÍMICOS).

Ej Molécula diatómica → contiene sólo dos átomos. Las moléculas diatómicas pueden contener dos átomos iguales H_2 o diferentes CO.

Ej Moléculas poliatómicas → NH_3 H_2O o P_4 .

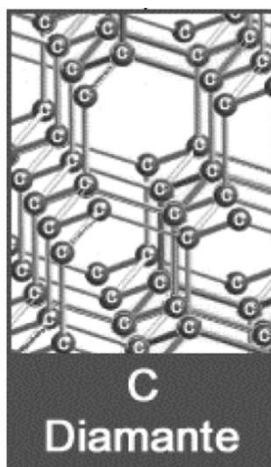


Figura 2. Una de las formas alotrópicas del carbono.

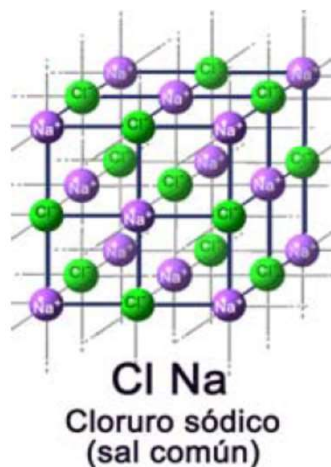


Figura 3.

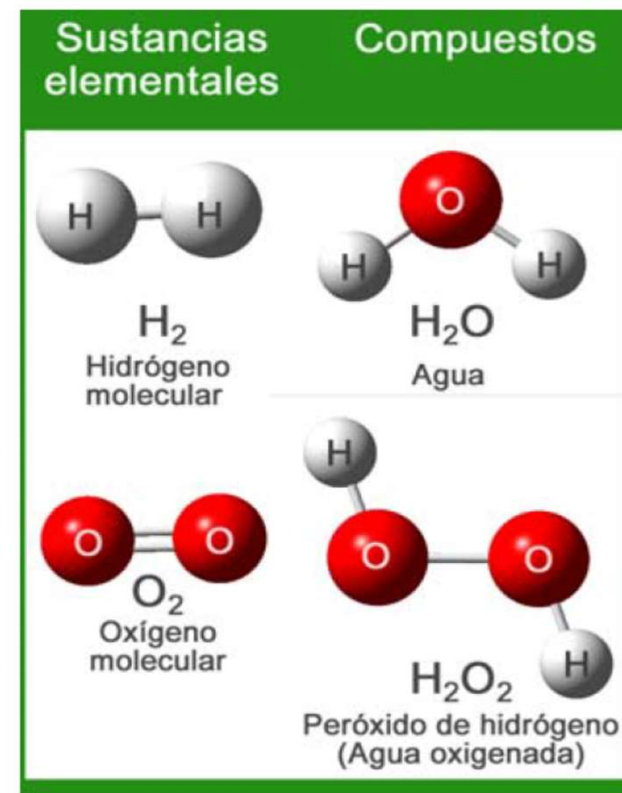


Figura 1. Sustancias elementales: hidrógeno y oxígeno molecular y dos compuestos formados por esos dos elementos: agua y agua oxigenada

Sustancias:

Porción de materia homogénea y con una composición química definida.

Elementos químicos:

Sustancias formadas por un único tipo de átomos. Luego, es una sustancia simple, es decir, que no se puede descomponer en sustancias más sencillas mediante procedimientos químicos.

Compuestos:

Sustancia en cuya composición intervienen más de un tipo de átomos. Mediante procedimientos químicos podremos descomponerlos en los distintos elementos que la constituyen.

Enlace químico:

Unión entre diferentes átomos debido a las fuerzas generadas por el intercambio o compartición de electrones externos de los átomos que se unen.

3. Conceptos fundamentales: átomos, moléculas, iones, número atómico, número másico e isótopos.

IONES: Un ión es un átomo o un grupo de átomos que tiene una carga neta positiva o negativa.

El n° de protones (cargados positivamente) del núcleo permanecen igual durante los cambios químicos comunes (REACCIONES), pero se pueden perder o ganar electrones (con carga negativa).

La pérdida de uno o más electrones a partir de un átomo neutro forma un **cación**, un ión con carga neta positiva.

Ej: Na^+ ($Z=11$)

Átomo de Na

11 protones

11 electrones

Átomo de Na^+

11 protones

10 electrones

La ganancia de uno o más electrones a partir de un átomo neutro forma un **anión**, un ión con carga neta negativa.

Ej: Cl^- ($Z=17$)

Átomo de Cl

17 protones

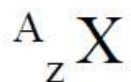
17 electrones

Átomo de Cl^-

17 protones

18 electrones

3. Conceptos fundamentales: átomos, moléculas, iones, **número atómico**, **número másico** e isótopos.



A = n° másico
Z = n° atómico
X elemento

El **número atómico Z** es el número de protones en el núcleo de cada átomo de un elemento = al número de electrones si el átomo es neutro.

El **número másico A** es el número total de protones y neutrones presentes en el núcleo de un átomo de un elemento.

Número másico A = número protones + número neutrones =
= número atómico + número de neutrones.

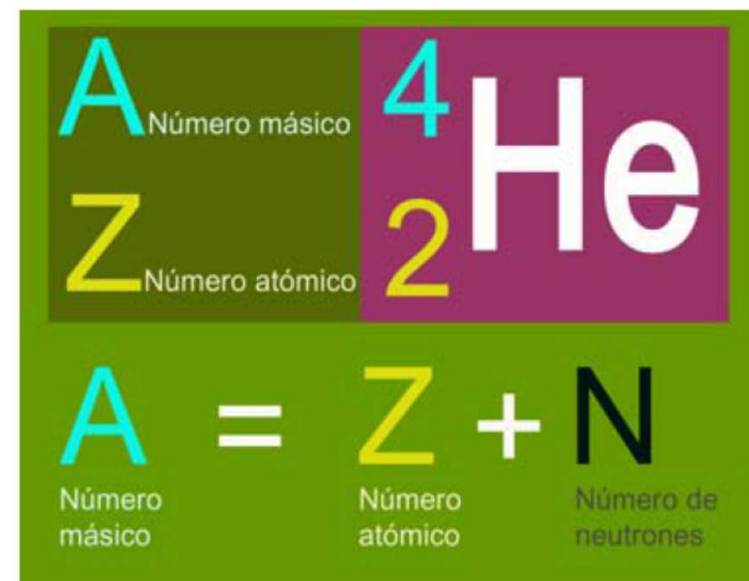


Figura 2. Esquema de la representación que caracteriza a un átomo (ejemplo: átomo de helio). (En muchas ocasiones se suprime de la representación el número atómico, ya que éste ya está implícito en el símbolo del elemento).

3. Conceptos fundamentales: átomos, moléculas, iones, número atómico, número másico e isótopos.

- Se le llaman **isótopos** a átomos de un mismo elemento que tienen igual número de protones en el núcleo pero distinto número de neutrones.

Por ejemplo:

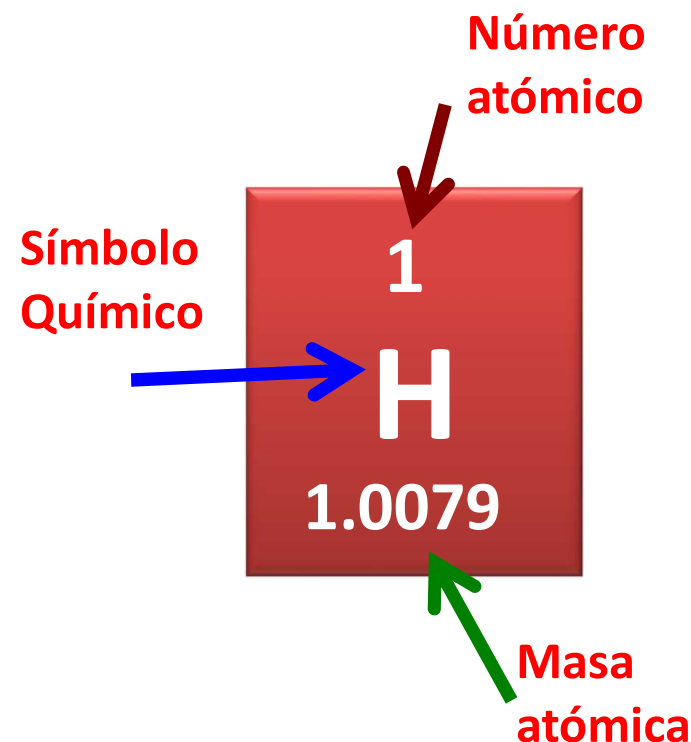
Hidrógeno H: 1 protón, 0 neutrones

Deuterio ^2H : 1 protón, 1 neutrón

Tritio ^3H : 1 protón, 2 neutrones

- Como en el universo existen los tres tipos de hidrógeno se calcula la **masa atómica promedio (ponderada)**:

$$\text{MA} = (\text{masa isótopo \#1})(\% \text{ abundancia en el universo}/100) + (\text{masa isótopo \#2})(\% \text{ abundancia en el universo}/100) + (\text{masa isótopo \#3})(\% \text{ abundancia en el universo}/100) + \dots$$



¡¡¡Este es el valor que aparece en la tabla periódica!!!

Masa atómica promedio de litio es:

Abundancia natural de Li es:

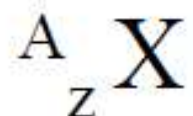
7.42% ^6Li (6.015 uma)

92.58% ^7Li (7.016 uma)

$$\frac{7.42 \times 6.015 + 92.58 \times 7.016}{100} = 6.941 \text{ uma}$$

4. Conceptos de mol, masa atómica y masa molecular

MASA ATÓMICA: La masa atómica o peso atómico es la masa de un átomo, en unidades de masa atómica (uma). Una **unidad de masa atómica** se define como una masa exactamente igual a un doceavo de la masa de un átomo de carbono – 12.



Ej masa atómica del azufre S = 32,0 uma → Número másico A

MASA MOLECULAR: La masa molecular es la suma de las masas atómicas de los átomos que lo componen.

Ej

$$\text{H}_2\text{O} = 2 \cdot \text{MA}(\text{H}) + \text{MA}(\text{O}) = 2 \cdot 1,008 + 16 = 18,02 \text{ uma}$$

4. Conceptos de mol, masa atómica y masa molecular

Mol y N° de Avogadro

MOL: Es la cantidad de una sustancia que contiene tantas entidades elementales (átomos, moléculas u otras partículas) como átomos hay exactamente en 12 g del isótopo carbono-12.

Este número real en 12g de carbono-12 se determina experimentalmente y es el **número de Avogadro, N_A** .

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}.$$

Ej.: Un mol de átomos de Na (cualquier elemento) tiene $6,022 \cdot 10^{23}$ átomos

O dicho de otra manera, 1 mol es equivalente a $6,0223 \times 10^{23}$ moléculas de la misma sustancia.

 1 átomo de Helio

 1 docena
de átomos de Helio

 1 mol ($6'022 \times 10^{23}$)
de átomos de Helio

Mundo **Micro**
átomos y moléculas
(uma)



Mundo **Macro**
(gramos)

Relación entre uma y gramos:

$$\frac{12\text{g átomos } ^{12}\text{C}}{6.022 \times 10^{23} \text{ átomos } ^{12}\text{C}} = 1.993 \times 10^{-23} \text{ g /át de } ^{12}\text{C}$$

Definición de mol

$$1 \text{ átomo } ^{12}\text{C} = 12.00 \text{ uma}$$

$$\frac{\text{uma}}{\text{gramo}} = \frac{12.00 \text{ uma}}{1 \text{ átomo } ^{12}\text{C}} \times \frac{1 \text{ átomos } ^{12}\text{C}}{1.993 \times 10^{-23} \text{ g}} = 6.022 \times 10^{23} \frac{\text{uma}}{\text{gramo}}$$

Definición de masa
atómica (uma)

El N° de Avogadro se puede utilizar para
convertir unidades de masa atómica a
masa en gramos y viceversa

Molécula-gramo o mol de moléculas:

Cantidad de moléculas que hay en una cantidad de gramos igual en número a la masa molecular de esa sustancia.

dicho de otra forma:

Una molécula-gramo o mol de moléculas contiene $6,022 \times 10^{23}$ moléculas y pesan un número de gramos igual a la masa molecular de esa sustancia.

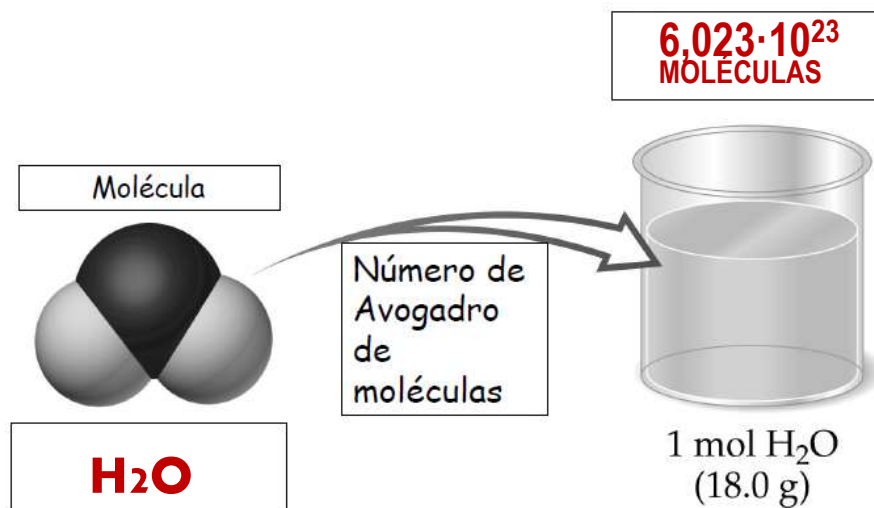
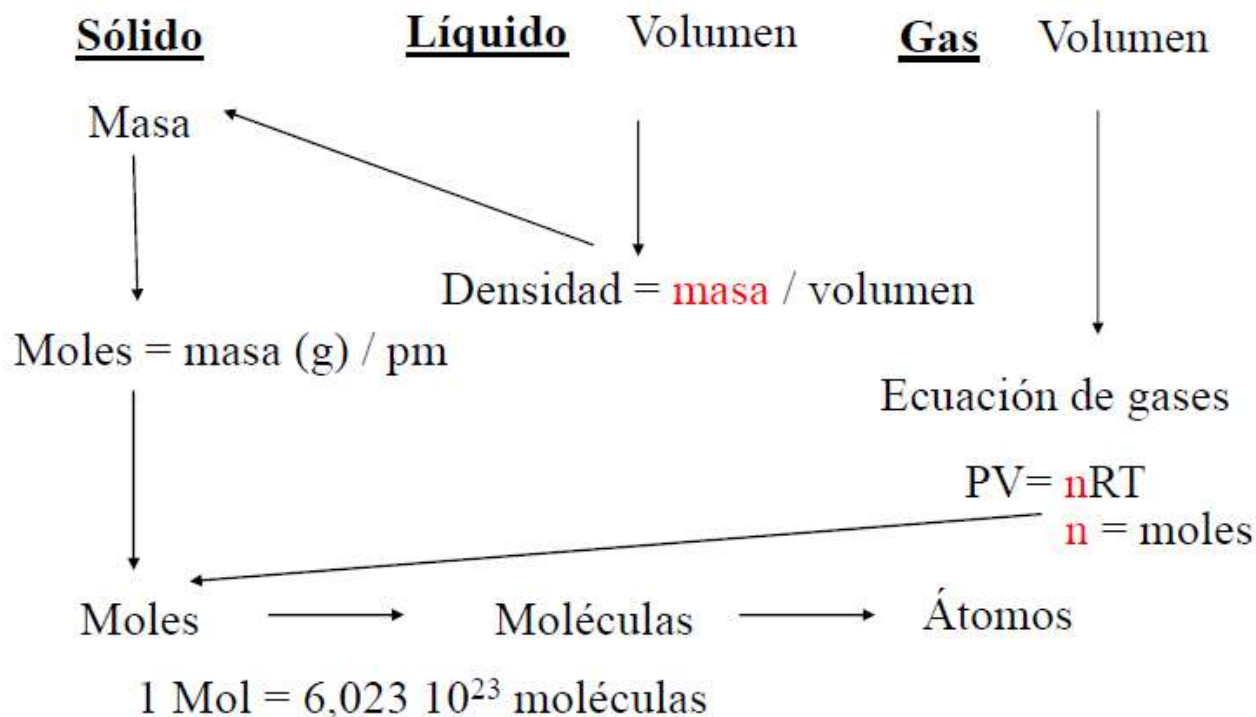
Número de Avogadro (N_A)

$$= 6,022 \times 10^{23}$$

Masa absoluta de una molécula

$$\text{masa de 1 molécula (gr)} = \frac{pM}{N_A}$$

Mol y N° de Avogadro Cálculos



Masa y Volumen molar

MASA MOLAR: Es la masa por mol de átomos de un elemento. La masa molar de 1 mol de átomos de sodio se expresa como 23g/mol

VOLUMEN MOLAR: *Un mol* de cualquier sustancia en **estado gaseoso** ocupa el mismo volumen en idénticas condiciones. Y si las condiciones son las condiciones normales, *el volumen ocupado es de 22,4 litros.*

Condiciones normales: 0° C (273 K) y 1 atmósfera.

5. Fórmulas químicas

Se utilizan las fórmulas químicas para expresar la composición de las moléculas y de los compuesto iónicos, por medio de los símbolos químicos.

Pueden ser de dos tipos:

Fórmula empírica: indica qué elementos están presentes y la relación mínima, en número enteros, entre sus átomos, pero no indica necesariamente el n° real de átomos en cada molécula. **Ej.** $(\text{CH}_3)_x$

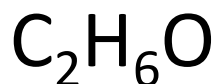
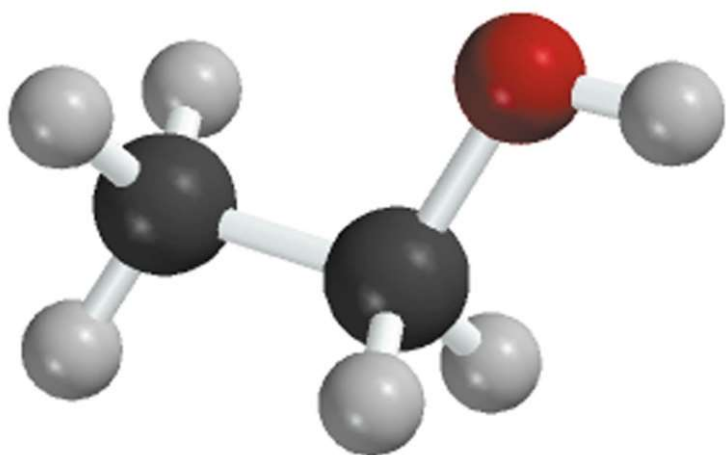
Fórmula molecular: indica la cantidad exacta de átomos de cada elemento que está presente en la unidad más pequeña de una sustancia. (Se requiere la fórmula empírica y la masa molecular). **Ej.** C_2H_6

Fórmulas químicas

Composición porcentual de un elemento en un compuesto =

$$\frac{n \times \text{masa molar del elemento}}{\text{masa molar del compuesto}} \times 100\%$$

n es el número de moles del elemento en 1 mol del compuesto



$$\%C = \frac{2 \times (12.01 \text{ g})}{46.07 \text{ g}} \times 100\% = 52.14\%$$

$$\%H = \frac{6 \times (1.008 \text{ g})}{46.07 \text{ g}} \times 100\% = 13.13\%$$

$$\%O = \frac{1 \times (16.00 \text{ g})}{46.07 \text{ g}} \times 100\% = 34.73\%$$

$$52.14\% + 13.13\% + 34.73\% = 100.0\%$$

Determinación de la fórmula de un compuesto a partir de la Composición porcentual

Si tenemos la composición centesimal o los gramos de cada uno de los compuestos de una fórmula **podemos hallar matemáticamente la fórmula empírica** de una especie.

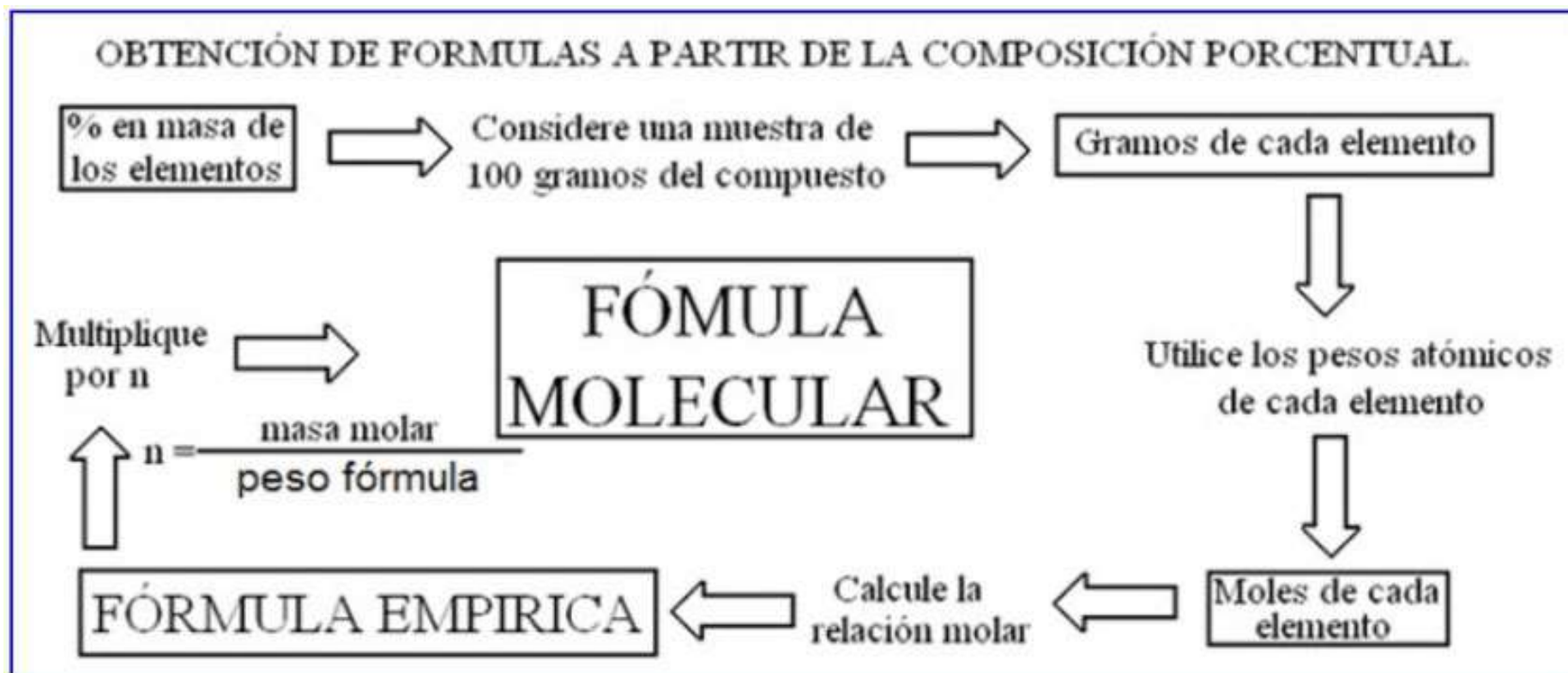
La fórmula empírica es la mínima relación entre los átomos de un compuesto químico.

Pasos para hallar la fórmula empírica:

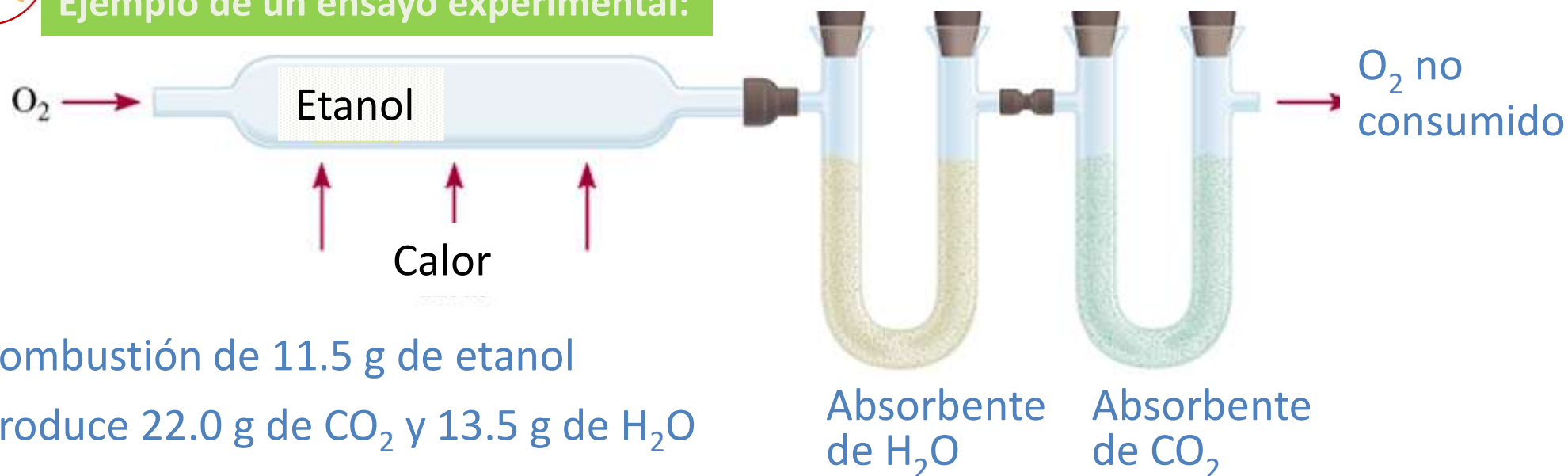
1. Se dividen los porcentajes o cantidades entre el peso atómico.
2. De los valores obtenidos anteriormente se busca el más pequeño.
3. Se dividen los valores obtenidos en el paso 1 entre el más pequeño.
4. Los coeficientes obtenidos en el paso 3 son los que corresponden a cada elemento de la fórmula.
5. Si estos números no dan enteros hay que multiplicarlos x2 o por 3 a todos hasta que den enteros ya que la relación de la fórmula es de números enteros

Pasos para la fórmula molecular:

1. Una vez hallada la fórmula empírica se procede a dividir el peso molecular entre el peso de la fórmula empírica. Eso da un número entero que se denomina factor de ampliación.
2. El factor de ampliación se multiplica x todos los subíndices de la fórmula empírica y da la fórmula molecular



Ejemplo de un ensayo experimental:



Combustión de 11.5 g de etanol

Produce 22.0 g de CO_2 y 13.5 g de H_2O

g CO_2 \longrightarrow mol CO_2 \longrightarrow mol C \longrightarrow g C $\quad 6.0 \text{ g C} = 0.5 \text{ mol C}$

g H_2O \longrightarrow mol H_2O \longrightarrow mol H \longrightarrow g H $\quad 1.5 \text{ g H} = 1.5 \text{ mol H}$

g de O = g de muestra – (g de C + g de H) $\quad 4.0 \text{ g O} = 0.25 \text{ mol O}$

Fórmula empírica $\text{C}_{0.5}\text{H}_{1.5}\text{O}_{0.25}$

Divida por el subíndice más pequeño (0.25)

Fórmula empírica $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$