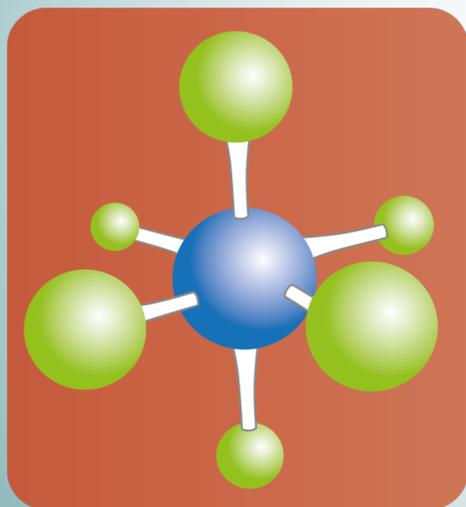


# Química

BLOQUE I: ESTRUCTURA DE LA MATERIA. ENLACE QUÍMICO

TEMA 1: UNIDADES ESTRUCTURALES DE LA MATERIA. SUSTANCIAS ELEMENTALES Y COMPUESTAS



**Ana Carmen Perdigón Aller**  
**Marina González Barriuso**  
**Miguel García Iglesias**

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E INGENIERÍA  
DE PROCESOS Y RECURSOS

Este material se publica bajo la siguiente licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



## TEMA 1. UNIDADES ESTRUCTURALES DE LA MATERIA. SUSTANCIAS ELEMENTALES Y COMPUESTAS.

1. Sistemas materiales. ¿A qué llamamos materia?. Composición de las sustancias y sus propiedades.
2. El átomo como unidad fundamental de la materia. Los electrones y otros descubrimientos de la física atómica.
3. Número atómico, número másico e isótopos.
4. Introducción a la tabla periódica.
5. El concepto de mol y el número de Avogadro.
6. Tipos de compuestos químicos y sus fórmulas.
7. El concepto de mol y los compuestos químicos.
8. Las reacciones químicas.

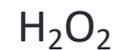
## 1. Sistemas Materiales

---

▶ Química: estudio de la materia, de su **composición** y sus **propiedades** (**propiedades químicas**).

**Materia:** todo lo que ocupa un espacio y tiene masa. Una sustancia es cualquier variedad de materia.

**Composición y proporción relativa de los átomos:** dos sustancias formadas por el mismo tipo de átomos.



Cálculo de la composición en masa? Datos: P.a. H =1; P.a. = 16

Necesaria para la vida

Incompatible con la vida por su poder oxidante.

## 1. Sistemas Materiales

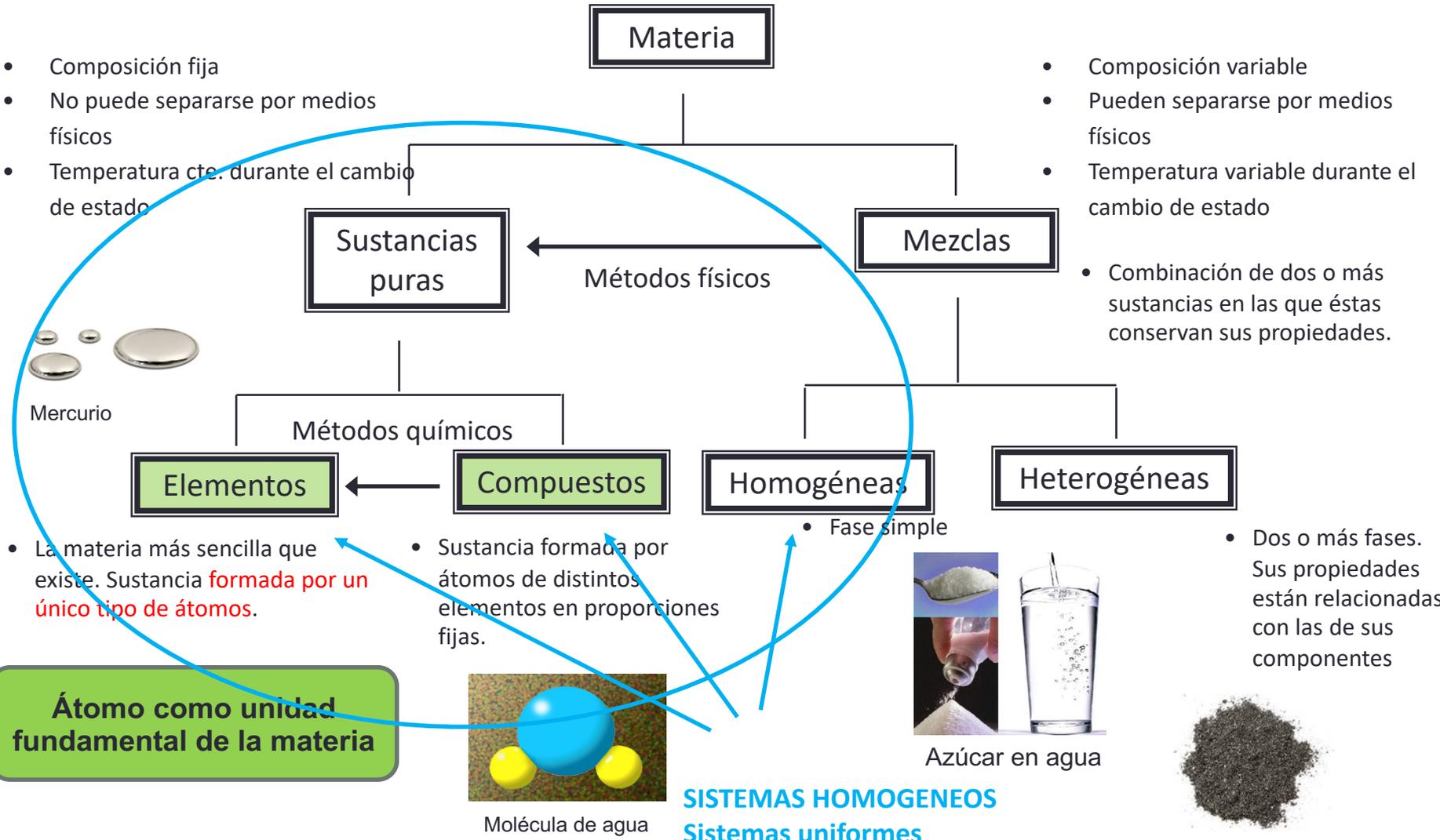


### Propiedades de la materia

- **Propiedades físicas:** una propiedad física se puede medir y observar sin que se modifique la composición o identidad de la sustancia. Ej: color, punto de fusión, punto de ebullición.
- **Propiedades químicas:** para observar una propiedad química **implica un cambio en la composición o naturaleza de la sustancia**. Ej: combustión, desnaturalización. **Reacción química.**

# 1. Sistemas Materiales

Clasificación de la materia. Según su composición y propiedades.



## 1. Sistemas Materiales

ELEMENTO	SÍMBOLO	MASA ATÓMICA (g/mol)
Aluminio	Al	27,00
Antimonio	Sb	121,76
Argón	Ar	39,94
Arsénico	As	74,91
Azufre	S	32,06
Bario	Ba	137,36
Berilio	Be	9,02
Bismuto	Bi	209,00
Boro	B	10,32
Bromo	Br	79,92
Cadmio	Cd	112,41
Calcio	Ca	40,08
Carbono	C	12,01
Cesio	Cs	132,91
Cloro	Cl	35,46
Cromo	Cr	52,01
Cobalto	Co	58,96
Cobre	Cu	63,54
Estaño	Sn	118,70
Estroncio	Sr	87,63
Hierro	Fe	55,85
Flúor	F	19,00
Fósforo	P	30,98
Galio	Ga	69,72
Helio	He	4,00
Hidrógeno	H	1,01

ELEMENTO	SÍMBOLO	MASA ATÓMICA (g/mol)
Kriptón	Kr	83,70
Litio	Li	6,94
Magnesio	Mg	24,30
Manganeso	Mn	54,93
Mercurio	Hg	200,61
Neón	Ne	144,27
Niquel	Ni	58,69
Nitrógeno	N	14,02
Oro	Au	197,20
Oxígeno	O	16,00
Paladio	Pd	106,40
Plata	Ag	107,88
Platino	Pt	195,23
Selenio	Se	78,96
Silicio	Si	28,06
Sodio	Na	23,00
Telurio	Te	127,61
Titanio	Ti	47,90
Tungsteno	W	183,92
Uranio	U	238,07
Vanadio	V	50,95
Xenón	Xe	131,30
Yodo	I	126,92
Ytrio	Y	88,92
Zinc	Zn	85,38
Zirconio	Zr	91,22

- Hoy en día, existen **más de un centenar de elementos** químicos diferentes y **más de 20 millones de compuestos**, número que sigue creciendo.

## 1. Sistemas Materiales

---

### Métodos de separación de mezclas:

La forma de separar las sustancias que forman una **mezcla** utilizará algunas de las propiedades de las mismas, propiedades que sean diferentes entre las sustancias que la forman

- **Sólido de sólido:**
  - **Imantación** si uno de ellos es atraído por imanes.
  - Manual si el tamaño lo permite.
  - Criba si son de diferentes tamaños.
- **Sólido de líquido:**
  - Sedimentación seguido de decantación.
  - Sedimentación y centrifugación, seguido de decantación.
  - **Filtración.**
- **Líquido de líquido, no miscibles:**
  - Decantación normal.
  - Decantación, utilizando el embudo de decantación.

## 1. Sistemas Materiales

---

### Disoluciones:

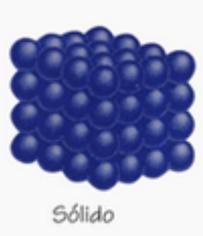
- \***Destilación**. Según sus diferentes puntos de ebullición .  
se considera “volátil” la de PE <en relación con las otras sustancias
- \*\***La evaporación** consiste en eliminar el disolvente líquido, quedándonos con el soluto.
- \*\***La cristalización** es el depósito del sólido disuelto en el líquido por alguno de los siguientes motivos:
  - \***Por enfriamiento**, habitualmente se disuelven mejor los sólidos en los líquidos al aumentar la temperatura. (cristalización).
  - \***Por evaporación**, al disminuir la cantidad de disolvente deberá tener menos sólido disuelto, ...a medida que se evapore el líquido se depositará en el fondo del recipiente (cristalización).
- \***Extracción**. Consiste en separar varios solutos disueltos en un disolvente. Se utiliza la diferencia de solubilidad (**aceite de la pulpa...**
- ¿¿¿¿**Cromatografía?**. Las sustancias a separar se distribuyen entre dos **fases** según la tendencia que tengan a estar más en una de las fases o en la otra.

*Una fase es la denominada móvil, **la que avanza**, y la otra es la fase fija. Los más solubles o que retiene mejor la fase fija retrasan su avance y, de esta forma, se separan de los que retiene mejor la fase móvil.*

## 1. Sistemas Materiales

*En ciertas condiciones de P y T las sustancias pueden existir en cualquiera de los tres estados de la materia.*

### Propiedades características de los gases, líquidos y sólidos

Estado de la materia	Volumen/forma	Densidad	Compresibilidad	Movimiento de moléculas	
Gas		Adopta el volumen y la forma de su contenedor	Baja	Muy compresible	Muy libre
Líquido	 Líquido	Tiene un volumen definido y adopta la forma del contenedor	Alta	Ligeramente compresible	Se desliza libremente
Sólido	 Sólido	Tiene un volumen y posiciones fijas	Alta	Incompresible	Vibración

## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

Demócrito, s. V a.C.: toda materia está formada por partículas pequeñas e indivisibles a las que llamó átomos.

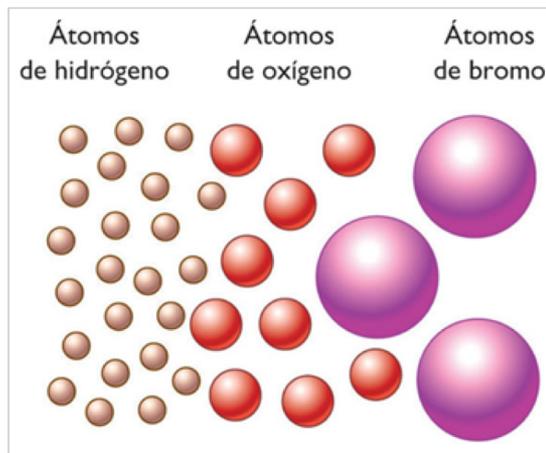
➔ Las ideas modernas sobre la naturaleza de la materia se sustentan en la **teoría atómica de Dalton** de principios del siglo XIX

ELEMENTS			
	Hydrogen	1	1
	Azote	5	14
	Carbon	5	12
	Oxygen	7	16
	Phosphorus	9	31
	Sulphur	13	32
	Magnesia	20	42
	Lime	24	56
	Soda	28	64
	Potash	42	101
	Strontian		88
	Barytes		138
	Iron		56
	Zinc		65
	Copper		64
	Lead		207
	Silver		197
	Gold		197
	Platina		197
	Mercury		200

Anotaciones de J. Dalton

### Hipótesis (1808):

1. Los elementos están formados por partículas extremadamente pequeñas llamadas átomos
2. Los átomos del mismo elemento son idénticos, tienen igual tamaño, masa y propiedades químicas. Los átomos de un elemento son diferentes a los átomos de todos los demás elementos



## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

ELEMENTS			
Hydrogen	1	Strontian	46
Azote	5	Barytes	68
Carbon	5	Iron	50
Oxygen	7	Zinc	56
Phosphorus	9	Copper	56
Sulphur	13	Lead	90
Magnesia	20	Silver	190
Lime	24	Gold	190
Soda	28	Platina	190
Potash	42	Mercury	167

Anotaciones de J. Dalton

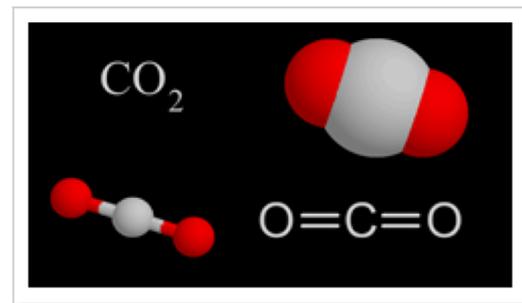
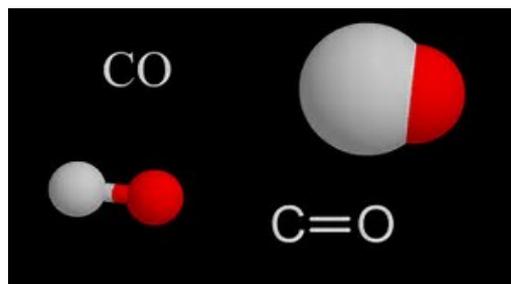
*Hipótesis (1808):*

**3. Los compuestos están formados por átomos de más de un elemento. Se necesita una relación específica entre átomos**

**La relación entre los átomos siempre es un número entero o una fracción sencilla.**

Extensión de la ley de las proporciones definidas, Proust (1799).

Confirmación de la ley de las proporciones múltiples



**4. Una reacción química solo implica la separación, combinación o reordenamiento de los átomos: nunca la creación o destrucción de los mismos.**

Ley de la conservación de la masa, Lavoisier (1785).

Con base en la teoría atómica de Dalton, un átomo se define como la unidad básica de un elemento que puede intervenir en una reacción química

## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

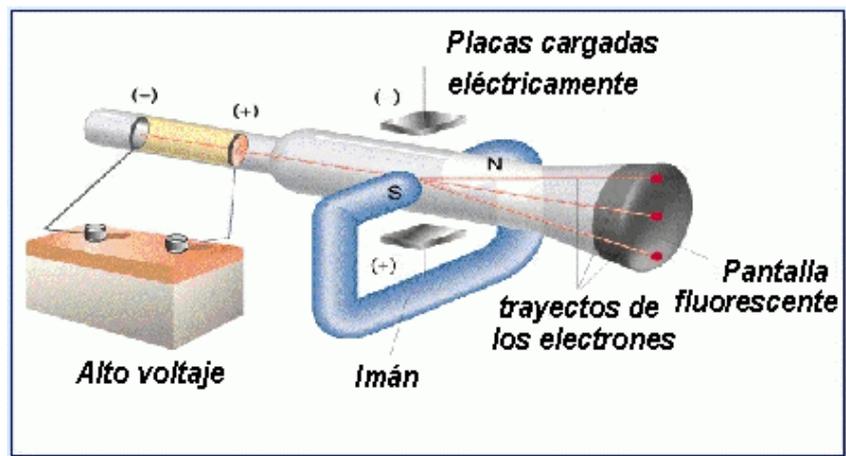
- La Química como ciencia experimental.

### 1. Descubrimiento del electrón por J. J. Thomson (década de 1890)

Finales del siglo XIX

Radiación: Emisión y transmisión de energía a través del espacio por medio de ondas.

Tubo de rayos catódicos (M. Faraday, 1791-1867)



Tubo de vacío usado por J.J. Thomson, Museo del laboratorio Cavendish, Cambridge, Reino Unido.

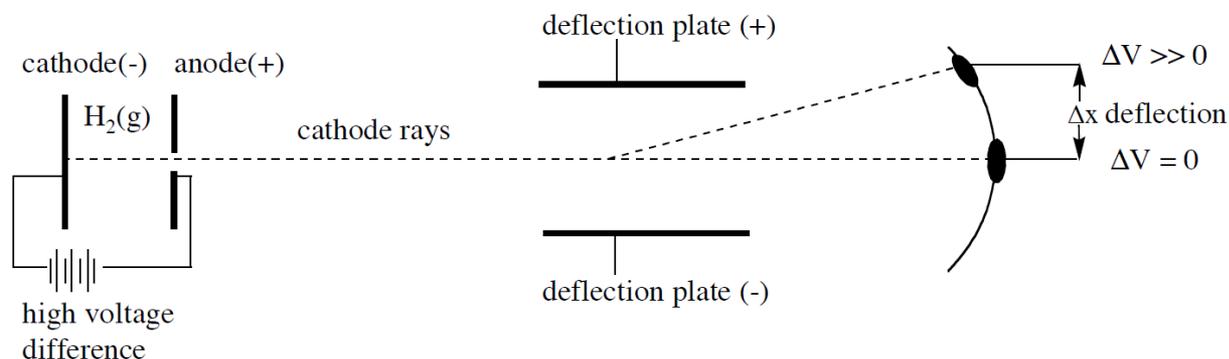
- Los rayos catódicos eran partículas *fundamentales* cargadas negativamente.
- Los rayos catódicos existen en cualquier átomo (sus propiedades eran independientes de la composición del cátodo).
- Relación entre  $q/m$  del electrón  $-1,76 \times 10^8 \text{ C/g}$

## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

- La Química como ciencia experimental.

### 1. Descubrimiento del electrón por J. J. Thomson (década de 1890)

The Experiment:



$$\Delta x_{(-)} \propto \frac{e_{(-)}}{m_{(-)}}$$

Cuando  $\Delta V \gg$  aparece una segunda partícula proveniente del cátodo que se desvía ligeramente hacia la placa (-)

$$\Delta x_{(+)} \propto \frac{e_{(+)}}{m_{(+)}} \quad |\Delta x_{(-)}| \gg |\Delta x_{(+)}|$$

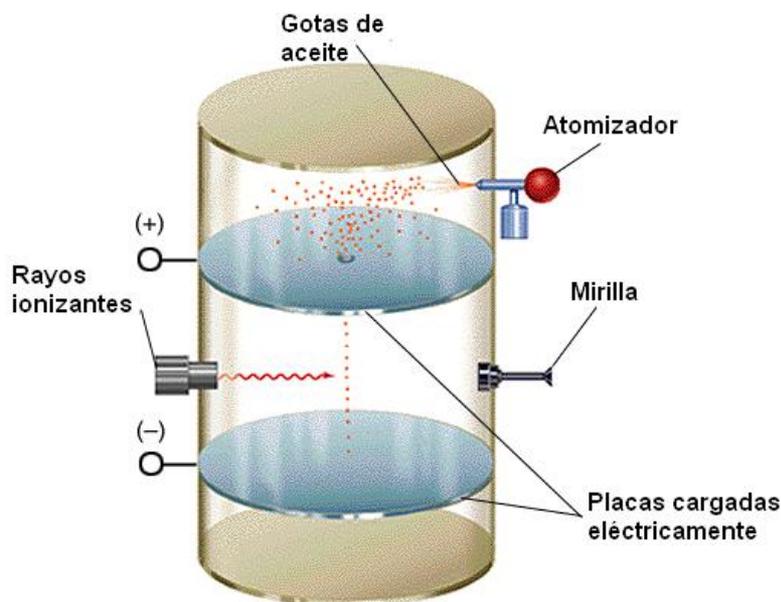
$$m_{(-)} \ll m_{(+)}$$

## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

- La Química como ciencia experimental.

### 2. Descubrimiento de la carga del electrón por R. Millikan (1908-1917)

Principios del  
siglo XX



La velocidad de caída de una gota de aceite en el campo eléctrico entre las placas aumenta o disminuye según la magnitud y el signo de la carga de la gota.

$$q_e: -1,6022 \times 10^{-19} \text{ C}; m = 9,109 \times 10^{-28} \text{ g}$$

## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

- La Química como ciencia experimental.

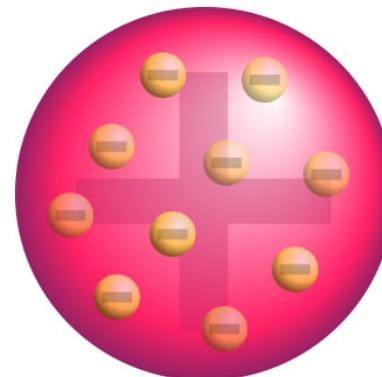
Principios del  
siglo XX

Principios del siglo XX se conocían tres propiedades fundamentales del átomo.

- 1) El átomo era una partícula neutra
- 2) El átomo ya no era una partícula indivisible.
- 3) Se conocía experimentalmente que el átomo contenía electrones.

## 3. Modelo atómico de J. J. Thomson

- ✓ Visualizó el átomo como una esfera uniforme cargada positivamente dentro de la cual se encontraban los electrones. **Modelo del pudin de pasas.**
- ✓ *Se trata por primera vez al átomo como una partícula divisible.*



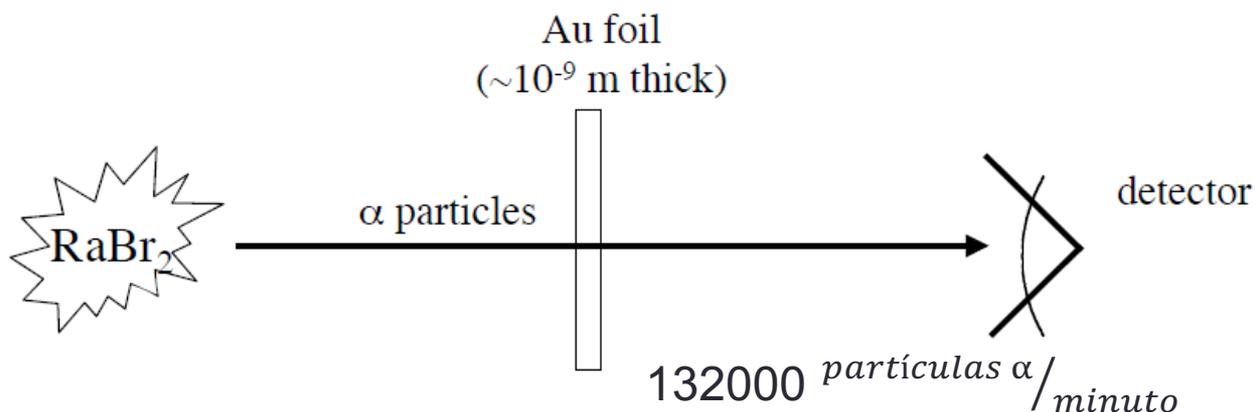
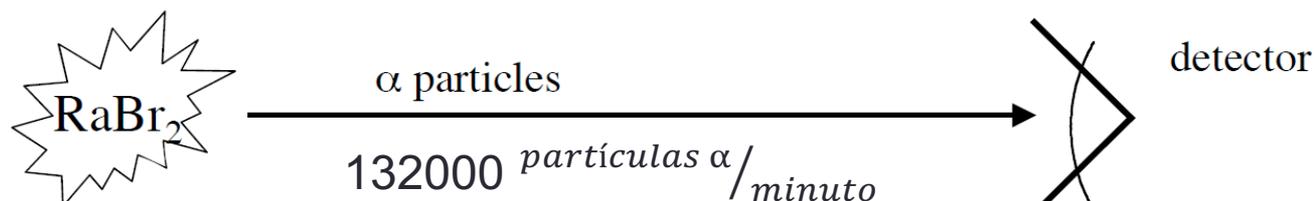
## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

- La Química como ciencia experimental.

### 3. Modelo atómico de Rutherford (1910)

Radiactividad: Emisión espontánea de partículas o radiación a partir de los núcleos de algunos elementos.

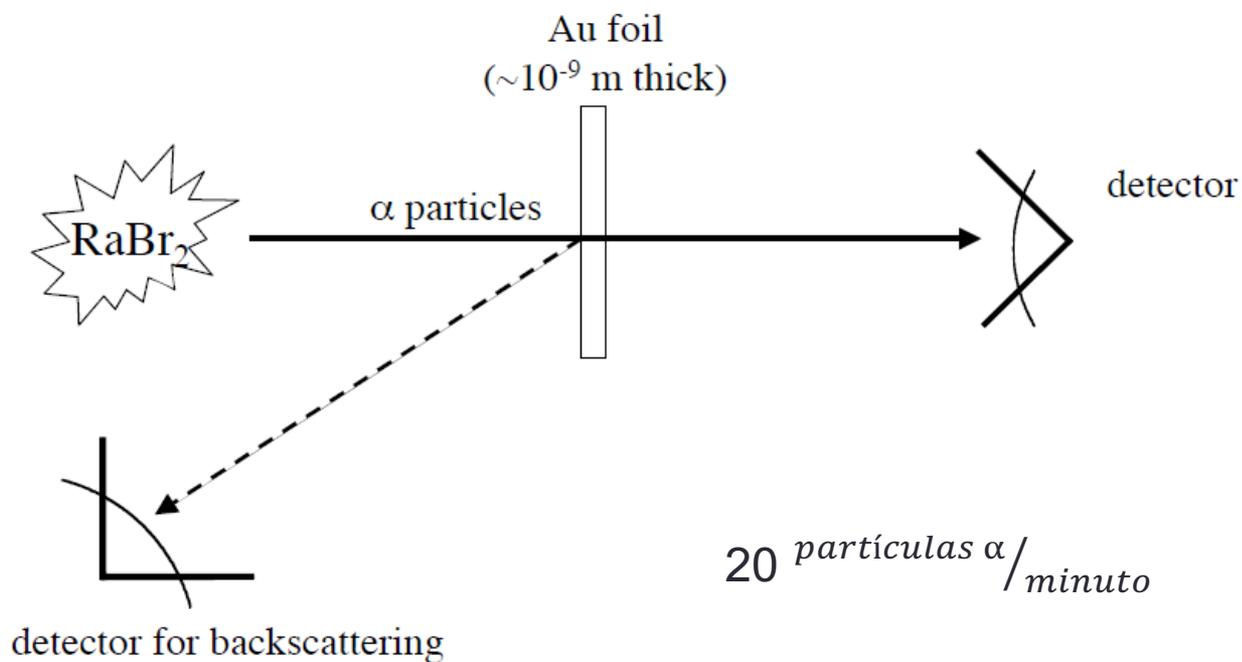
Rutherford identificó dos tipos de radiación procedentes de los materiales radiactivos: **partículas  $\alpha$** , muy pesadas con dos unidades de carga positiva ( $\text{He}^{2+}$ ) y partículas  $\beta$ , partículas de carga negativa con las mismas propiedades que los electrones.



## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

- La Química como ciencia experimental.

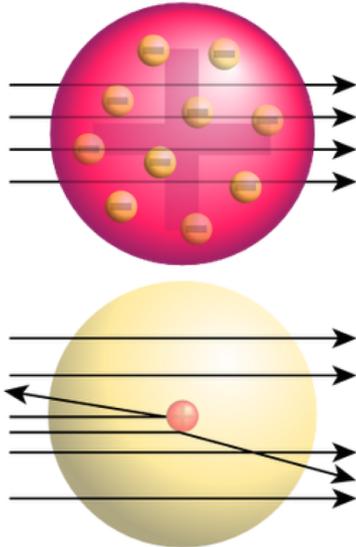
### 3. Modelo atómico de Rutherford (1910)



## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

- La Química como ciencia experimental.

### 3. Modelo atómico de Rutherford (1910)



*“Resultó tan increíble como si usted hubiera lanzado una bala de 15 pulgadas hacia un trozo de papel de seda y la bala hubiera regresado hacia usted” .*

Rutherford propuso el siguiente modelo atómico:

- 1. La mayor parte de la masa y toda la carga positiva de un átomo está centrada en una región muy pequeña denominada núcleo. La mayor parte del átomo es un espacio vacío.** El protón es 1840 veces más pesado que el electrón. Radio atómico = 100 pm; radio núcleo =  $5 \times 10^{-3}$  pm

- 1. La magnitud de la carga positiva es diferente para los distintos átomos y es aproximadamente la mitad del peso atómico del elemento.**
- 2. Fuera del núcleo existen tantos electrones como unidades de carga positiva hay en el núcleo. El átomo en su conjunto es eléctricamente neutro.**

## 2. El átomo como unidad fundamental de la materia.

- La Química como ciencia experimental.

H → 1 protón

He → 2 protones

Relación másica:

$$\frac{He}{H} = \frac{2}{1}$$

experimentalmente

$$\frac{He}{H} = \frac{4}{1}$$

(1932) Chadwick probó la existencia de los neutrones: partículas eléctricamente neutras con una masa ligeramente mayor que la masa de los protones.

Partícula	Masa (g)	Carga	
		Coulomb	Unidad de carga
Electrón	$9,10938 \times 10^{-28}$	$-1,6022 \times 10^{-19}$	-1
Protón	$1,67262 \times 10^{-24}$	$+1,6022 \times 10^{-19}$	+1
Neutrón	$1,67493 \times 10^{-24}$	0	0

### 3. Número atómico, número másico e isótopos .

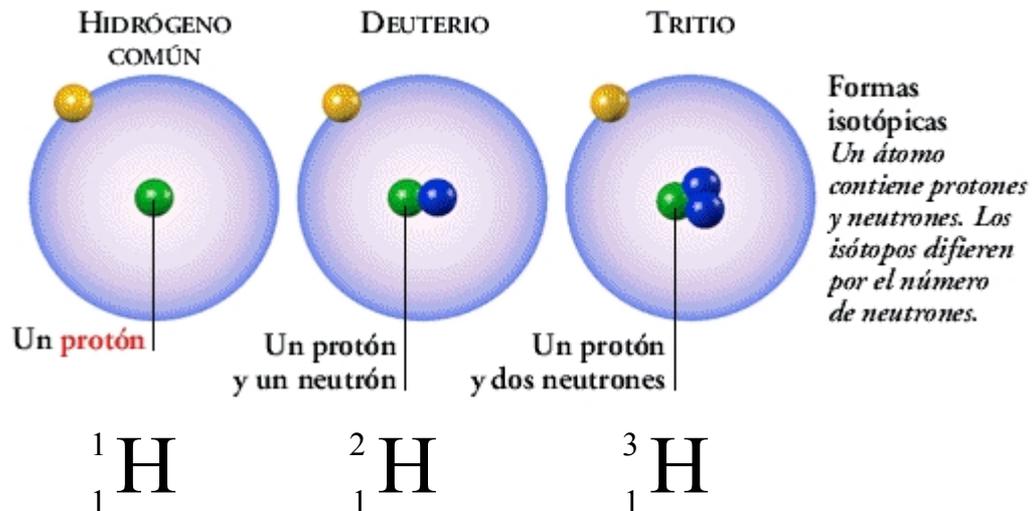
Los átomos se pueden identificar por el número de protones y neutrones que contienen



**Z:** número de protones en el núcleo del átomo de un elemento

**A:** número total de neutrones y protones presentes en el núcleo

Isótopos: átomos que tienen el mismo número atómico pero con diferente masa



Los isótopos del mismo elemento tienen un comportamiento químico semejante, forman el mismo tipo de compuestos y presentan reactividades semejantes.

3. Número atómico, número másico e isótopos .

**PERIODIC TABLE**  
**Atomic Properties of the Elements**

**NIST**  
National Institute of Standards and Technology  
Technology Administration, U.S. Department of Commerce

**Frequently used fundamental physical constants**  
For the most accurate values of these and other constants, visit [physics.nist.gov/constants](http://physics.nist.gov/constants)

1 second = 9 192 631 770 periods of radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of <sup>133</sup>Cs

speed of light in vacuum	<i>c</i>	299 792 458	m s <sup>-1</sup>	(exact)
Planck constant	<i>h</i>	6.626 1 × 10 <sup>-34</sup>	J s	( <i>h</i> = <i>h</i> /2π)
elementary charge	<i>e</i>	1.602 2 × 10 <sup>-19</sup>	C	
electron mass	<i>m<sub>e</sub></i>	9.109 4 × 10 <sup>-31</sup>	kg	
proton mass	<i>m<sub>p</sub></i>	1.672 6 × 10 <sup>-27</sup>	kg	
fine-structure constant	<i>α</i>	1/137.036		
Rydberg constant	<i>R<sub>∞</sub></i>	10 973 732	m <sup>-1</sup>	
Boltzmann constant	<i>k</i>	1.380 67 × 10 <sup>-23</sup>	J K <sup>-1</sup>	

**Physic Laboratory**  
[physics.nist.gov](http://physics.nist.gov)

**Standard Reference Data Group**  
[www.nist.gov/srd](http://www.nist.gov/srd)

**13 IIIA** **14 IVA** **15 VA** **16 VIA** **17 VIIA** **18 VIIIA**

**5** <sup>2</sup>p<sub>1/2</sub> **6** <sup>3</sup>p<sub>0</sub> **7** <sup>4</sup>s<sub>3/2</sub> **8** <sup>3</sup>p<sub>2</sub> **9** <sup>2</sup>p<sub>3/2</sub> **10** <sup>1</sup>s<sub>0</sub>

**11** <sup>2</sup>p<sub>1/2</sub> **12** <sup>1</sup>s<sub>0</sub> **13** <sup>2</sup>p<sub>1/2</sub> **14** <sup>3</sup>p<sub>0</sub> **15** <sup>4</sup>s<sub>3/2</sub> **16** <sup>3</sup>p<sub>2</sub> **17** <sup>2</sup>p<sub>3/2</sub> **18** <sup>1</sup>s<sub>0</sub>

**19** <sup>3</sup>d<sub>5/2</sub> **20** <sup>3</sup>d<sub>3/2</sub> **21** <sup>4</sup>f<sub>7/2</sub> **22** <sup>3</sup>d<sub>5/2</sub> **23** <sup>4</sup>f<sub>5/2</sub> **24** <sup>3</sup>d<sub>3/2</sub> **25** <sup>4</sup>f<sub>7/2</sub> **26** <sup>5</sup>d<sub>5/2</sub> **27** <sup>4</sup>f<sub>5/2</sub> **28** <sup>3</sup>d<sub>5/2</sub> **29** <sup>4</sup>f<sub>7/2</sub> **30** <sup>3</sup>d<sub>5/2</sub> **31** <sup>4</sup>f<sub>7/2</sub> **32** <sup>5</sup>d<sub>5/2</sub> **33** <sup>4</sup>f<sub>7/2</sub> **34** <sup>5</sup>d<sub>5/2</sub> **35** <sup>4</sup>f<sub>7/2</sub> **36** <sup>5</sup>d<sub>5/2</sub> **37** <sup>6</sup>d<sub>5/2</sub> **38** <sup>5</sup>d<sub>5/2</sub> **39** <sup>6</sup>d<sub>5/2</sub> **40** <sup>7</sup>d<sub>5/2</sub> **41** <sup>6</sup>d<sub>5/2</sub> **42** <sup>7</sup>d<sub>5/2</sub> **43** <sup>8</sup>d<sub>5/2</sub> **44** <sup>7</sup>d<sub>5/2</sub> **45** <sup>8</sup>d<sub>5/2</sub> **46** <sup>9</sup>d<sub>5/2</sub> **47** <sup>8</sup>d<sub>5/2</sub> **48** <sup>9</sup>d<sub>5/2</sub> **49** <sup>10</sup>d<sub>5/2</sub> **50** <sup>9</sup>d<sub>5/2</sub> **51** <sup>10</sup>d<sub>5/2</sub> **52** <sup>11</sup>d<sub>5/2</sub> **53** <sup>10</sup>d<sub>5/2</sub> **54** <sup>11</sup>d<sub>5/2</sub> **55** <sup>12</sup>d<sub>5/2</sub> **56** <sup>11</sup>d<sub>5/2</sub> **57** <sup>12</sup>d<sub>5/2</sub> **58** <sup>13</sup>d<sub>5/2</sub> **59** <sup>12</sup>d<sub>5/2</sub> **60** <sup>13</sup>d<sub>5/2</sub> **61** <sup>14</sup>d<sub>5/2</sub> **62** <sup>13</sup>d<sub>5/2</sub> **63** <sup>14</sup>d<sub>5/2</sub> **64** <sup>15</sup>d<sub>5/2</sub> **65** <sup>14</sup>d<sub>5/2</sub> **66** <sup>15</sup>d<sub>5/2</sub> **67** <sup>16</sup>d<sub>5/2</sub> **68** <sup>15</sup>d<sub>5/2</sub> **69** <sup>16</sup>d<sub>5/2</sub> **70** <sup>17</sup>d<sub>5/2</sub> **71** <sup>16</sup>d<sub>5/2</sub> **72** <sup>17</sup>d<sub>5/2</sub> **73** <sup>18</sup>d<sub>5/2</sub> **74** <sup>17</sup>d<sub>5/2</sub> **75** <sup>18</sup>d<sub>5/2</sub> **76** <sup>19</sup>d<sub>5/2</sub> **77** <sup>18</sup>d<sub>5/2</sub> **78** <sup>19</sup>d<sub>5/2</sub> **79** <sup>20</sup>d<sub>5/2</sub> **80** <sup>19</sup>d<sub>5/2</sub> **81** <sup>20</sup>d<sub>5/2</sub> **82** <sup>21</sup>d<sub>5/2</sub> **83** <sup>20</sup>d<sub>5/2</sub> **84** <sup>21</sup>d<sub>5/2</sub> **85** <sup>22</sup>d<sub>5/2</sub> **86** <sup>21</sup>d<sub>5/2</sub> **87** <sup>22</sup>d<sub>5/2</sub> **88** <sup>23</sup>d<sub>5/2</sub> **89** <sup>22</sup>d<sub>5/2</sub> **90** <sup>23</sup>d<sub>5/2</sub> **91** <sup>24</sup>d<sub>5/2</sub> **92** <sup>23</sup>d<sub>5/2</sub> **93** <sup>24</sup>d<sub>5/2</sub> **94** <sup>25</sup>d<sub>5/2</sub> **95** <sup>24</sup>d<sub>5/2</sub> **96** <sup>25</sup>d<sub>5/2</sub> **97** <sup>26</sup>d<sub>5/2</sub> **98** <sup>25</sup>d<sub>5/2</sub> **99** <sup>26</sup>d<sub>5/2</sub> **100** <sup>27</sup>d<sub>5/2</sub> **101** <sup>26</sup>d<sub>5/2</sub> **102** <sup>27</sup>d<sub>5/2</sub> **103** <sup>28</sup>d<sub>5/2</sub> **104** <sup>27</sup>d<sub>5/2</sub> **105** <sup>28</sup>d<sub>5/2</sub> **106** <sup>29</sup>d<sub>5/2</sub> **107** <sup>28</sup>d<sub>5/2</sub> **108** <sup>29</sup>d<sub>5/2</sub> **109** <sup>30</sup>d<sub>5/2</sub> **110** <sup>29</sup>d<sub>5/2</sub> **111** <sup>30</sup>d<sub>5/2</sub> **112** <sup>31</sup>d<sub>5/2</sub> **113** <sup>30</sup>d<sub>5/2</sub> **114** <sup>31</sup>d<sub>5/2</sub> **115** <sup>30</sup>d<sub>5/2</sub> **116** <sup>31</sup>d<sub>5/2</sub> **117** <sup>32</sup>d<sub>5/2</sub> **118** <sup>31</sup>d<sub>5/2</sub> **119** <sup>32</sup>d<sub>5/2</sub> **120** <sup>33</sup>d<sub>5/2</sub> **121** <sup>32</sup>d<sub>5/2</sub> **122** <sup>33</sup>d<sub>5/2</sub> **123** <sup>34</sup>d<sub>5/2</sub> **124** <sup>33</sup>d<sub>5/2</sub> **125** <sup>34</sup>d<sub>5/2</sub> **126** <sup>35</sup>d<sub>5/2</sub> **127** <sup>34</sup>d<sub>5/2</sub> **128** <sup>35</sup>d<sub>5/2</sub> **129** <sup>36</sup>d<sub>5/2</sub> **130** <sup>35</sup>d<sub>5/2</sub> **131** <sup>36</sup>d<sub>5/2</sub> **132** <sup>37</sup>d<sub>5/2</sub> **133** <sup>36</sup>d<sub>5/2</sub> **134** <sup>37</sup>d<sub>5/2</sub> **135** <sup>38</sup>d<sub>5/2</sub> **136** <sup>37</sup>d<sub>5/2</sub> **137** <sup>38</sup>d<sub>5/2</sub> **138** <sup>39</sup>d<sub>5/2</sub> **139** <sup>38</sup>d<sub>5/2</sub> **140** <sup>39</sup>d<sub>5/2</sub> **141** <sup>40</sup>d<sub>5/2</sub> **142** <sup>39</sup>d<sub>5/2</sub> **143** <sup>40</sup>d<sub>5/2</sub> **144** <sup>41</sup>d<sub>5/2</sub> **145** <sup>40</sup>d<sub>5/2</sub> **146** <sup>41</sup>d<sub>5/2</sub> **147** <sup>42</sup>d<sub>5/2</sub> **148** <sup>41</sup>d<sub>5/2</sub> **149** <sup>42</sup>d<sub>5/2</sub> **150** <sup>43</sup>d<sub>5/2</sub> **151** <sup>42</sup>d<sub>5/2</sub> **152** <sup>43</sup>d<sub>5/2</sub> **153** <sup>44</sup>d<sub>5/2</sub> **154** <sup>43</sup>d<sub>5/2</sub> **155** <sup>44</sup>d<sub>5/2</sub> **156** <sup>45</sup>d<sub>5/2</sub> **157** <sup>44</sup>d<sub>5/2</sub> **158** <sup>45</sup>d<sub>5/2</sub> **159** <sup>46</sup>d<sub>5/2</sub> **160** <sup>45</sup>d<sub>5/2</sub> **161** <sup>46</sup>d<sub>5/2</sub> **162** <sup>47</sup>d<sub>5/2</sub> **163** <sup>46</sup>d<sub>5/2</sub> **164** <sup>47</sup>d<sub>5/2</sub> **165** <sup>48</sup>d<sub>5/2</sub> **166** <sup>47</sup>d<sub>5/2</sub> **167** <sup>48</sup>d<sub>5/2</sub> **168** <sup>49</sup>d<sub>5/2</sub> **169** <sup>48</sup>d<sub>5/2</sub> **170** <sup>49</sup>d<sub>5/2</sub> **171** <sup>50</sup>d<sub>5/2</sub> **172** <sup>49</sup>d<sub>5/2</sub> **173** <sup>50</sup>d<sub>5/2</sub> **174** <sup>51</sup>d<sub>5/2</sub> **175** <sup>50</sup>d<sub>5/2</sub> **176** <sup>51</sup>d<sub>5/2</sub> **177** <sup>52</sup>d<sub>5/2</sub> **178** <sup>51</sup>d<sub>5/2</sub> **179** <sup>52</sup>d<sub>5/2</sub> **180** <sup>53</sup>d<sub>5/2</sub> **181** <sup>52</sup>d<sub>5/2</sub> **182** <sup>53</sup>d<sub>5/2</sub> **183** <sup>54</sup>d<sub>5/2</sub> **184** <sup>53</sup>d<sub>5/2</sub> **185** <sup>54</sup>d<sub>5/2</sub> **186** <sup>55</sup>d<sub>5/2</sub> **187** <sup>54</sup>d<sub>5/2</sub> **188** <sup>55</sup>d<sub>5/2</sub> **189** <sup>56</sup>d<sub>5/2</sub> **190** <sup>55</sup>d<sub>5/2</sub> **191** <sup>56</sup>d<sub>5/2</sub> **192** <sup>57</sup>d<sub>5/2</sub> **193** <sup>56</sup>d<sub>5/2</sub> **194** <sup>57</sup>d<sub>5/2</sub> **195** <sup>58</sup>d<sub>5/2</sub> **196** <sup>57</sup>d<sub>5/2</sub> **197** <sup>58</sup>d<sub>5/2</sub> **198** <sup>59</sup>d<sub>5/2</sub> **199** <sup>58</sup>d<sub>5/2</sub> **200** <sup>59</sup>d<sub>5/2</sub> **201** <sup>60</sup>d<sub>5/2</sub> **202** <sup>59</sup>d<sub>5/2</sub> **203** <sup>60</sup>d<sub>5/2</sub> **204** <sup>61</sup>d<sub>5/2</sub> **205** <sup>60</sup>d<sub>5/2</sub> **206** <sup>61</sup>d<sub>5/2</sub> **207** <sup>62</sup>d<sub>5/2</sub> **208** <sup>61</sup>d<sub>5/2</sub> **209** <sup>62</sup>d<sub>5/2</sub> **210** <sup>63</sup>d<sub>5/2</sub> **211** <sup>62</sup>d<sub>5/2</sub> **212** <sup>63</sup>d<sub>5/2</sub> **213** <sup>64</sup>d<sub>5/2</sub> **214** <sup>63</sup>d<sub>5/2</sub> **215** <sup>64</sup>d<sub>5/2</sub> **216** <sup>65</sup>d<sub>5/2</sub> **217** <sup>64</sup>d<sub>5/2</sub> **218** <sup>65</sup>d<sub>5/2</sub> **219** <sup>66</sup>d<sub>5/2</sub> **220** <sup>65</sup>d<sub>5/2</sub> **221** <sup>66</sup>d<sub>5/2</sub> **222** <sup>67</sup>d<sub>5/2</sub> **223** <sup>66</sup>d<sub>5/2</sub> **224** <sup>67</sup>d<sub>5/2</sub> **225** <sup>68</sup>d<sub>5/2</sub> **226** <sup>67</sup>d<sub>5/2</sub> **227** <sup>68</sup>d<sub>5/2</sub> **228** <sup>69</sup>d<sub>5/2</sub> **229** <sup>68</sup>d<sub>5/2</sub> **230** <sup>69</sup>d<sub>5/2</sub> **231** <sup>70</sup>d<sub>5/2</sub> **232** <sup>69</sup>d<sub>5/2</sub> **233** <sup>70</sup>d<sub>5/2</sub> **234** <sup>71</sup>d<sub>5/2</sub> **235** <sup>70</sup>d<sub>5/2</sub> **236** <sup>71</sup>d<sub>5/2</sub> **237** <sup>72</sup>d<sub>5/2</sub> **238** <sup>71</sup>d<sub>5/2</sub> **239** <sup>72</sup>d<sub>5/2</sub> **240** <sup>73</sup>d<sub>5/2</sub> **241** <sup>72</sup>d<sub>5/2</sub> **242** <sup>73</sup>d<sub>5/2</sub> **243** <sup>74</sup>d<sub>5/2</sub> **244** <sup>73</sup>d<sub>5/2</sub> **245** <sup>74</sup>d<sub>5/2</sub> **246** <sup>75</sup>d<sub>5/2</sub> **247** <sup>74</sup>d<sub>5/2</sub> **248** <sup>75</sup>d<sub>5/2</sub> **249** <sup>76</sup>d<sub>5/2</sub> **250** <sup>75</sup>d<sub>5/2</sub> **251** <sup>76</sup>d<sub>5/2</sub> **252** <sup>77</sup>d<sub>5/2</sub> **253** <sup>76</sup>d<sub>5/2</sub> **254** <sup>77</sup>d<sub>5/2</sub> **255** <sup>78</sup>d<sub>5/2</sub> **256** <sup>77</sup>d<sub>5/2</sub> **257** <sup>78</sup>d<sub>5/2</sub> **258** <sup>79</sup>d<sub>5/2</sub> **259** <sup>78</sup>d<sub>5/2</sub> **260** <sup>79</sup>d<sub>5/2</sub> **261** <sup>80</sup>d<sub>5/2</sub> **262** <sup>79</sup>d<sub>5/2</sub> **263** <sup>80</sup>d<sub>5/2</sub> **264** <sup>81</sup>d<sub>5/2</sub> **265** <sup>80</sup>d<sub>5/2</sub> **266** <sup>81</sup>d<sub>5/2</sub> **267** <sup>82</sup>d<sub>5/2</sub> **268** <sup>81</sup>d<sub>5/2</sub> **269** <sup>82</sup>d<sub>5/2</sub> **270** <sup>83</sup>d<sub>5/2</sub> **271** <sup>82</sup>d<sub>5/2</sub> **272** <sup>83</sup>d<sub>5/2</sub> **273** <sup>84</sup>d<sub>5/2</sub> **274** <sup>83</sup>d<sub>5/2</sub> **275** <sup>84</sup>d<sub>5/2</sub> **276** <sup>85</sup>d<sub>5/2</sub> **277** <sup>84</sup>d<sub>5/2</sub> **278** <sup>85</sup>d<sub>5/2</sub> **279** <sup>86</sup>d<sub>5/2</sub> **280** <sup>85</sup>d<sub>5/2</sub> **281** <sup>86</sup>d<sub>5/2</sub> **282** <sup>87</sup>d<sub>5/2</sub> **283** <sup>86</sup>d<sub>5/2</sub> **284** <sup>87</sup>d<sub>5/2</sub> **285** <sup>88</sup>d<sub>5/2</sub> **286** <sup>87</sup>d<sub>5/2</sub> **287** <sup>88</sup>d<sub>5/2</sub> **288** <sup>89</sup>d<sub>5/2</sub> **289** <sup>88</sup>d<sub>5/2</sub> **290** <sup>89</sup>d<sub>5/2</sub> **291** <sup>90</sup>d<sub>5/2</sub> **292** <sup>89</sup>d<sub>5/2</sub> **293** <sup>90</sup>d<sub>5/2</sub> **294** <sup>91</sup>d<sub>5/2</sub> **295** <sup>90</sup>d<sub>5/2</sub> **296** <sup>91</sup>d<sub>5/2</sub> **297** <sup>92</sup>d<sub>5/2</sub> **298** <sup>91</sup>d<sub>5/2</sub> **299** <sup>92</sup>d<sub>5/2</sub> **300** <sup>93</sup>d<sub>5/2</sub> **301** <sup>92</sup>d<sub>5/2</sub> **302** <sup>93</sup>d<sub>5/2</sub> **303** <sup>94</sup>d<sub>5/2</sub> **304** <sup>93</sup>d<sub>5/2</sub> **305** <sup>94</sup>d<sub>5/2</sub> **306** <sup>95</sup>d<sub>5/2</sub> **307** <sup>94</sup>d<sub>5/2</sub> **308** <sup>95</sup>d<sub>5/2</sub> **309** <sup>96</sup>d<sub>5/2</sub> **310** <sup>95</sup>d<sub>5/2</sub> **311** <sup>96</sup>d<sub>5/2</sub> **312** <sup>97</sup>d<sub>5/2</sub> **313** <sup>96</sup>d<sub>5/2</sub> **314** <sup>97</sup>d<sub>5/2</sub> **315** <sup>98</sup>d<sub>5/2</sub> **316** <sup>97</sup>d<sub>5/2</sub> **317** <sup>98</sup>d<sub>5/2</sub> **318** <sup>99</sup>d<sub>5/2</sub> **319** <sup>98</sup>d<sub>5/2</sub> **320** <sup>99</sup>d<sub>5/2</sub> **321** <sup>100</sup>d<sub>5/2</sub> **322** <sup>99</sup>d<sub>5/2</sub> **323** <sup>100</sup>d<sub>5/2</sub> **324** <sup>101</sup>d<sub>5/2</sub> **325** <sup>100</sup>d<sub>5/2</sub> **326** <sup>101</sup>d<sub>5/2</sub> **327** <sup>102</sup>d<sub>5/2</sub> **328** <sup>101</sup>d<sub>5/2</sub> **329** <sup>102</sup>d<sub>5/2</sub> **330** <sup>103</sup>d<sub>5/2</sub> **331** <sup>102</sup>d<sub>5/2</sub> **332** <sup>103</sup>d<sub>5/2</sub> **333** <sup>104</sup>d<sub>5/2</sub> **334** <sup>103</sup>d<sub>5/2</sub> **335** <sup>104</sup>d<sub>5/2</sub> **336** <sup>105</sup>d<sub>5/2</sub> **337** <sup>104</sup>d<sub>5/2</sub> **338** <sup>105</sup>d<sub>5/2</sub> **339** <sup>106</sup>d<sub>5/2</sub> **340** <sup>105</sup>d<sub>5/2</sub> **341** <sup>106</sup>d<sub>5/2</sub> **342** <sup>107</sup>d<sub>5/2</sub> **343** <sup>106</sup>d<sub>5/2</sub> **344** <sup>107</sup>d<sub>5/2</sub> **345** <sup>108</sup>d<sub>5/2</sub> **346** <sup>107</sup>d<sub>5/2</sub> **347** <sup>108</sup>d<sub>5/2</sub> **348** <sup>109</sup>d<sub>5/2</sub> **349** <sup>108</sup>d<sub>5/2</sub> **350** <sup>109</sup>d<sub>5/2</sub> **351** <sup>110</sup>d<sub>5/2</sub> **352** <sup>109</sup>d<sub>5/2</sub> **353** <sup>110</sup>d<sub>5/2</sub> **354** <sup>111</sup>d<sub>5/2</sub> **355** <sup>110</sup>d<sub>5/2</sub> **356** <sup>111</sup>d<sub>5/2</sub> **357** <sup>112</sup>d<sub>5/2</sub> **358** <sup>111</sup>d<sub>5/2</sub> **359** <sup>112</sup>d<sub>5/2</sub> **360** <sup>113</sup>d<sub>5/2</sub> **361** <sup>112</sup>d<sub>5/2</sub> **362** <sup>113</sup>d<sub>5/2</sub> **363** <sup>114</sup>d<sub>5/2</sub> **364** <sup>113</sup>d<sub>5/2</sub> **365** <sup>114</sup>d<sub>5/2</sub> **366** <sup>115</sup>d<sub>5/2</sub> **367** <sup>114</sup>d<sub>5/2</sub> **368** <sup>115</sup>d<sub>5/2</sub> **369** <sup>116</sup>d<sub>5/2</sub> **370** <sup>115</sup>d<sub>5/2</sub> **371** <sup>116</sup>d<sub>5/2</sub> **372** <sup>117</sup>d<sub>5/2</sub> **373** <sup>116</sup>d<sub>5/2</sub> **374** <sup>117</sup>d<sub>5/2</sub> **375** <sup>118</sup>d<sub>5/2</sub> **376** <sup>117</sup>d<sub>5/2</sub> **377** <sup>118</sup>d<sub>5/2</sub> **378** <sup>119</sup>d<sub>5/2</sub> **379** <sup>118</sup>d<sub>5/2</sub> **380** <sup>119</sup>d<sub>5/2</sub> **381** <sup>120</sup>d<sub>5/2</sub> **382** <sup>119</sup>d<sub>5/2</sub> **383** <sup>120</sup>d<sub>5/2</sub> **384** <sup>121</sup>d<sub>5/2</sub> **385** <sup>120</sup>d<sub>5/2</sub> **386** <sup>121</sup>d<sub>5/2</sub> **387** <sup>122</sup>d<sub>5/2</sub> **388** <sup>121</sup>d<sub>5/2</sub> **389** <sup>122</sup>d<sub>5/2</sub> **390** <sup>123</sup>d<sub>5/2</sub> **391** <sup>122</sup>d<sub>5/2</sub> **392** <sup>123</sup>d<sub>5/2</sub> **393** <sup>124</sup>d<sub>5/2</sub> **394** <sup>123</sup>d<sub>5/2</sub> **395** <sup>124</sup>d<sub>5/2</sub> **396** <sup>125</sup>d<sub>5/2</sub> **397** <sup>124</sup>d<sub>5/2</sub> **398** <sup>125</sup>d<sub>5/2</sub> **399** <sup>126</sup>d<sub>5/2</sub> **400** <sup>125</sup>d<sub>5/2</sub> **401** <sup>126</sup>d<sub>5/2</sub> **402** <sup>127</sup>d<sub>5/2</sub> **403** <sup>126</sup>d<sub>5/2</sub> **404** <sup>127</sup>d<sub>5/2</sub> **405** <sup>128</sup>d<sub>5/2</sub> **406** <sup>127</sup>d<sub>5/2</sub> **407** <sup>128</sup>d<sub>5/2</sub> **408** <sup>129</sup>d<sub>5/2</sub> **409** <sup>128</sup>d<sub>5/2</sub> **410** <sup>129</sup>d<sub>5/2</sub> **411** <sup>130</sup>d<sub>5/2</sub> **412** <sup>129</sup>d<sub>5/2</sub> **413** <sup>130</sup>d<sub>5/2</sub> **414** <sup>131</sup>d<sub>5/2</sub> **415** <sup>130</sup>d<sub>5/2</sub> **416** <sup>131</sup>d<sub>5/2</sub> **417** <sup>132</sup>d<sub>5/2</sub> **418** <sup>131</sup>d<sub>5/2</sub> **419** <sup>132</sup>d<sub>5/2</sub> **420** <sup>133</sup>d<sub>5/2</sub> **421** <sup>132</sup>d<sub>5/2</sub> **422** <sup>133</sup>d<sub>5/2</sub> **423** <sup>134</sup>d<sub>5/2</sub> **424** <sup>133</sup>d<sub>5/2</sub> **425** <sup>134</sup>d<sub>5/2</sub> **426** <sup>135</sup>d<sub>5/2</sub> **427** <sup>134</sup>d<sub>5/2</sub> **428** <sup>135</sup>d<sub>5/2</sub> **429** <sup>136</sup>d<sub>5/2</sub> **430** <sup>135</sup>d<sub>5/2</sub> **431** <sup>136</sup>d<sub>5/2</sub> **432** <sup>137</sup>d<sub>5/2</sub> **433** <sup>136</sup>d<sub>5/2</sub> **434** <sup>137</sup>d<sub>5/2</sub> **435** <sup>138</sup>d<sub>5/2</sub> **436** <sup>137</sup>d<sub>5/2</sub> **437** <sup>138</sup>d<sub>5/2</sub> **438** <sup>139</sup>d<sub>5/2</sub> **439** <sup>138</sup>d<sub>5/2</sub> **440** <sup>139</sup>d<sub>5/2</sub> **441** <sup>140</sup>d<sub>5/2</sub> **442** <sup>139</sup>d<

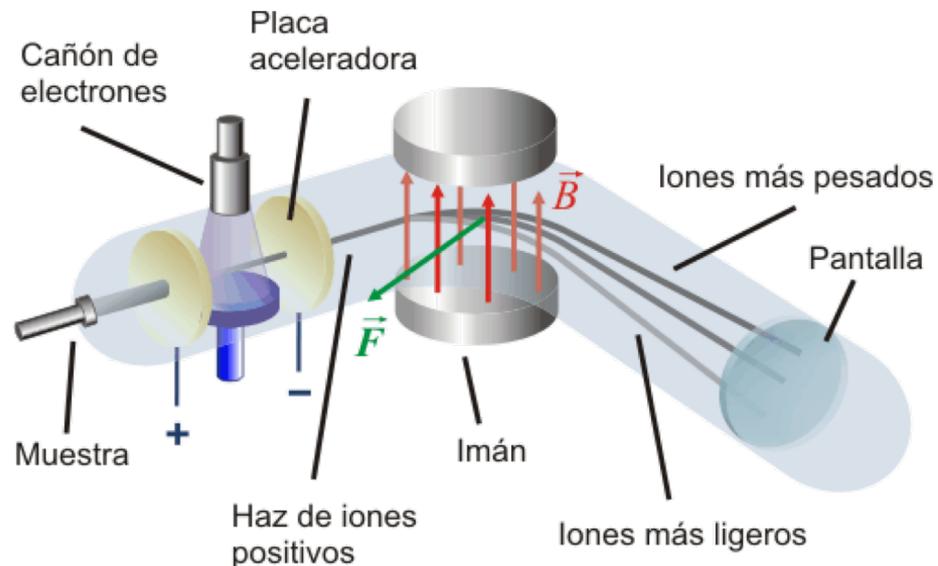
### 3. Número atómico, número másico e isótopos .

La **masa atómica** es la masa de un átomo en unidades de masa atómica (uma).

No se puede determinar la masa de un átomo individual sumando las masas de sus partículas elementales. Cuando los protones y neutrones se combinan para formar un núcleo, una cantidad muy pequeña de la masa original se transforma en energía y se desprende.

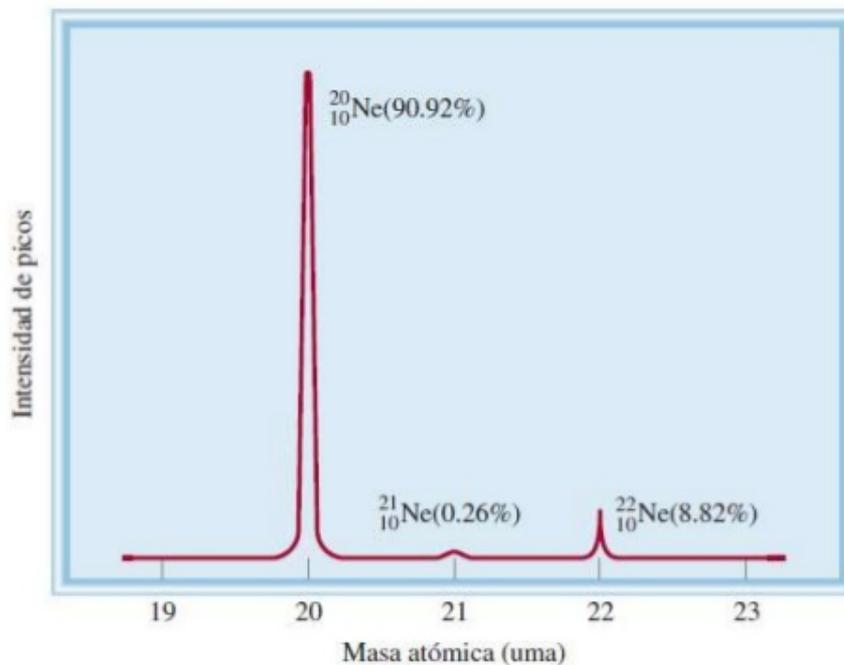
La determinación de las masas de átomos individuales se hace de forma experimental.

#### Espectrómetro de masas.



### 3. Número atómico, número másico e isótopos .

#### Espectrómetro de masas.



El espectro de masas de los tres isótopos del neón.

### 3. Número atómico, número másico e isótopos .

---

La masa atómica 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.**

**Masa atómica promedio.**

Tiene en cuenta la abundancia natural del isótopo

¿Por qué la masa atómica del carbono en la tabla periódica es de 12,01 uma y no 12,00 uma?

En la tabla periódica aparece la masa atómica promedio de la mezcla natural de los isótopos.

Abundancia del carbono-12      98,90 %       $P_a = 12,00000$  uma

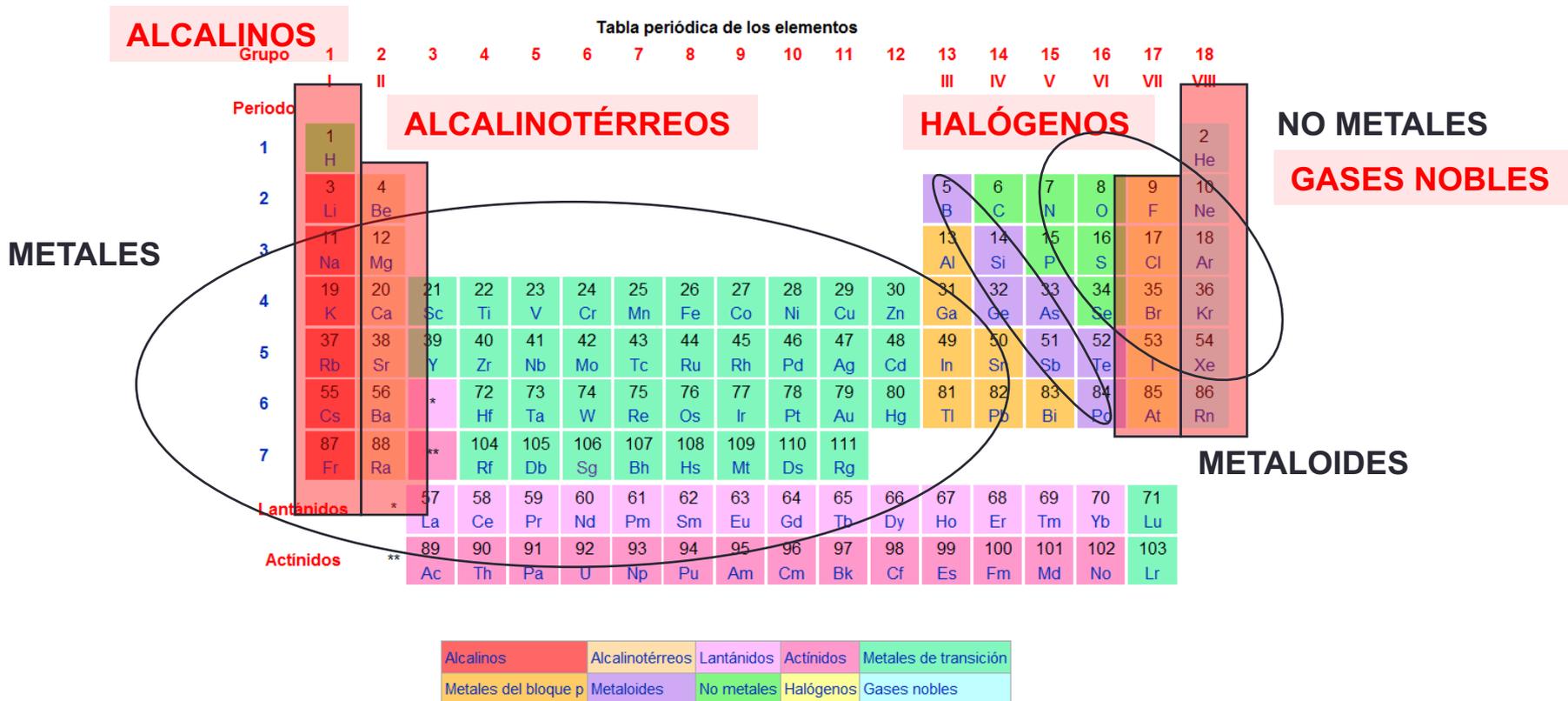
Abundancia del carbono-13      1,10 %       $P_a = 13,00335$  uma

Masa atómica promedio del carbono natural =  $(0,9890 \times 12,00000) + (0,0110 \times 13,00335) = 12,01$  uma

Masa atómica = (abundancia isótopo (1) x masa isótopo (1)) + (abundancia isótopo (2) x masa isótopo (2)) + .....

## 4. Introducción a la tabla periódica.

Los elementos con propiedades químicas y físicas semejantes se encuentran agrupados en la tabla periódica



- Los elementos están ordenados según su **número atómico** filas horizontales, **PERIODOS**
- y por semejanza en sus propiedades químicas en columnas verticales, **GRUPOS O FAMILIAS**

## 5. El concepto de mol y la constante de Avogadro.

---

Un **mol** es una cantidad de sustancia que contiene el mismo número de entidades elementales que el número de átomos de carbono-12 que hay en una cantidad de 12 g de carbono-12.

**Es una magnitud que relaciona cantidad de sustancia con número de partículas.**

**El número de entidades elementales (átomos, moléculas, iones...) en un mol es la constante de Avogadro  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$**

La aplicación más sencilla es relacionar el número de átomos con el número de moles.

*Ejemplo:*

Se sabe que una muestra de hierro contiene 2,35 moles de Fe. ¿Cuántos átomos de hierro hay en esta muestra?

$$\text{átomos de hierro} = 2,35 \text{ moles Fe} \times \frac{6,022 \times 10^{23} \text{ átomos Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = 1,42 \times 10^{24} \text{ átomos Fe}$$

## 6. Tipos de compuestos químicos y sus fórmulas.

- **Un compuesto molecular** está formado por unidades discretas denominadas moléculas, que generalmente consisten en un número pequeño de átomos no metálicos que se mantienen unidos mediante un enlace covalente.
- **Un compuesto iónico** está formado por iones positivos y negativos unidos por fuerzas electrostáticas de atracción.

Una **fórmula molecular**: indica el número exacto de átomos de cada elemento que están presentes en la unidad más pequeña de una sustancia.

Indica el número exacto de los elementos presentes

Indica el número relativo de átomos de cada elemento

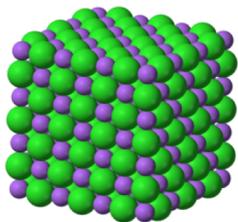
Agua  $H_2O$

Oxígeno  $O_2$  **Alótropos**

Ozono  $O_3$

Una **fórmula empírica** indica la proporción mínima de los átomos presentes en una molécula.

NaCl



Hidrazina

Peróxido de hidrógeno

**F. molecular**

$N_2H_4$

$H_2O_2$

**F. empírica**

$NH_2$

HO

## 7. El concepto de mol y los compuestos químicos.

---

### ▶ Cálculo de la composición centesimal a partir de la fórmula química.

Ejemplo. Cálculo de la composición centesimal, en masa, de un compuesto. ¿Cuál es la composición centesimal, en masa, del halotano,  $C_2HBrClF_3$ ?

## 7. El concepto de mol y los compuestos químicos.

---

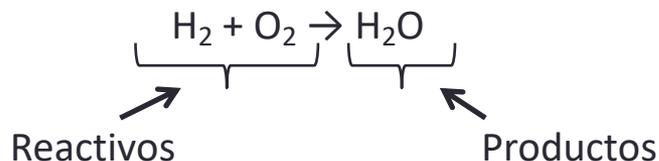
**Determinación de fórmulas a partir de la composición centesimal de un compuesto.**

**Ejemplo. Determinar la fórmula empírica y molecular de la 2-desoxirribosa. La composición centesimal, en masa, es 44,77 % de carbono, 7,52 % de hidrógeno y 47,71 % de oxígeno. Pm 2-desoxirribosa = 134 uma**

## 8. Las reacciones químicas.

La reacción química es un proceso en el que un conjunto de sustancias llamadas reactivos se transforman en un nuevo conjunto de sustancias llamadas productos. Las reacciones químicas se representan mediante ecuaciones químicas.

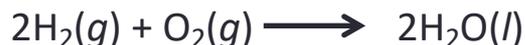
Ejemplo. Representa mediante un ecuación el siguiente proceso químico. El hidrógeno gaseoso ( $H_2$ ) se quema en presencia de aire (que contiene oxígeno,  $O_2$ ) para formar agua ( $H_2O$ ).



1) Balancear la ecuación. De acuerdo con la ley de la conservación de la masa debe haber el mismo número de átomos a la izquierda y a la derecha de la flecha. Se balancea la ecuación colocando la el coeficiente adecuado.



2) Se debe indicar el estado físico de los reactivos y productos.



## 8. Las reacciones químicas.

---

### ► Cantidades de reactivos y productos.

La estequiometría es el estudio cuantitativo de reactivos y productos en una reacción química.

Ejemplo. Los alimentos que ingerimos son degradados en el cuerpo para proporcionar la energía necesaria para el crecimiento y otras funciones. La ecuación general global para este proceso está representada por la degradación de la glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) en dióxido de carbono y agua. Si una persona consume 856 g de glucosa ¿cuál será la masa de  $CO_2$  producida?

## 8. Las reacciones químicas.

---

### Reactivo limitante y rendimiento de la reacción.

El reactivo que se consume primero en una reacción se denomina reactivo limitante. Los reactivos en exceso son los reactivos presentes en mayor cantidad que la necesaria para reaccionar con la cantidad de reactivo limitante.

**Ejemplo.** La reacción entre el aluminio y el óxido de hierro (III) produce temperaturas cercanas a los 3000 °C que se utiliza para soldar metales.



En un proceso se hicieron reaccionar 124 g de Al con 601 g de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Calcula la masa en gramos de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  formado. ¿Qué cantidad de reactivo en exceso se recuperó al completarse la reacción?

## 8. Las reacciones químicas.

---

### ▶ Reactivo limitante y rendimiento de la reacción.

La cantidad de reactivo limitante determina el rendimiento teórico, es decir, la cantidad de producto que se obtendrá si reacciona todo el reactivo limitante. En la práctica, el rendimiento real, casi siempre es menor que el rendimiento teórico.

**Ejemplo.** El titanio es un metal fuerte, ligero y resistente a la corrosión. Se obtiene según la siguiente reacción:



Si se hacen reaccionar  $3,54 \times 10^7$  g de  $\text{TiCl}_4$  con  $1,13 \times 10^7$  g de Mg, calcula la cantidad de Ti obtenido, considerando un rendimiento de reacción del 100 %. Calcula el rendimiento de la reacción si en realidad se obtienen  $7,91 \times 10^6$  g de Ti.