

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE QUÍMICA

1- CONCEPTO DE CIENCIA: LA QUÍMICA.

- La *CIENCIA* es el conocimiento organizado y sistematizado del mundo físico.
- La *QUÍMICA* es la rama de la ciencia que estudia la composición, propiedades y transformaciones que afectan a la composición de la materia.

2- MATERIA Y ENERGÍA, SU CLASIFICACIÓN.

- *MATERIA* es todo aquello que tiene masa y ocupa espacio.
- *ENERGÍA* es la capacidad para efectuar trabajo. Ambas son dos manifestaciones de una misma cosa.

CLASIFICACIÓN DE LA MATERIA: Según la propiedad de la misma que se utilice, pueden establecerse diversas clasificaciones de la misma. Así:

Según su apariencia, puede ser : $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Homogéneas} \\ - \text{Heterogéneas} \end{array} \right.$

donde:

- Una sustancia es *HOMOGÉNEA* cuando tiene la misma composición y propiedades en todos sus puntos, y
- Es *HETEROGÉNEA* cuando tiene una composición o propiedades diferentes en unas partes que en otras. A cada una de las partes que pueden distinguirse separadamente en un sistema heterogéneo se le llama FASE.

Según su estado físico, puede ser : $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Sólido} \\ - \text{Líquido} \\ - \text{Gas} \end{array} \right.$

donde

- Un *SOLIDO* es una porción de materia que tiene forma y volumen prácticamente constante.
- Un *LIQUIDO* es una porción de materia cuyo volumen es prácticamente constante y su forma es variable, adaptándose a la del recipiente que lo contiene.
- Un *GAS* es una porción de materia cuyo volumen y forma son variables, adaptándose a la del recipiente que lo contiene.

Según su composición, puede ser : $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Sustancia pura} \left\{ \begin{array}{l} - \text{Elemento} \left\{ \begin{array}{l} - \text{Metal} \\ - \text{No metal} \end{array} \right. \\ - \text{Compuesto} \end{array} \right. \\ - \text{mezcla} \end{array} \right.$

donde

- Una *SUSTANCIA PURA* es aquella que tiene un solo componente; no puede descomponerse en otras sustancias por métodos físicos y son todas homogéneas (uniformes en su composición y propiedades). Dado que se comportan en el aspecto químico siempre de la misma forma se las llama también *ESPECIES QUÍMICAS*. Así, si tenemos una disolución (que es una mezcla) de Na Cl en agua, podemos distinguir tantas especies químicas como agrupaciones distintas existan: los iones procedentes de la disociación del Na Cl: Na^+ , Cl^- , los procedentes de la disociación del agua: H^+ y OH^- y las moléculas de agua que queden sin disociar. Por tanto para dar una definición más completa, diríamos que las sustancias puras o especies químicas son las moléculas, átomos, iones o sus agrupaciones que pueden existir separadamente en un sistema

Las sustancias puras pueden ser:

- *ELEMENTOS* son aquellas sustancias que no pueden descomponerse en otras más simples por métodos químicos ordinarios. EN LA ACTUALIDAD SE CONOCEN UNOS 105 ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRAN ORDENADOS

DE ACUERDO CON SUS PROPIEDADES QUÍMICAS EN LA TABLA O SISTEMA PERIÓDICO DE LOS ELEMENTOS.

Se pueden clasificar genéricamente como NO METALES (aquellos que pueden tener números de oxidación negativos) o bien como METALES (el resto).

- **COMPUESTOS** son aquellas sustancias formadas por la unión química de varios elementos, que entran en proporciones fijas, y cuyas propiedades físicas y químicas son diferentes a las de sus componentes. Los compuestos pueden descomponerse por métodos químicos ordinarios dando otras sustancias más simples.
- Una **MEZCLA** es una porción de materia formada por la reunión de varias sustancias puras (elementos y/o compuestos) que entran en proporciones variables, mantienen sus propiedades y pueden separarse por métodos físicos ordinarios. Las mezclas pueden ser homogéneas o heterogéneas.

A las mezclas homogéneas se las llama **DISOLUCIONES**.

3- MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE LOS COMPONENTES DE UNA MEZCLA.

Como ya hemos dicho, los componentes de una mezcla conservan sus propiedades, por lo que para separarlos se utilizará la diferencia en alguna de sus propiedades.

Así, los métodos más usuales de separación son:

- 1) **POR DIFERENCIAS DE TAMAÑO**: estos métodos se basan en las diferencias en el tamaño de las partículas de cada uno de los componentes de la mezcla. El sistema más conocido es la **FILTRACIÓN**, que se basa en hacer pasar la mezcla por un tamiz (criba) o un filtro que tenga unos orificios por los que pueda pasar uno de los componentes pero no el o los demás, que quedarán retenidos en él.
- 2) **POR DIFERENCIAS DE DENSIDAD**: como son los métodos de separación por **FLOTACIÓN**, los cuales se basan en el hecho que cuando una mezcla se vierte sobre una sustancia líquida, los componentes de dicha mezcla cuya densidad sea menor que la del líquido sobre el que se vertió la mezcla, flotarán en él, mientras que los de mayor densidad se hundirán.
- 3) **POR DIFERENCIAS DE SOLUBILIDAD**, estos métodos se basan en el hecho que unas sustancias son más solubles que otras en determinados disolventes. Los más conocidos son tres:
 - **DISOLUCIÓN DE ALGÚN COMPONENTE** en los cuales se vierte la mezcla sobre un disolvente en el cual solamente sea soluble alguno de los componentes. Después de agitar convenientemente la mezcla, los componentes solubles estarán disueltos pero no los demás, pudiendo separarse ya por otros métodos.
 - **PRECIPITACIÓN**: en los cuales se hace que desde una mezcla disuelta alguno de sus componentes pase a estado sólido modificando alguna de las condiciones de la misma: temperatura, presión, adición de algún otro disolvente, etc., pudiendo separarse después por otros métodos.
 - **EXTRACCIÓN CON OTRO DISOLVENTE**: Basados en la diferente solubilidad de alguno de los componentes en diferentes disolventes no miscibles. Así, cuando a una mezcla disuelta en un disolvente se le añade otro disolvente no miscible con él, los componentes de la mezcla se repartirán entre ambos disolventes, por lo que si un componente es mucho más soluble en uno de los disolventes que los demás, pasará a éste en una proporción mucho mayor que los demás, pudiendo separarse así de los otros.
- 4) **PROPIEDADES MAGNÉTICAS**, los métodos de separación basados en estas propiedades utilizan imanes que atraen solamente a aquellas sustancias magnéticas, las cuales quedarán separadas de las demás. Son especialmente útiles en la separación de compuestos ricos en hierro
- 5) **TEMPERATURA DE EBULLICIÓN** Son aquellos métodos que se basan en el hecho que los cuerpos tienen unas temperaturas de ebullición diferentes por lo que se pasan a estado de vapor, pudiendo después condensarse. Son fundamentalmente dos:
 - **DESTILACIÓN** Estos métodos se utilizan para separar los componentes de una mezcla cuando son todos ellos volátiles (fáciles de pasar a estado gaseoso). En estos sistemas, el vapor que comienza a desprenderse tiene una mayor proporción de aquel componente que hierva a una temperatura más baja. En ocasiones, para conseguir una buena separación puede ser necesario realizar varias destilaciones consecutivas.
 - **VOLATILIZACIÓN O VAPORIZACIÓN**: En estos métodos se utiliza el hecho que alguno de los

componentes de la mezcla no sea fácilmente vaporizable, por lo que la mezcla se calienta hasta que los componentes volátiles pasen a vapor, quedando como resto el componente no vaporizable.

- 6) **ADSORCIÓN** La adsorción es una propiedad que tienen algunos cuerpos de retener pegados sobre su superficie a otros cuerpos. Los métodos más conocidos basados en esta propiedad son:
- **CROMATOGRAFÍAS DE COLUMNA:** En las cuales se hace pasar una mezcla por una columna llena de una de estas sustancias, y así dado que los componentes de la mezcla son retenidos con distinta fuerza por el adsorbente circularán más lentamente los más adsorbidos, que obviamente llegarán más tarde al extremo de la columna.
 - **CROMATOGRAFÍA DE PAPEL O DE CAPA FINA** En las que se introduce un papel de filtro o una fina capa de yeso u otro material apropiado en una disolución de una mezcla de varios componentes la cual comenzará a ascender. Al cabo de un cierto tiempo los componentes más adsorbidos habrán subido más que los otros, quedando separados unos de otros.
- 7) **CRISTALIZACIÓN:** La cristalización consiste en la formación de sustancias sólidas cristalinas a partir de sus disoluciones en un disolvente adecuado, aunque es más un método de purificación de sustancias que de separación de ellas, y podría considerarse incluido en la separación de sustancias por precipitación. Un compuesto cristalino obtenido en condiciones favorables puede alcanzar un elevado grado de pureza, por lo que la cristalización es un método eficaz y accesible de purificación de sustancias sólidas en el laboratorio ya que cuando se forma un cristal las impurezas quedan en las aguas de cristalización, por lo que si se efectúa varias veces la disolución y posterior cristalización de una sustancia, ésta será cada vez más pura.

4- CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA QUÍMICA: ELEMENTOS QUÍMICOS Y COMPUESTOS. SÍMBOLOS Y FORMULAS. CONCEPTO DE MOL. CALCULO DE MASAS MOLECULARES

ÁTOMOS Y MOLÉCULAS

ÁTOMO es la parte más pequeña de la materia que puede intervenir en un proceso químico. También podemos definirlo como la parte más pequeña en que puede dividirse un **elemento** conservando sus propiedades.

MOLÉCULA es la parte más pequeña en que puede dividirse un **compuesto** conservando sus propiedades. Las moléculas están formadas por varios átomos iguales o diferentes. Solamente las moléculas de los gases nobles están formadas por un solo átomo.

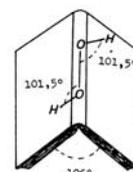
SÍMBOLOS Y FÓRMULAS

SÍMBOLO es la representación abreviada de un elemento. Está formado por una o dos letras, la primera mayúscula y la segunda minúscula. El símbolo puede representar el elemento en sí, un átomo del mismo o un átomo-gramo: así, **Fe** es hierro, un átomo de hierro o bien un átomo-gramo de hierro

FÓRMULA es la representación abreviada de un compuesto. En ella se representan como mínimo los símbolos de los elementos que forman parte de dicho compuesto afectados por unos subíndices que nos indican el número de átomos de cada elemento que existen en la molécula.

Según las características que se indiquen, podemos tener varias clases de fórmulas:

- **Empírica** cuando se indica solamente la proporción en que entran los átomos que componen dicha molécula. En el caso del agua oxigenada: (HO)
- **Molecular** cuando se indica el número de átomos de cada elemento que componen una molécula de ese compuesto: H_2O_2 .
- **Semidesarrollada** cuando se representan los enlaces más importantes de la molécula de ese compuesto: HO-OH
- **Estructural o desarrollada** cuando se representan todos los enlaces existentes en la molécula de ese compuesto: H-O-O-H.
- **Espacial** Cuando se representan todos los enlaces pero orientados en el espacio. Esta representación es especialmente interesante en Química Orgánica.



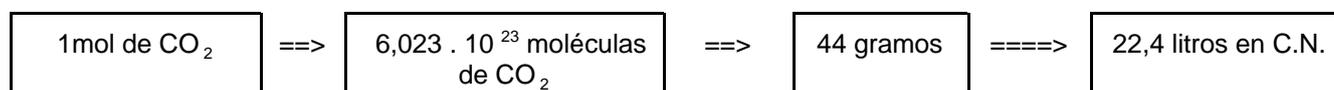
NÚMERO DE AVOGADRO. ÁTOMO-GRAMO, MOLÉCULA-GRAMO. MOL

La unidad de medida de la masa de una sustancia puede ser, sin ningún tipo de problema, el átomo o la molécula, pero debido a sus reducidas dimensiones nunca podremos trabajar con esos átomos o moléculas individuales, pues cualquier cantidad pesable contiene un gran número de estos átomos o moléculas. Por ello se hace necesario manejar otras unidades. A finales del siglo XIX se decidió adoptar como unidad de medida de cantidad de masa el átomo-gramo, molécula-gramo y mol, las cuales traducen aun nivel observable (el de gramo) las relaciones que existen a nivel de átomos y moléculas.

- **ÁTOMO-GRAMO:** es la cantidad de un elemento que contiene el número de Avogadro de átomos.
- **MOLÉCULA-GRAMO:** es la cantidad de un compuesto que contiene el número de Avogadro de moléculas
- **MOL:** Es la cantidad de sustancia que contiene el número de Avogadro de partículas, este concepto engloba los de átomo-gramo y molécula gramo.
- **NÚMERO DE AVOGADRO:** Es el número de partículas que contiene un mol, y es igual a $6,023 \cdot 10^{23}$.
Corresponde a la relación de equivalencia entre el gramo y la unidad de masa atómica:
 $1 \text{ gramo} = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ Umas}$.
- **HIPÓTESIS DE AVOGADRO:** Volúmenes iguales de gases diferentes en las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas
- **VOLUMEN MOLAR NORMAL:** Un mol de cualquier gas ideal en Condiciones Normales (1 atm y 0°C) ocupa 22,4 litros

La relación entre todos estos conceptos se establece en dos niveles, en un primer nivel se establecería la relación entre MOLES, MASA EN GRAMOS y VOLUMEN EN LITROS (si se trata de un gas), y en el segundo nivel se establecería la relación entre MOLÉCULAS (o ÁTOMOS) y MASA EN UMAs. La relación entre las cantidades que aparecen en ambos niveles, vendría dada por el número de Avogadro.

Aplicando ésto a un caso concreto tal como el dióxido de carbono (CO_2), que es un compuesto gaseoso cuyo peso molecular es 44, tendremos que:



PESOS Y MASAS ATÓMICAS Y MOLECULARES

UNIDAD DE MASA ATÓMICA es la doceava parte de la masa de un átomo de C-12 (Carbono-12). Su relación con el gramo viene dada también por el número de Avogadro: **1 gramo = $6,023 \cdot 10^{23}$ UMAs**

MASA ATÓMICA es el número de veces que la masa de un átomo contiene a la doceava parte de la masa de un átomo de C-12.

MASA MOLECULAR es el número de veces que la masa de una molécula contiene a la doceava parte de la masa de un átomo de C-12. Es igual a la suma de las masas atómicas de todos los átomos que componen dicha molécula.

PESO ATÓMICO (\bar{A}) o MASA ATÓMICA MEDIA es la media ponderada de las masas atómicas de todos los isótopos de un mismo elemento.

- Los elementos están compuestos por átomos que tienen diferente masa atómica, debido a que en su núcleo tienen diferente número de neutrones; son los **isótopos**, aunque no están todos en la misma proporción. Debido a ello, para determinar la masa atómica de un átomo medio, debe calcularse la media aritmética de las masas atómicas de todos los isótopos de un mismo elemento teniendo en cuenta la proporción en que se encuentra cada uno. Esta masa atómica media recibe el nombre de **peso atómico** ya que aunque realmente sea una masa no un peso, la IUPAC acordó adoptar por convenio el nombre de peso atómico o molecular para indicar esas masas medias de los átomos o moléculas, lo cual en la tierra no tiene excesiva importancia práctica, ya que, por ejemplo, una masa de 1 Kg (unidad del S.I.) tiene un peso de 1 Kg (unidad del sistema terrestre).

PESO MOLECULAR o MASA MOLECULAR MEDIA es la suma de los pesos atómicos de todos los átomos que componen una molécula.

Por ejemplo, el ácido sulfúrico tiene de fórmula: H_2SO_4 , por lo que su peso molecular será la suma de los pesos atómicos de 2 átomos de hidrógeno, 1 de azufre y 4 de oxígeno:

$$\begin{array}{rcl} H_2: & 2 \times 1 & = & 2 \\ S: & 1 \times 32 & = & 32 \\ O_4: & 4 \times 16 & = & 64 \\ \hline \text{Total:} & 98 & \implies & \text{Peso molecular del } H_2SO_4 = 98 \end{array}$$

Como acabamos de calcular, el peso molecular de este ácido es 98, lo cual quiere decir que la masa de una molécula de este ácido es de 98 UMAS, y que la masa de un mol de mismo es de 98 g cantidad ésta en la que hay 2 g de hidrógeno, 32 g de azufre y 64 g de oxígeno.

5 - LAS TRANSFORMACIONES QUÍMICAS

LOS FENÓMENOS O CAMBIOS EN LA NATURALEZA

En la naturaleza y en laboratorio pueden realizarse diversos tipos de transformaciones, las cuales afectarán a diferentes aspectos de la materia. Básicamente pueden ser de dos tipos:

- FENÓMENOS, CAMBIOS, TRANSFORMACIONES O MÉTODOS FÍSICOS son todas aquellas transformaciones en las que no se modifica la estructura íntima de la materia. Pueden realizarse varias veces con una misma porción de materia. Por ejemplo los cambios de color o de estado físico, una filtración, etc.
- FENÓMENOS, CAMBIOS, TRANSFORMACIONES O MÉTODOS QUÍMICOS son todas aquellas transformaciones en las que se modifica la estructura íntima de la materia. Solamente pueden realizarse una vez con una misma porción de materia. Por ejemplo, una combustión. Son unos procesos en los cuales desaparecen unas sustancias, llamadas reactivos para aparecer otras diferentes, llamadas productos de la reacción; suelen ir acompañadas de variaciones de energía.

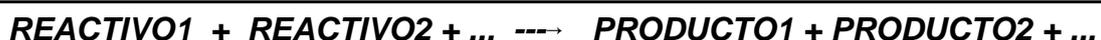
Diferencias entre ambos

- Los cambios químicos van acompañados de una modificación de la estructura íntima de la materia, mientras que los cambios físicos solo alteran ligeramente alguna propiedad física (color, estado, etc...).
- Una transformación química es permanente por lo que solo puede realizarse una vez con una misma porción de materia, mientras que los cambios físicos son temporales por lo que pueden realizarse varias veces con una misma porción de materia.
- Los cambios químicos suelen ir acompañados por variaciones de energía, mientras que en los fenómenos físicos o no la hay o bien ésta es muy pequeña.

Una TRANSFORMACIÓN QUÍMICA se representa mediante una ECUACIÓN QUÍMICA, que es el conjunto de símbolos y fórmulas con los que se representa abreviadamente una reacción química. Está formada por los

símbolos o fórmulas de los reactivos separados entre sí por signos "+" seguidos del signo \rightarrow o bien \rightleftharpoons , para indicar el sentido en el que se produce la reacción, detrás del cual se colocan los símbolos o fórmulas de los productos de la reacción.

En toda ecuación química ha de haber el mismo número de átomos de cada elemento en los reactivos que en los productos, para lo que se ha de colocar un coeficiente adecuado delante de la fórmula de cada sustancia. Cuando se cumple esto, se dice que la ecuación está ajustada. Es una **reacción estequiométrica**.



TIPOS DE REACCIONES QUÍMICAS

Las reacciones químicas pueden clasificarse en diversos grupos, de acuerdo con la propiedad de los mismos que se tenga en cuenta, así tenemos:

a) Atendiendo a cómo se intercambien los átomos entre los diferentes reactivos:

- 1) **REACCIÓN DE COMBINACIÓN O DE SÍNTESIS** es aquella en la que se unen dos o más reactivos para dar un solo producto:



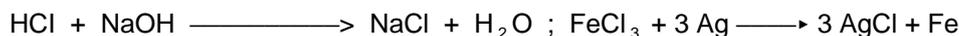
- 2) **REACCIÓN DE DESCOMPOSICIÓN** es aquella en la que a partir de un solo reactivo se obtienen varios productos:



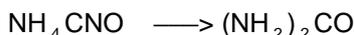
- 3) **REACCIÓN DE DESPLAZAMIENTO O SUSTITUCIÓN** es aquella en la que un elemento sustituye a otro que forma parte de un compuesto, liberándose este elemento.



- 4) **REACCIÓN DE DOBLE SUSTITUCIÓN, DOBLE DESPLAZAMIENTO O METÁTASIS** es aquella en la que dos compuestos intercambian algunos de sus elementos:



- 5) **REACCIÓN DE REAGRUPAMIENTO INTERNO O CAMBIO ISOMÉRICO:** Es aquella transformación de un compuesto en otro tal que se mantiene la cantidad inicial de cada uno de los elementos que los forman. El reactivo y el producto de la reacción tienen la misma fórmula molecular.

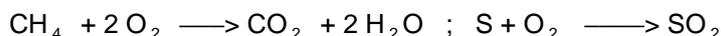


b) Atendiendo al tipo de proceso químico que tenga lugar:

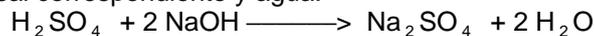
- 1) **REACCIÓN DE FORMACIÓN:** es aquella en la que se obtiene un mol de un compuesto a partir de sus elementos componentes en su forma más estable. (*Las reacciones de formación son todas reacciones de combinación*):



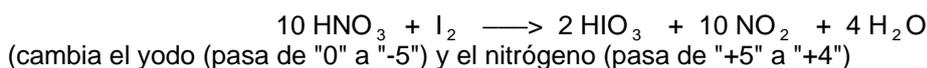
- 2) **REACCIÓN DE COMBUSTIÓN** es aquella en la que un compuesto reacciona con el oxígeno (se quema), obteniéndose los correspondientes óxidos. (*Si se quema un compuesto orgánico se forman siempre agua y óxido de carbono(IV), ya que está compuesto por carbono e hidrógeno*)



- 3) **REACCIÓN DE NEUTRALIZACIÓN:** es aquella en la que reaccionan un ácido con una base (hidróxido), obteniéndose siempre la sal correspondiente y agua:



- 4) **REACCIÓN DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN (REDOX)** es aquella en la que cambia el número de oxidación de algunos de los elementos que intervienen en ella:



c) Atendiendo al intercambio de energía que se produzca:

- 1) **REACCIÓN EXOTÉRMICA:** Es aquella en la que se produce un desprendimiento de energía en forma de calor. (Desprenden calor)

- 2) **REACCIÓN ENDOTÉRMICA:** es aquella en la que es necesario suministrar calor a los reactivos para que se produzca la reacción. (Absorben calor).

6 - LEYES GENERALES DE LA QUÍMICA

Son una serie de leyes enunciadas en los siglos XVIII y principios del XIX, que pusieron las bases para el posterior desarrollo de la química. Estas leyes rigen las transformaciones químicas, relacionando las cantidades de las sustancias que intervienen en ellas. Si utilizan relaciones de masas, reciben el nombre de **leyes ponderales**, y si emplean relaciones entre volúmenes, **leyes volumétricas**.

LEYES PONDERALES:

- **LEY DE LAVOISIER O DE CONSERVACIÓN DE LA MASA:** Enunciada en 1785, dice: *"En toda reacción química ordinaria, la masa de las sustancias que reaccionan es igual a la de los productos de la reacción"*.
- **LEY DE PROUST O DE LAS PROPORCIONES DEFINIDAS:** Enunciada en 1801, dice: *"Cuando dos o más elementos se combinan para formar un determinado compuesto, lo hacen siempre en una relación en pesos definida y constante"*.
- **LEY DE DALTON O DE LAS PROPORCIONES MÚLTIPLES:** Enunciada en 1803, dice: *"Los pesos de un mismo elemento que se combinan con una cantidad fija de otro elemento para dar en cada caso un compuesto diferente, están en la relación de números enteros pequeños"*.
- **LEY DE RICHTER O DE LAS PROPORCIONES RECÍPROCAS:** Enunciada en 1792, dice: *"Los pesos de elementos diferentes que se combinan con un mismo peso de un elemento dado, son los pesos relativos de aquellos elementos cuando se combinan entre sí, o bien sus múltiplos o submúltiplos"*.

Si relacionamos los pesos de todos los elementos con el oxígeno o el hidrógeno, obtendríamos el **PESO EQUIVALENTE**, ya que éste se define como: *"El peso de un elemento que reacciona o sustituye exactamente a 1,008 g de Hidrógeno (1 átomo-gramo) o bien a 8,000 g de Oxígeno (medio átomo-gramo)"*.

LEYES VOLUMÉTRICAS:

- **LEY DE GAY LUSSAC O DE LOS VOLÚMENES DE COMBINACIÓN:** Enunciada en 1808, dice: *"En cualquier reacción química, los volúmenes de todas las sustancias gaseosas que intervienen en ella están en la relación de números enteros pequeños"*.

TEORÍA ATÓMICA DE DALTON

Fue formulada en 1803 y puede considerarse como la primera teoría atómica. Se resume en los siguientes puntos:

- 1- Los elementos están constituidos por átomos, que son partículas separadas e indestructibles.
 - 2- Los átomos de un mismo elemento son todos exactamente iguales entre sí, tanto en masa como en todas las demás propiedades.
 - 3- Los átomos de elementos diferentes tienen masa y propiedades diferentes.
 - 4- Dos o más átomos de uno o varios elementos pueden unirse entre sí para formar moléculas de un compuesto determinado, que serán todas iguales entre sí tanto en masa como en las demás propiedades.
-