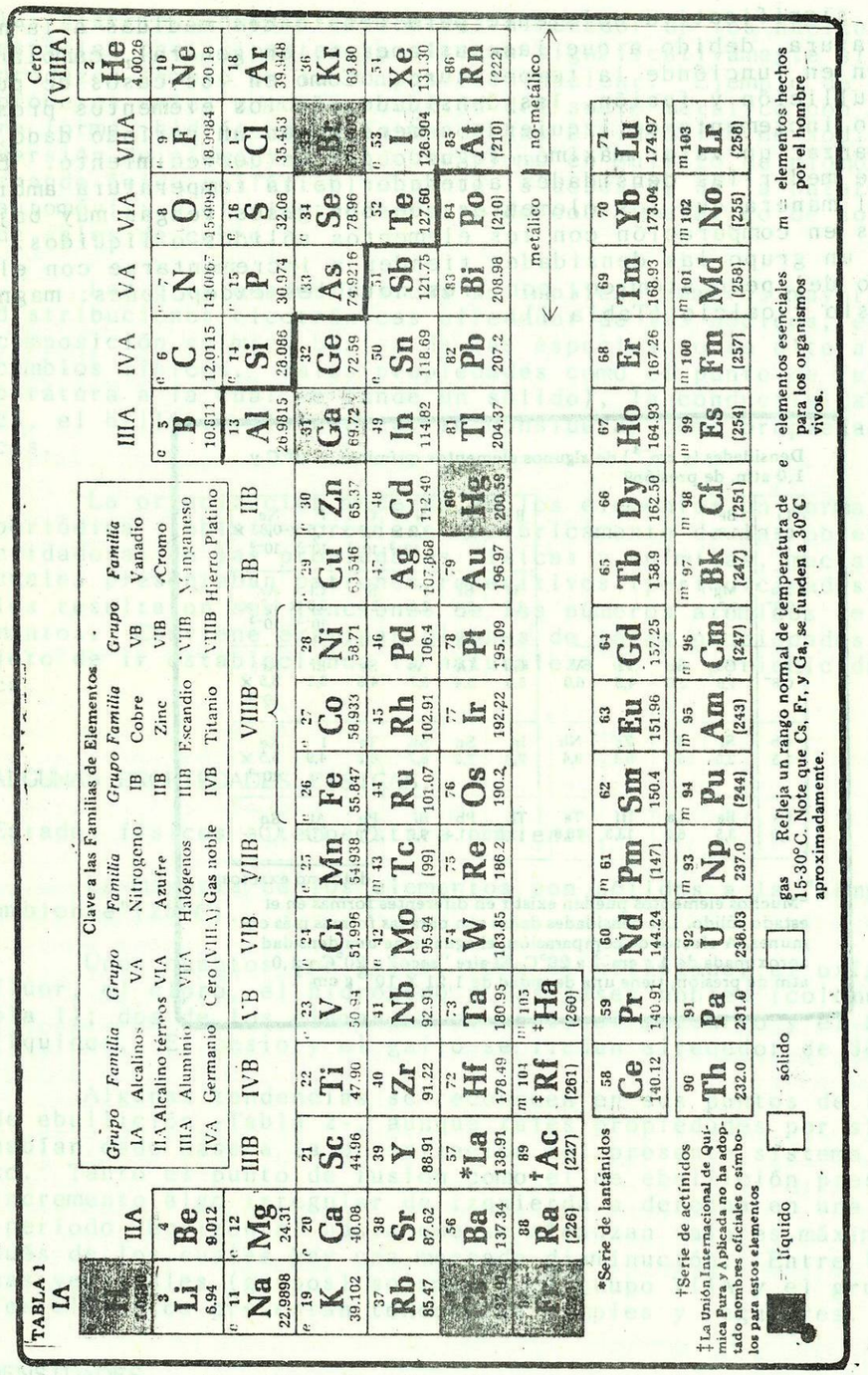


TABLA 2

Puntos aproximados de fusión y ebullición (°C) de algunos elementos químicos

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	Cero
180	1280					2000	3730	−210	−220	−220	−250
Li	Be					B	C	N	O	F	Ne
1320	2510					2550	4200	−200	−180	−190	−250
100	650					660	1410	40	120	−100	−190
Na	Mg					Al	Si	P	S	Cl	Ar
880	1110					2470	2480	280	440	−40	−100
60	850	1540	1670	1890	1880	30	940	820	220	−10	−160
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
760	1480	2730	3260	3000	2200	2400	2700	610	690	60	−150
40	770	1510	1850	2470	2610	160	230	630	450	110	−120
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
690	1380	3200	3580	4930	5560	2080	2270	1440	990	180	−110
30	710	920	2230	3000	3410	300	330	270	250	?	−70
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
710	1500	3470	5400	6100	5900	1460	1740	1630	960	?	−60

Los valores tabulados aquí son aproximados a los 10°C más cercanos para efectos de comparación.

Clave

180 ——— punto de fusión aproximado

Li ——— símbolo

1320 ——— punto de ebullición aproximado a 1,00 atm de presión

† demasiado inestable (radiactivo) para datos exactos

La definición que hemos dado de materia, así como el señalar los distintos tipos de propiedades que presentan no nos permite todavía comprender como está constituída la materia, y por que se presenta en tantas formas diferentes. A continuación estudiaremos como se llega a explicar la constitución de la materia.

5. TEORIA ATOMICA DE LA MATERIA.

5.1. LA LEY DE LAS PROPORCIONES DEFINIDAS.

Como señalamos en la unidad anterior Boyle fué el primero en formular la noción moderna de elemento, como aquella substancia que no puede ser descompuesta en otras más simples. Esta definición fué rápidamente aceptada gracias a los trabajos de Lavoisier, más no sucedía lo mismo con la noción de *mixto* con cuyo nombre se designaban los sistemas que estaban formados, genéricamente, por más de un elemento. Se reconocían dos tipos de mixtos homogéneos y heterogéneos. Los mixtos heterogéneos no presentaban problema, eran nuestras actuales mezclas heterogéneas fáciles de identificar.

Con respecto a los mixtos homogéneos existía una fuerte con-

troversia por un lado se consideraban dos tipos de mixtos homogéneos, los compuestos y las soluciones por el otro no se hacía tal distinción.

Claudio Luis Berthelot apoyaba la segunda de estas ideas, afirmaba que en un compuesto formado por dos elementos x e y, variaría la proporción de estos según el método de preparación del compuesto, igual sucedería con las soluciones por lo tanto no había por que hacer tal distinción. Opuesta a los puntos de vista de Berthelot estaba la opinión de José Luis Proust. Proust demostró en 1799 que el carbonato de cobre, por ejemplo, contenía cobre, carbono y oxígeno en proporciones definidas en peso, no importando como se hubiera preparado en el laboratorio ni como se hubiera aislado de las fuentes naturales. La proporción era siempre de 5.3 partes de cobre por 4 de oxígeno y 1 de carbono.

Proust llegó a demostrar que una situación similar se presentaba también para muchos otros compuestos, y formuló la generalización de que todos los compuestos contenían elementos con ciertas proporciones definidas y no en otras combinaciones, independientemente de las condiciones bajo las cuales se había formado. A esto se le llamó Ley de las Proporciones Definidas. A partir de que se dio a conocer la ley de Proust empezaron a plantearse dentro del panorama de la química una serie de problemas muy importantes. Después de todo, ¿por qué habría de ser cierta la ley de las proporciones definidas? ¿por qué un cierto compuesto tenía que estar hecho siempre de 4 partes de x y una parte de y, pongamos por caso y nunca de 4.1. partes de x y .0 de y o 3.0 partes de x por 1.1 de y? Si la materia es contínua esto podría ser cierto, los elementos podrían unirse en proporciones variables, pero esto no concordaba con los hechos experimentales, diversos químicos después de Proust habían comprobado sus resultados, había pues que buscar explicar esto sin considerar que la materia fuese contínua.

5.2. JOHN DALTON Y SU TEORIA ATOMICA.

El químico inglés John Dalton (1766-1844) consideró detenidamente esta cuestión y razonó de la siguiente manera: Supongamos que un compuesto se forma cuando un átomo de x se une con uno de y, y no de otra manera. Supongamos a continuación que cada átomo de x pesase 4 veces más que cada átomo de y. Entonces el compuesto tendría que tener exactamente 4 partes de x por 1 parte de y.

Dalton en su "New System of Chemscal Philosophy" expresó:

"Si las últimas partículas de una substancia, como el agua son todas iguales entre sí, es decir, poseen la misma forma el mismo peso etc. En cuanto sabemos no tenemos ningún fundamento para suponer distintos entre si los "átomos" de agua. Si sucede eso para ésta, lo mismo debe de suceder para los elementos de los cuales consta el agua, o sea el hidrógeno y el oxígeno.

Pueden hacerse observaciones análogas para todas las substancias. De esto podemos concluir que las partículas últimas de toda materia homogénea son completamente iguales en forma, peso, etc. En otras palabras, cualquier átomo de agua es igual a cualquier otro átomo de agua:cualquier otro átomo de hidrógeno es igual a cualquier otro átomo de hidrógeno, etc".

Así Dalton pudo formular la primera teoría práctica de los átomos y de las moléculas, parte fundamental de la química moderna y sin la cual el desarrollo de ésta no habría sido posible. "Las partículas finales de todos los cuerpos simples son átomos, no susceptible de posteriores divisiones, escribió. Todos estos átomos son esferas, cada una con su propio peso, que puede expresarse en números".

Así según Dalton toda la materia se compone de átomos. De las principales proposiciones formuladas por Dalton podemos enunciar las siguientes:

1) Todos los cuerpos simples o elementos están formados por partículas pequeñísimas, los átomos, que permanecen indivisibles en el curso de las reacciones químicas.

2) Todos los átomos de un determinado elemento son idénticos y tienen igual masa; y los átomos de diferentes elementos tienen diferentes masas.

3) Cuando dos o mas cuerpos simples (elementos) se combinan, el cuerpo compuesto resulta de la unión de átomos de diferente especie, el número de átomos que se combinan lo hacen en proporciones definidas.

4) Los átomos de un compuesto son idénticos entre sí en forma, masa, etc.

Al afirmar Dalton que los compuestos químicos están formados por átomos de diferentes elementos, combinados en proporciones definidas, dedujo que la porción más pequeña de un compuesto consistía en una agrupación de un número definido de átomos de cada elemento, lo que llamó átomo compuesto, y que ahora conocemos por molécula, y que para un compuesto dado, estas eran idénticas entre sí.

Con esto convalidó la ley de las Proporciones Definidas y permitió diferenciar claramente entre un compuesto y una solución.

Por un lado las moléculas de un compuesto son idénticas entre sí y se forman en proporciones fijas y definidas, mientras que las soluciones (mezclas homogéneas) presentan moléculas diferentes y aquellas se forman en proporciones variables.

Los átomos de Dalton eran, claro está, demasiado pequeños para verse, incluso al microscopio, la observación directa era imposible. Sin embargo, las medidas indirectas podían aportar información sobre sus pesos.

Dalton supuso que las substancias mas comunes estaban formadas por la unión de un átomo de un elemento con otro átomo de otro elemento.

Por ejemplo, el agua se forma al combinarse una parte de hidrógeno con 8 partes de oxígeno, entonces podrá deducirse que el átomo de oxígeno era ocho veces más pesado que el átomo de hidrógeno. Dalton decidió tomar, arbitrariamente, el peso del átomo de hidrógeno igual a 1, entonces el átomo de oxígeno en esta escala sería 8. Por otra parte, si una parte de hidrógeno se combina con cinco partes de nitrógeno para formar amoníaco, y si se supone que la molécula de amoníaco está formada de un átomo de hidrógeno y otro de nitrógeno, puede deducirse que el átomo de nitrógeno tiene un peso de 5.

Razonando de este modo, Dalton formuló la primera tabla de pesos atómicos. Esta tabla resultó estar equivocada en varios puntos, lo cual no desmerece el trabajo de Dalton, pues con el tiempo se vió que esa combinación uno a uno no era necesariamente el caso más frecuente.

Una vez aceptada la Teoría Atómica podrán representarse los compuestos como formados de moléculas con un número fijo de átomos de diferentes elementos. Parecía entonces muy natural intentar representar tales moléculas dibujando el número conveniente de átomos de cada elemento.

Dalton empleo pequeños círculos específicos para cada elemento. Representó el oxígeno mediante un círculo simple, un círculo con un punto central era un átomo de hidrógeno, con una línea vertical un átomo de nitrógeno, y así sucesivamente. Pero como resultaba difícil inventar círculos suficientemente diferentes para cada elemento, Dalton dejó algunos indicados con una letra apropiada. Así el cobre tenía una C, el zinc una Z, etc.

Berzelius químico sueco, vió que los círculos eran superfluos y que bastaban las iniciales solas. Sugirió por lo tanto, que cada elemento tuviese un símbolo válido tanto para representar el elemento en general como para un átomo del elemento, y que este símbolo consistiese en principio en la inicial del nombre latino del elemento. Si dos o más elementos poseían la misma inicial, podía añadirse una de las letras siguientes del nombre. Así se constituyeron los símbolos químicos de los elementos, y hoy en día hay consenso sobre ellos y son aceptados internacionalmente, podría quizás, pensarse que no es justo el atribuir a Dalton la Teoría Atómica de la Química, dejando de lado a los filósofos de la antigüedad y a muchos otros químicos y físicos anteriores a Dalton y que utilizaron el concepto de átomo.

Pero hay que observar que Dalton fué el primero en:

a) Hacer afirmaciones claras y precisas respecto de los átomos (le asigna peso, aclara que hay casos en que son iguales entre si y casos en que no lo son).

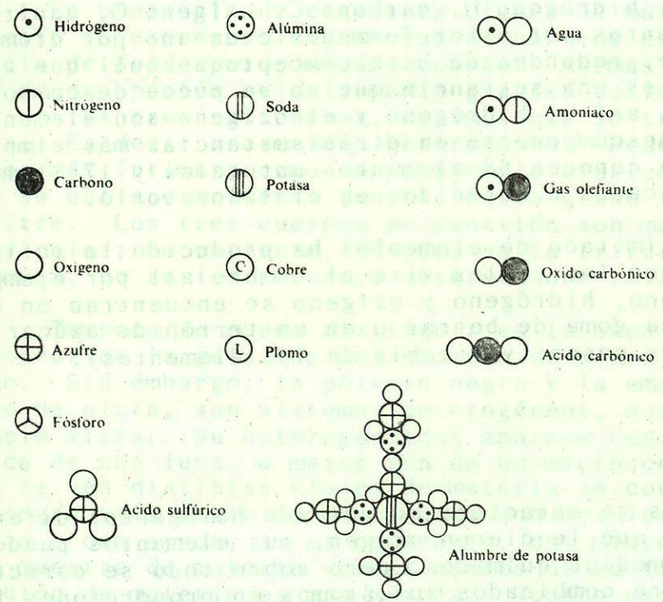
b) Sacar conclusiones que la experiencia podría verificar o no.

c) Finco en las conclusiones a las que llegó una notación química conveniente.

d) Determinar, todo lo imperfectamente que se quiera pero determinar al fin, por primera vez los pesos atómicos.

Por estas razones consideramos justificado atribuir a Dalton la expresión de la Teoría Atómica en la química.

Por último, se puede afirmar que la Teoría Atómica de Dalton vino a fundamentar la clasificación que se hace de las substancias en elementos, compuestos y mezclas.



Símbolos y fórmulas propuestos por Dalton.

6. CLASIFICACION DE LA MATERIA.

6.1. LOS ELEMENTOS.

Es evidente que los elementos han existido desde siempre, pero el hombre los ha conocido como tales en los últimos 300 años.

No se les había reconocido por lo que eran, debido a que ra-

ra vez aparecen en la naturaleza excepto combinados entre sí, formando compuestos químicos que en modo alguno se asemejan físicamente a sus progenitores.

Incluso cuando aparecieron en tiempos primitivos, los elementos no despertaron la curiosidad del hombre, no le interesaba lo que eran, sino para qué servían y en el mejor de los casos -- los consideraban formados por los cuatro elementos de Aristóteles tierra, aire, agua y fuego. A partir del siglo XVII surge - un concepto nuevo sobre el elemento y se le separa de los com- - puestos, reconociendo a éstos como formados por elementos.

De acuerdo a la teoría atómica, un elemento químico es una sustancia formada por átomos con idénticas propiedades químicas por ejemplo oro Au, hidrógeno H, carbono C, oxígeno O, azufre S, son todos los elementos por estar formados cada uno por átomos - de la misma especie, redondeando este concepto a aquél que afirma que un elemento es una sustancia que no se puede descomponer en otra más simple, así el hidrógeno y el oxígeno son elementos por que no pueden descomponerse en otras sustancias más simples. En la actualidad se conocen 88 elementos naturales y 17 llamados artificiales, fabricados u obtenidos en el laboratorio.

Este número limitado de elementos ha producido la infinita variedad de cosas con las cuales vive el hombre así por ejemplo los elementos carbono, hidrógeno y oxígeno se encuentran en un - bloque de papel, una goma de borrar o en un terrón de azúcar, sólo por citar algunos casos (ver tabla de los elementos).

6.2. LOS COMPUESTOS.

Los compuestos se caracterizan por ser homogéneos diferentes a los elementos que le dieron origen, sus elementos pueden - separarse sólo por medios químicos, pero sobre todo se caracterizan por estar siempre combinados sus átomos en proporciones fi-- jas y definidas. En un compuesto todas sus moléculas son igua-- les, pero los átomos que las forman son diferentes por ejemplo. El agua es un compuesto formado por moléculas idénticas de H_2O - es decir cada molécula consta de dos átomos de hidrógeno H y un átomo de oxígeno 0, los cuales son elementos que a condiciones - ambientales normales son gases mientras que el agua a esas mis-- mas condiciones es líquida. Consideremos el caso del cloruro de sodio (sal común, sal de mesa) un compuesto formado por la unión de un átomo de cloro Cl con uno de sodio Na, dicho compuesto estará formado por moléculas idénticas NaCl y cualquier molécula - de dicho compuesto guardará siempre esa relación de uno a uno. - Además el cloro en forma elemental es un gas verdoso, venenoso - el sodio es un elemento metálico, blando, plateado, venenoso también. Y sin embargo cuando se combinan estos dos elementos venenosos forman un compuesto con propiedades totalmente nuevas, e - incluso básico en nuestra dieta.

6.3. LAS MEZCLAS.

Ahora bien, el químico admite que en ciertos casos todas las moléculas presentes en una muestra de materia son de la misma naturaleza y que en otros casos aquellas son diferentes entre sí. - - Cuando se tiene la primera de las posibilidades, se está en presencia de una mezcla.

Cuando observamos un trozo de granito, su heterogenidad salta a la vista. En efecto, el ojo distingue sin ayuda de ningún -- instrumento, la presencia de tres clases de materia a las cuales - los mineralogistas llaman feldespato, mica y cuarzo. Se les dis-- tingue sin ninguna dificultad ya que la primera forma masas blan-- cas, opacas; la segunda, laminillas negras muy brillantes y masas vitrias, incoloras, la tercera.

La presencia de esas tres clases de materia en todo trozo de granito se expresa diciendo que dicha roca está formada por una -- mezcla de feldespato, mica y cuarzo. Además podemos indicar el hecho de que partes relativamente grandes de la roca contienen sólo una de las tres sustancias, decimos que se trata de una mezcla grosera. Es decir una mezcla heterogénea. Podemos realizar mezclas mucho más íntimas, como en el ejemplo clásico de la pólvora negra que se obtiene moliendo juntos, hasta grano fino, azufre, carbón y salitre. Los tres cuerpos en cuestión son muy diferentes en aspecto y color; no obstante, después de la trituración y mezclado de - la masa, no se les reconoce observándose solamente un polvo negro.

Tampoco se puede distinguir en la capa sensible de una placa fotográfica la gelatina del bromuro de plata que se le ha incorporado. Sin embargo, la pólvora negra y la emulsión de gelatina-bromuro de plata, son sistemas heterogéneos, aunque no lo parecen a - simple vista. Su heterogeneidad aparece cuando se les observa con ayuda de una lupa, o mejor aún de un microscopio. Dado que entonces se ven distintas clases de materia se conviene en que la pólvora negra y la emulsión mencionada son mezclas. Cuando a simple -- vista o con ayuda, si es necesario, del microscopio, se observa en una muestra de materia varias clases de sustancias se dice que esa porción de materia es una mezcla. Cuando esta heterogeneidad no - aparece, es decir cuando la vista aún con la ayuda de los instru-- mentos ópticos, sólo distingue una clase de materia, se dice que - el sistema examinado es homogéneo. Que los elementos y compuestos son homogéneos está implícito en su definición; por el contrario, se tiene que, a menudo, la unión de varias clases de materia, da - un sistema homogéneo, y también que de un sistema homogéneo se pueden extraer varias clases de materia.

Una solución acuosa de permanganato de potasio, perfectamente límpida, obtenida por disolución de ese compuesto en agua, da, por evaporación, sus componentes nuevamente separados. Observando la solución al microscopio, por pequeñas que sean las gotitas examinadas, se les ve idénticas entre sí, salvo las diferencias de --