

1. El átomo a través de la historia

Demócrito (460 AC - 370 AC), filósofo griego fue el primero en pensar que la materia estaba constituida por partículas indivisibles a las que llamó “átomos” (que significa precisamente indivisible). Entonces no había métodos para poder demostrar su existencia, así que simplemente postuló dicha hipótesis. Tampoco diferenció entre átomos y moléculas.

Actividad 1:

Realiza un dibujo sencillo de:

<i>Un átomo</i>	<i>Dos átomos iguales</i>
<i>Tres átomos diferentes</i>	<i>Una molécula formada por dos átomos iguales</i>
<i>Una molécula formada por dos átomos diferentes</i>	<i>Una molécula formada por dos átomos iguales y uno diferente.</i>

Pero durante muchos siglos los científicos no pudieron demostrar la existencia de los átomos. Hasta que en 1808, Dalton, químico inglés, publicó su libro “Un nuevo sistema de Filosofía Química”. En él expone su teoría sobre la constitución de la materia, que se basa en tres postulados:

- *1.- Cada elemento químico está formado por partículas diminutas e indivisibles llamadas átomos. Dichos átomos permanecen inalterados en el proceso químico, es decir, son inmutables: no se pueden transformar unos en otros.*
- *2.- Los átomos de un elemento tienen todos igual masa y las mismas propiedades; sin embargo, son distintos de los átomos de cualquier otro elemento.*
- *3.- Los compuestos químicos están formados por uniones de átomos de “distintos” elementos que se llaman moléculas. La proporción numérica entre ellos es simple y constante. (Los elementos también pueden formar moléculas de dos o más átomos “iguales”).*

A comienzos del siglo XIX existían experiencias de fenómenos eléctricos que demostraban que la materia podía ganar o perder cargas eléctricas. Por tanto, esas cargas eléctricas debían de estar de alguna forma en el interior de los átomos. Si esto era cierto, la teoría de Dalton era errónea, ya que decía que los átomos eran indivisibles e inalterables.

2. Partículas fundamentales

Las partículas fundamentales de un átomo son las partículas constituyentes de cualquier átomo. El átomo, y por tanto toda la materia está formado principalmente por tres partículas fundamentales: electrones, neutrones y protones.

PARTÍCULAS ELEMENTALES DEL ÁTOMO			
Partícula	Símbolo	Masa	Carga
Electrón	e^-	$9,11 \cdot 10^{-31}$ kg	$- 1,6 \cdot 10^{-19}$ C
Protón	p^+	$1,673 \cdot 10^{-27}$ kg	$+ 1,6 \cdot 10^{-19}$ C
Neutrón	n	$1,675 \cdot 10^{-27}$ kg	0

Actividad 2:

¿En qué se parecen las partículas fundamentales?

¿En qué se diferencian las partículas fundamentales?

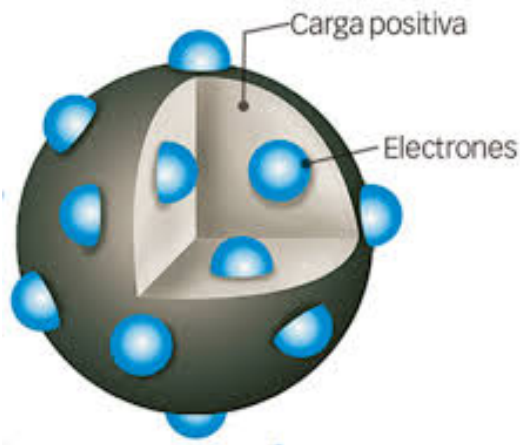
3. Modelos atómicos

La forma en la que nos imaginamos el átomo ha ido cambiando a lo largo de la historia. A esta representación mental es lo que se conoce como modelo atómico. Los modelos tienen que explicar la propiedades y los experimentos que se hacen con los átomos. Como se han descubierto nuevas características y se han hecho nuevos experimentos se ha visto necesario cambiar el modelo para que éste intenten adecuarse a dichas novedades.

a. Modelo atómico de Thomson

A Sir Joseph John Thomson (1856-1940) se le considera el descubridor del electrón por sus experimentos con electrones que componen los rayos catódicos. Después de haber demostrado claramente que dichos rayos estaban formados por

electrones, demostró asimismo, que tales partículas están cargadas negativamente; cuantificó directamente su energía y, en 1897, con un célebre experimento, determinó la relación entre su carga y su masa. Al año siguiente, cuantificó también su carga, que demostró que era igual a la de los iones hidrógeno pero de signo opuesto.



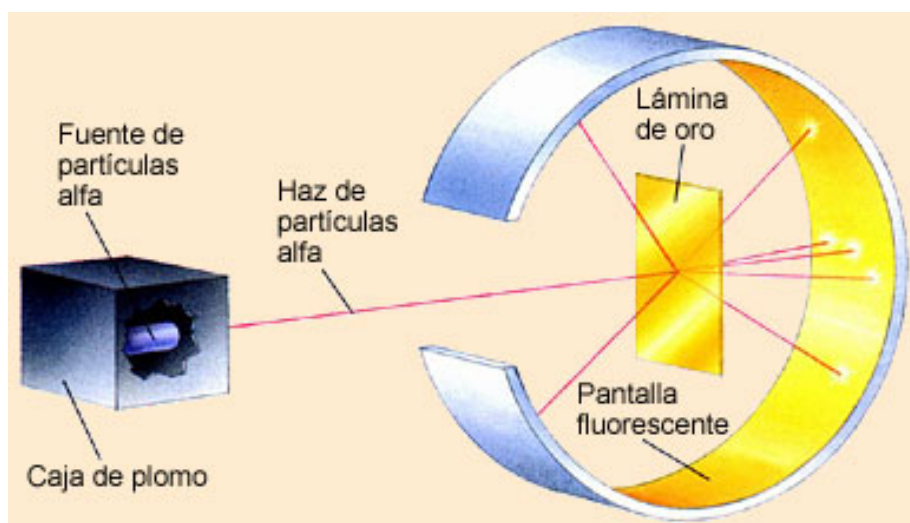
Los resultados de los experimentos anteriormente expuestos le llevaron a proponer un modelo de átomo conocido informalmente como el pudín de ciruelas, según el cual los electrones eran como 'ciruelas' negativas incrustadas en un 'pudín' de materia positiva. Dicho átomo era eléctricamente neutro

Actividad 3: ¿Qué significa eléctricamente neutro?

b. Modelo atómico de Rutherford

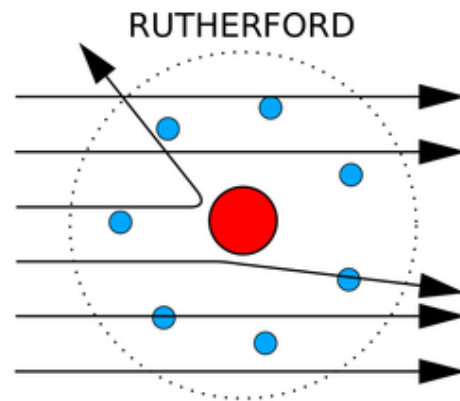
Sir Ernest Rutherford (1871-1937), ayudante de J.J. Thomson, diseñó un experimento llamado de la lámina de oro con el objetivo de comprobar si el modelo propuesto por Thomson era cierto.

El experimento consistió en mandar un haz de partículas alfa (partículas con carga positiva) sobre una fina lámina de oro y observar cómo dicha lámina afectaba a la trayectoria de dichos rayos.



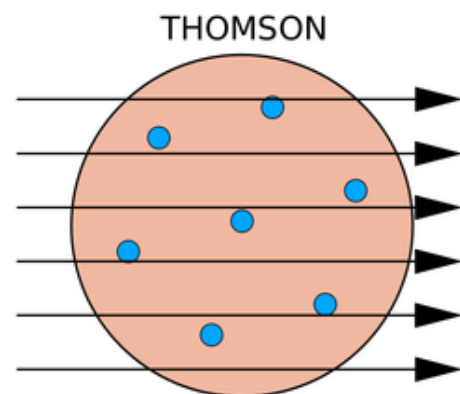
Actividad 4: Describe los resultados del experimento. ¿Qué les pasa a las partículas alfa al aproximarse a la lámina de oro?

Lo que ocurrió en realidad:



Lo que esperaba que ocurriese:

Como en el modelo atómico de Thomson las cargas positivas y negativas estaban distribuidas uniformemente, la esfera debía ser eléctricamente neutra, y las partículas alfa pasarían a través de la lámina sin desviarse.



Rutherford, basándose en los resultados estableció que el modelo de Thomson era errónea, y propuso el llamado modelo atómico de Rutherford o modelo atómico nuclear.

El átomo está formado por dos partes: núcleo y corteza.

El **núcleo** es la parte central, de tamaño muy pequeño, donde se encuentra toda la carga positiva y, prácticamente, toda la masa del átomo.

Actividad 5: ¿Qué resultados del experimento de Rutherford corroboran la existencia del núcleo?

La **corteza** es gran espacio casi vacío, inmenso en relación con las dimensiones del núcleo. Aquí se encuentran los electrones con masa muy pequeña y carga negativa. Como en un diminuto sistema solar, los electrones giran alrededor del núcleo, igual que los planetas alrededor del Sol.

Actividad 6: ¿Qué resultados del experimento de Rutherford corroboran que la corteza es un espacio vacío?

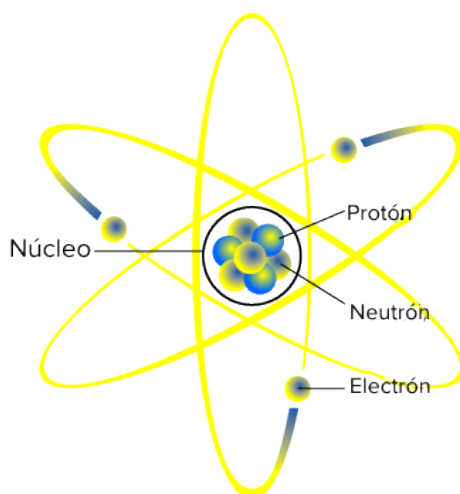
Actividad 7: ¿Cómo se mantienen los electrones en la corteza?

El neutrón

Mediante diversos experimentos se comprobó que la masa de protones y electrones no coincidía con la masa total del átomo; por tanto, el físico E. Rutherford supuso que tenía que haber otro tipo de partícula subatómica en el núcleo de los átomos.

Estas partículas se descubrieron en 1932 por el físico J. Chadwick. Al no tener carga eléctrica recibieron el nombre de neutrones. El hecho de no tener carga eléctrica hizo muy difícil su descubrimiento.

Los neutrones son partículas sin carga y de masa algo mayor que la masa de un protón y están situados en el núcleo.



Los átomos son extremadamente pequeños, ya que el diámetro de un átomo es del orden de 10^{-8} cm, se necesitarían 100 millones de átomos en una línea recta para alcanzar una longitud de 1 cm.

Actividad 8:

¿En qué se parecen un átomo de cloro y uno de sodio? ¿En qué se diferencian?

4. Forma de representar un átomo de un elemento.



- X Símbolo del elemento
- A Número másico ($A = p + n$)
- Z Número atómico ($Z = p$)

Actividad 8:

Completa la tabla

Elemento	Z	A	N.º de p	N.º de n	N.º de e
${}_{5}^{11}\text{B}$					
Cl	17			20	
${}_{1}^{3}\text{H}$					
U		235			92
${}_{8}^{17}\text{O}$					
Ne		20		10	10
${}_{47}^{109}\text{Ag}$					
${}_{6}^{12}\text{C}$			6	7	
O				8	8

5. Isótopos

Los isótopos son átomos de un mismo elemento (una misma Z) que tienen diferente número másico (A). Es decir, átomos que tienen el mismo número de protones (Z) pero diferente número de neutrones (A=p + n cambia).

Tengamos el átomo ${}_{5}^{11}\text{B}$ y el átomo ${}_{5}^{10}\text{B}$. Ambos son del mismo elemento (Boro) dado que los dos tienen de número atómico 5 (número de protones del núcleo), se diferencian en el número másico. Uno de ellos tiene 11 de número másico y el otro 10. Ambos átomos del mismo elemento que se diferencian en el número másico se denominan isótopos de dicho elemento. Como el número másico es la suma de protones y neutrones, tendremos:

$${}_{5}^{11}\text{B}: A = p + n; 11 = 5 + n; n = 11 - 5 = 6 \text{ neutrones}$$

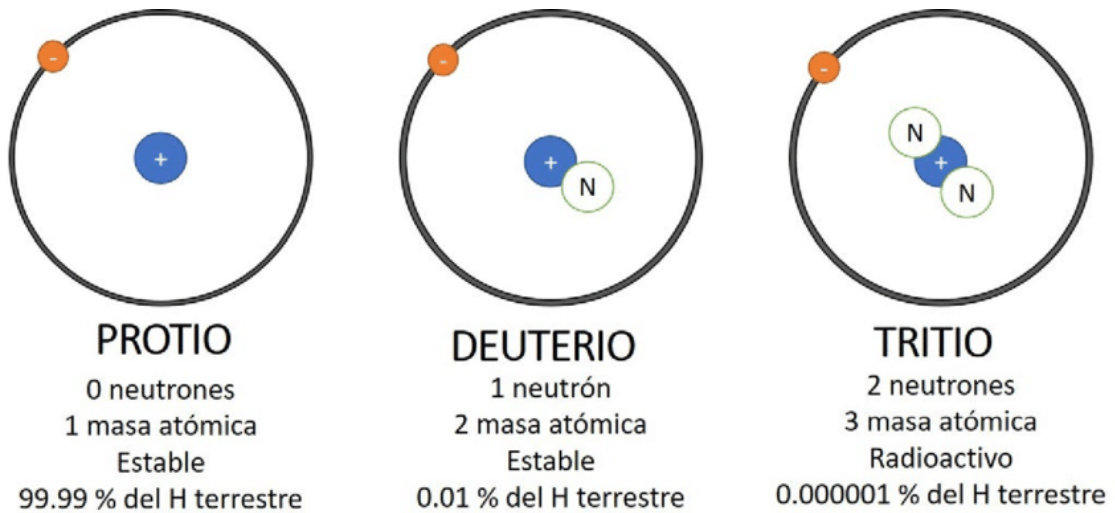
$${}_{5}^{10}\text{B}: A = p + n; 10 = 5 + n; n = 10 - 5 = 5 \text{ neutrones}$$

Por tanto los isótopos del mismo elemento se diferencian en el número de neutrones.

Algunos isótopos tienen nombre propios.

Actividad 9:

Observa los tres isótopos del hidrógeno: ¿En qué se parecen? ¿En qué se diferencian?

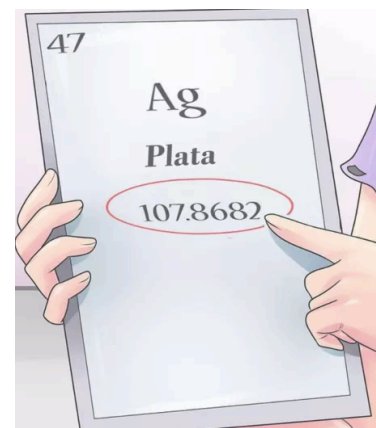


Actividad 10:

Observa el dato de la masa atómica. ¿Con qué valor está relacionado ese número?

Elegido un átomo de hidrógeno al azar ¿Qué valor de masa atómica relativa se usará?

¿Por qué los valores de las masa atómicas relativas de un átomo son números decimales?



¿Para qué sirve los isótopos?

Un isótopo radiactivo de un elemento se caracteriza por tener un núcleo atómico inestable (por el balance entre neutrones y protones) y emitir energía cuando cambia de esta forma a una más estable. La energía liberada al cambiar de forma puede detectarse con un contador Geiger o con una película fotográfica.

Cada radioisótopo tiene un periodo de desintegración o semivida características. La energía puede ser liberada, principalmente, en forma de rayos alfa (núcleos de helio), beta (electrones o positrones) o gamma (energía electromagnética).

De este modo, los radioisótopos que se utilizan como "trazadores", sirven en agronomía para el estudio de fertilizantes, donde muestran qué parte de la planta absorbe más o menos de un elemento presente en un fertilizante, o en medicina, donde muestran la absorción de un medicamento o el funcionamiento de un órgano.

Una aplicación diferente de los radioisótopos en medicina, es la radioterapia, donde sirven para destruir células cancerígenas, sensibles a la radiación. En medicina se usa el tratamiento con cobalto-60 para detener ciertos tipos de cáncer con base en la capacidad que tienen los rayos gamma para destruir tejidos cancerosos.

Ciertos tipos de cáncer se pueden tratar internamente con isótopos radiactivos, como el cáncer de tiroides, como el yodo se va a la glándula tiroides, se trata con yoduro de sodio (NaI) que contenga iones de yoduros radiactivos provenientes del yodo-131 o del yodo-123. Allí la radiación destruye a las células cancerosas sin afectar al resto del cuerpo.

También se usan en radioinmunoanálisis y en radiodiagnóstico. Para el estudio de los desórdenes cerebrales se utiliza una tomografía de emisión de protones conocida como PET. Se le administra al paciente una dosis de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) que contenga una pequeña cantidad de carbono-11 (^{11}C), que es radiactivo y emite positrones, luego se hace un barrido del cerebro para detectar los positrones emitidos por la glucosa radiactiva "marcada". Se establecen las diferencias entre la glucosa inyectada y metabolizada por los cerebros normales y los anormales. Por ejemplo, con la técnica PET se ha encontrado que el cerebro de un esquizofrénico metaboliza alrededor de un 20 % de la glucosa que metaboliza un individuo normal.

Por ejemplo, un isótopo del tecnecio (^{99}Tc) puede usarse para identificar vasos sanguíneos bloqueados.

Para preservar alimentos envasados y para esterilizar objetos, las bacterias se pueden eliminar con alta temperatura. Sin embargo, muchos alimentos se alteran al calentarse, y algunos envases plásticos se destruyen. Por lo tanto los radioisótopos también son útiles como bactericidas "fríos" en la industria alimenticia, y para esterilizar objetos (como jeringas plásticas) sin calor.

Un ejemplo en medicina forense es la búsqueda de ínfimas cantidades de veneno.

Para estas aplicaciones se utilizan isótopos como el americio-241, curio-244, hierro-55 y cadmio-109.

También sirven como ionizadores del aire, en los detectores de humo de las alarmas contra incendios. El isótopo más común para esta aplicación es el americio-241.

También se aplican como "datadores", para estimar el tiempo transcurrido desde la muerte de un organismo, y por lo tanto la antigüedad de los objetos encontrados a su lado. Dependiendo del período a determinar, el tiempo se mide mejor con un isótopo que con otro. Uno muy útil para períodos arqueológicos es el carbono-14.

En astronáutica se utilizan generadores termoeléctricos con radioisótopos (RTG), como fuentes de energía de naves interplanetarias, como en las misiones Pioneer 10 y 11, Voyager 1 y 2, Galileo, Ulysses, Cassini y Vikings. También se utilizan en embarcaciones militares ("submarinos atómicos").

Una técnica CSI: El rastro del asesino en un cabello

Según Thure Cerling, bioquímico y experto en el desarrollo de las últimas técnicas forenses, todo lo que comemos y bebemos queda registrado en nuestro pelo. Basándose en esta evidencia científica ha creado un sistema por el que se puede averiguar el lugar dónde ha estado un sospechoso de un crimen, o su víctima, analizando los rastros de agua que se acumulan en su cabello. Increíble, ¿verdad?

Si tenemos en cuenta que en cada parte del mundo la composición del agua es diferente, el tipo de isótopos -variaciones de átomos- de este compuesto que se acumulan en nuestro organismo son también diferentes, en función del sitio donde hayamos estado e ingerido agua. Por tanto, analizando un simple cabello de una persona y los isótopos de hidrógeno y oxígeno (los dos elementos que componen en agua) que en ese cabello hay, se puede averiguar dónde esta persona ha estado recientemente. Siempre y cuando se conozca qué composición de isótopos hay en el agua del lugar en concreto. En esto exactamente consiste el nuevo método forense que ya se está utilizando en Estados Unidos, país en el que se ha realizado un análisis isotópico del agua en función del lugar del país de donde sea el agua.

La revista *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS) publica el resultado de este estudio llevado a cabo por científicos de la Universidad de Utah, a cuyo frente están Cerling y su colega Jim Ehleringer. El estudio ha consistido en analizar muestras de pelo tomadas de la basura y el suelo de peluquerías de 65 ciudades estadounidenses de menos de 100.000 habitantes (para no hubiera un alto riesgo de que el pelo fuese de turistas) situadas en 18 estados diferentes. Por otro lado, se analizó la composición de isótopos del agua corriente -es decir, del grifo, que es la que más se consume- de estas ciudades.

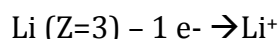
Un caso concreto Esta técnica, digna de la serie de televisión CSI, se está utilizando en un caso concreto: el cadáver de una mujer que fue hallado en el año 2000 en el Gran Lago Salado en el estado de Utah.

Thure Cerling y Jim Ehleringer son los creadores de la compañía IsoForensics

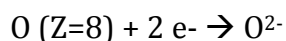
cuyos métodos forenses se basan sobre todo en identificar las diferencias químicas de un compuesto para resolver casos criminales. Entre ellos llama la atención un sistema a través del cual se puede averiguar de donde procede el origen de la cocaína con la que se trafica en la calle, es decir la plantación de coca donde se inició su proceso de producción, a partir del análisis de la misma droga.

5. Iones

Iones positivos, también llamados cationes, son átomos que han perdido electrones. Cada electrón que pierden es una carga positiva que queda en exceso en el núcleo. Cuando quitamos electrones quedan más cargas positivas que negativas, por lo tanto el ión tendrá carga positiva.



Iones negativos, también llamados aniones, son átomos que han ganado electrones. Cada electrón que ganan es una carga negativa en exceso sobre los protones del núcleo, por lo tanto el resultado será un ión con exceso de carga negativa



Actividad 10: Completa la siguiente tabla:

	Protones	Electrones	Neutrones	Z	A
Cs	55				133
B			6	5	
F		9	10		
Mn				25	55
Pb	82				207
Pt			117	78	
Mg²⁺	12		12		
O²⁻		10	16		
Na⁺				11	23
Cl⁻			17	17	
I⁻	53				127

Actividad 11:

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Razona tus respuestas

- Los aniones son átomos neutros.*
- Un catión tiene más electrones que protones.*
- Todos los átomos de un elemento, tienen el mismo número de neutrones.*
- Para un átomo, el número másico coincide con el número de neutrones.*
- Para un átomo neutro, el número atómico coincide con el número de electrones.*

- f. El número de protones de un átomo neutro coincide con el número de neutrones.*
- g. Los isótopos son átomos de distintos elementos que tienen el mismo número de electrones.*
- h. Dos átomos de distintos elementos pueden tener el mismo número de protones.*
- i. Un átomo neutro y un catión pueden tener el mismo número de protones.*
- j. Un protón y un electrón tienen la misma carga eléctrica, pero de distinto signo.*
- k. La masa del electrón es mayor que la del protón.*
- l. El número másico de un átomo es mayor que su número atómico.*