

20. Cuál es el papel que desempeña la Química en la Sociedad.

UNIDAD III

ESTRUCTURA ATOMICA

PROGRAMA:

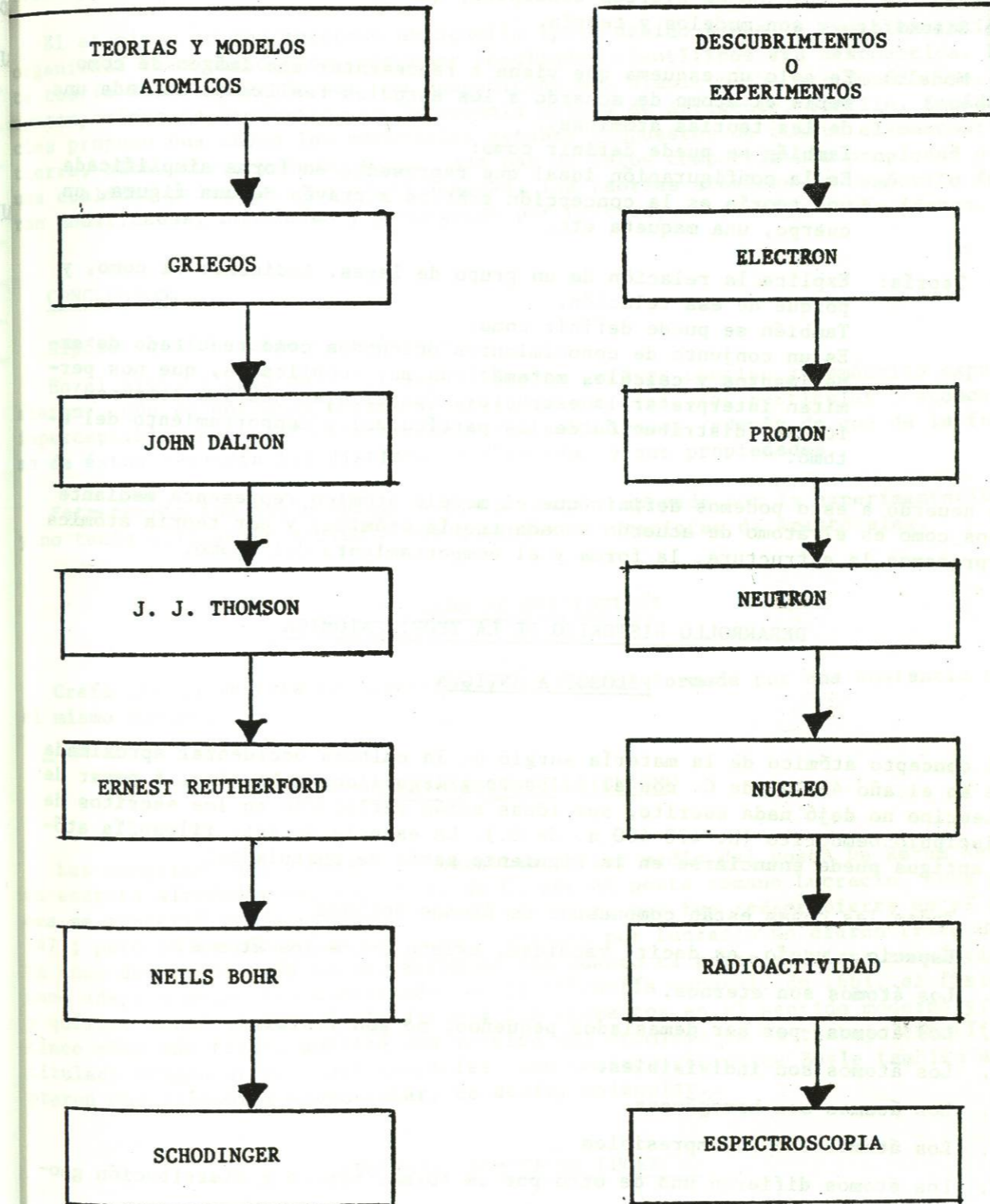
OBJETIVO PARTICULAR:

Al término de la unidad, el alumno.
Comprenderá a través de la evolución de los modelos atómicos, la distribución de las partículas subatómicas.

OBJETIVO ESPECIFICO:

- 3.1 Definirá los conceptos de modelo atómico y teoría atómica.
- 3.2 Explicará el desarrollo histórico de la teoría atómica.
- 3.3 Enunciará los postulados de la teoría atómica de Dalton.
- 3.4 Describirá los experimentos que llevaron al descubrimiento del electrón, protón y neutrón.
- 3.5 Citará la carga y masa de las partículas fundamentales del átomo.
- 3.6 Interpretará la naturaleza eléctrica de la materia.
- 3.7 Citará el modelo atómico propuesto por Thomson.
- 3.8 Explicará en qué consiste la radioactividad y cómo se descubrió.
- 3.9 Describirá los modelos atómicos propuestos por Rutherford y Bohr.
- 3.10 Reconocerá las ventajas del modelo de Bohr sobre el de Rutherford.
- 3.11 Explicará la utilidad de los espectros: emisión, absorción, electromagnético e hidrógeno.
- 3.12 Enunciará la ecuación de Planck.
- 3.13 Explicará los conceptos fundamentales de la teoría cuántica.
- 3.14 Definirá el número atómico.
- 3.15 Describirá la estructura del átomo desde el punto de vista cuántico, en base a:
 - a) Los números cuánticos principales.
 - b) Los subniveles de energía.

- c) La distribución electrónica por subniveles de energía.
- d) El principio de exclusión de Pauli.
- e) El principio de incertidumbre de Heisenberg.
- f) Regla de Hund.
- 3.16 Explicará las causas que llevaron a modificar el modelo atómico de Bohr.
- 3.17 Definirá UMA y peso atómico promedio.
- 3.18 Identificará isótopos e isóbaros..



Antes de entrar a explicar el desarrollo Histórico de la Teoría Atómica necesitamos la definición de ciertos conceptos, que se hablo en la unidad de Método Científico y son modelos y teoría.

- a) **Modelo:** Es solo un esquema que viene a representar una imagen de como sería el átomo de acuerdo a los estudios realizados en cada una de las teorías atómicas. También se puede definir como: Es la configuración ideal que representa en forma simplificada una teoría, es la concepción gráfica a través de una figura, un cuerpo, una maqueta etc.
- b) **Teoría:** Explica la relación de un grupo de leyes, indicando el como, y porque de esa relación. También se puede definir como: Es un conjunto de conocimientos obtenidos como resultado de experimentos y cálculos matemáticos muy complicados, que nos permiten interpretar la estructura (partículas que los componen), forman (distribución de las partículas) y comportamiento del átomo.

De acuerdo a esto podemos definir que el modelo atómico representa mediante dibujos como es el átomo de acuerdo a cada teoría atómica; y por teoría atómica interpretamos la estructura, la forma y el comportamiento del átomo.

DESARROLLO HISTORICO DE LA TEORIA ATOMICA

FILOSOFIA ANTIGUA

El concepto atómico de la materia surgió en la cultura occidental aproximadamente en el año 450 a. de C. con el filósofo griego llamado Leucipo. A pesar de que Leucipo no dejó nada escrito, sus ideas están reflejadas en los escritos de su discípulo Demócrito (h. 470-400 a. de C.). La esencia de esta filosofía atómica antigua puede enunciarse en la siguiente serie de postulados:

1. Todas las cosas están compuestas de átomos sólidos.
2. Espacio o vacío, es decir, vacuidad, existe entre los átomos.
3. Los átomos son eternos.
4. Los átomos, por ser demasiados pequeños, no son visibles.
5. Los átomos son indivisibles.
6. Los átomos son homogéneos.
7. Los átomos son incompresibles.
8. Los átomos difieren uno de otro por su forma, tamaño y distribución geométrica.
9. Las propiedades de la materia varían según el agrupamiento de los átomos.
10. El movimiento es eterno y debe ser causado por otro que le precede.

Los Postulados 3 y 10 son proposiciones de la leyes de conservación de la materia y de la energía.

El atomismo no fue aceptado en aquella época debido a que la experimentación organizada como medio para comprobar resultados científicos era desconocida. Esta teoría fue desplazada por una proposición más simple hecha por Empédocles, contemporáneo de Demócrito, de la colonia griega de Agrigento, Sicilia. Empédocles propuso que todos los materiales estaban compuestos de cuatro elementos: tierra, aire, fuego y agua, y que cada par de éstos compartía una propiedad o una cualidad primaria. Un siglo después, las teorías atómicas de Demócrito fueron modificadas, ampliadas y propagadas por Epicuro, su discípulo más famoso.

CONCLUSION:

Hipótesis de Leucipo - Demócrito

En el siglo V ante de J. C. los filósofos griegos Leucipo y Demócrito expusieron: que el universo estaba constituido por diminutas partículas o átomos imperceptibles de forma determinada y con movimientos, además de que de la forma de éstos dependía las distintas sustancias y sus propiedades.

Esta teoría fué muy general ya que no estaba apoyada por la experimentación y no tenía aceptación debido a las enseñanzas anteriores de Aristóteles.

POSTULADO DE ARISTOTELES

Creía que la materia era continua y que estaba formada por una sustancia con el mismo nombre.

RENACIMIENTO DEL ATOMISMO

Las doctrinas del atomismo se perpetuaron por medio del poema De Rerum Natura escrito alrededor del año 50 a. de C. por el poeta romano Lucrecio. Este poema se conservó en diferentes monasterios hasta que fue redescubierto en el año 1473; pero en realidad las semillas sembradas por Lucrecio no dieron fruto hasta unos dos siglos más tarde. Entonces fue cuando el punto de vista atomístico ganó adeptos entre los interesados en la filosofía natural. En 1661, el físico y químico inglés Robert Boyle definió los elementos en el sentido moderno y, cinco años más tarde, publicó una versión del atomismo en su trabajo científico titulado Origin of form and Qualities. Los contemporáneos de Boyle también aceptaron una filosofía corpuscular, es decir, molecular.

HIPOTESIS ATOMICA DE LUCRECIO

- a) Cada elemento está formado por partículas de tamaño extraordinariamente pequeño.
- b) De naturaleza idéntica al del elemento.
- c) Diferentes entre sí de un elemento a otro.

- d) Recibe el nombre de átomo (del griego a = sin, tomé = división)
- e) Esto no indica que no sean divisibles por algún medio, solo se afirma que tales partículas intervienen en una reacción como un todo indivisible y no fraccionadamente.

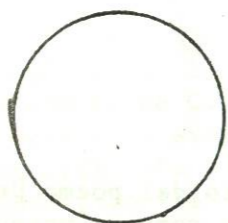
PRIMER TEORIA ATOMICA Y SU MODELO

Fué un químico inglés John Dalton quien postuló la primera teoría atómica entre 1803 y 1808.

POSTULADOS DE LA TEORIA ATOMICA DE DALTON

- a) Los átomos de los elementos son las partículas básicas de la materia, son indivisibles y no pueden ser creados ni destruidos.
- b) Los átomos de un elemento dado (mismo) son idénticos, con el mismo peso y las mismas propiedades químicas.
- c) Los átomos de los elementos distintos se combinan entre sí, en relaciones enteras sencillas para formar moléculas compuestas (compuestos).
- d) Los átomos de los elementos pueden combinarse en más de una proporción entera sencilla, para formar más de un compuesto.

MODELO ATOMICO DE DALTON



Atómo de Dalton

El lo consideraba como partículas indivisibles diferentes para cada elemento.

Esfera o pastilla sólida que tiene masa, sin presentar ninguna característica especial en su definición.

Dalton formuló con exactitud el concepto de Elemento Químico:

Es una sustancia compuesta de átomos de un solo tipo.

Para estos postulados Dalton se basó en las Leyes de la Combinación Química y son:

1. Ley de la Conservación de la masa: Lavorsier
"La masa permanece invariable en cualquier fenómeno de la naturaleza" En reacciones químicas ordinarias, la materia no se crea ni se destruye, pero puede alterarse, esto es, La masa inicial es igual a la masa final en cualquier fenómeno físico o químico.
2. Ley de las proporciones definidas: Proust
"La relación entre las masas de los elementos siempre es la misma para formar un compuesto".

3. Ley de las proporciones o combinaciones múltiples: Dalton

"La relación de combinación de las masas de un elemento con otro es una relación de números enteros sencillos".

CONCLUSION:

Esta teoría atómica fue rechazada ya que no menciona la composición o estructura del átomo.

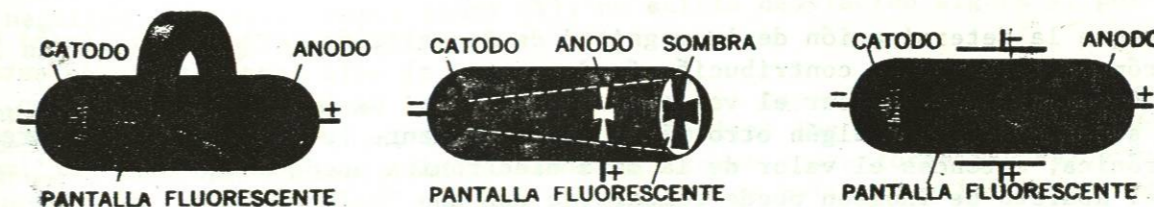
Estas ideas sirvieron como punto de partida, en torno de los cuales evolucionaron el pensamiento y la experimentación científica.

TUBOS DE RAYOS CATODICOS

Es posible que durante la época en que se descubrieron las primeras partículas atómicas no hubo otro invento más trascendente que el tubo de rayos catódicos. En su forma más simple un tubo de rayos catódicos consta de dos electrodos encerrados dentro de un recipiente hermético, generalmente de cristal. Los electrodos se encuentran a tal distancia uno del otro que los rayos catódicos no puede viajar entre ellos a menos que la atmósfera del tubo se encuentre reducida a una presión muy baja. El nombre de rayos catódicos se debe al hecho de que si aplica un potencial eléctrico, entre los electrodos, impulsa los rayos del electrodo llamado cátodo, directamente al otro llamado ánodo.

Gracias a los esfuerzos realizados por Julius Plücker (1859) y su alumno Johann W. Hittorf (1869), y al trabajo de William Crookes (1886) y otros, se demostró que los rayos catódicos:

1. Son desviados por campos magnéticos y eléctricos.
2. Producen sombras.
3. Hacen girar un pequeño molinete si se encuentra en su trayectoria.
4. Producen luminiscencia en una pantalla fluorescente, colocada en su trayectoria y paralela a ella: y
5. Producen fluorescencia en las paredes del propio tubo de rayos catódicos.

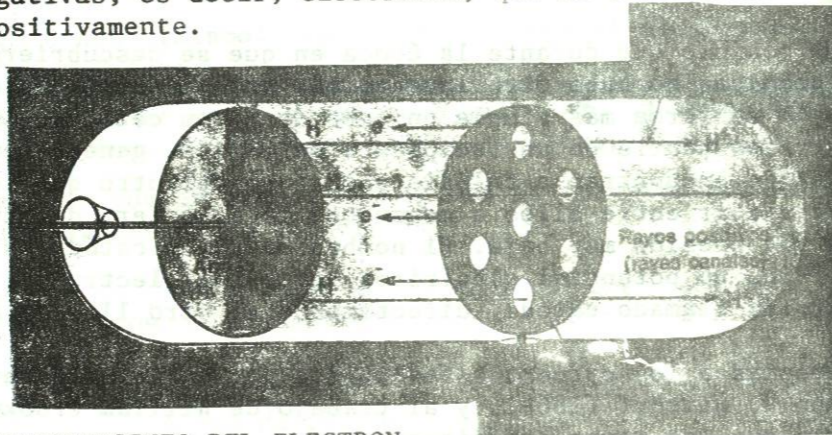


Específicamente, los rayos catódicos son repelidos por una placa cargada negativamente, y atraídos hacia una placa con carga positiva. Esas propiedades hicieron pensar a los primeros investigadores que los rayos catódicos estaban compuestos de una corriente de partículas de alta energía con carga negativa.

RAYOS CANALES

En 1886, el físico alemán Eugen Goldstein descubrió en un tubo de rayos catódicos, una luminosidad detrás del cátodo. Para identificar esos rayos, el investigador hizo una perforación en el cátodo y, al aplicar un potencial eléctrico, observó que un angosto haz de luz pasaba a través de la abertura. Con esto probó la existencia de rayos positivos, o rayos canales, que viajan en sentido opuesto al de los rayos catódicos.

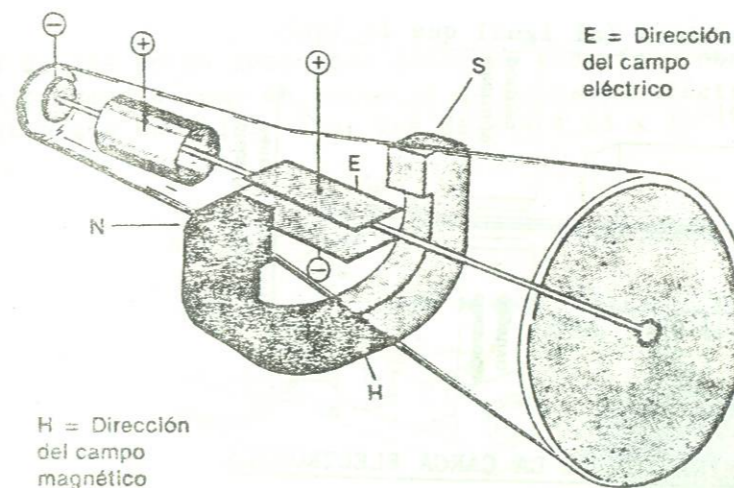
Los rayos canales están compuestos de iones positivos que se forman cuando los rayos catódicos chocan con moléculas residuales de aire y debido a ese impacto pierden las partículas negativas, es decir, electrones, que se transforman en especies químicas cargadas positivamente.



DESCUBRIMIENTO DEL ELECTRON

Joseph J. Thomson, en 1897, partiendo del descubrimiento de los rayos canales y por las considerables modificaciones en el tubo de rayos catódicos, inventó el primer espectrómetro de masa. En su instrumento, Thomson dispuso la polaridad de los electrodos de manera que los rayos catódicos pasaran a través de un pequeño orificio en el ánodo, después de lo cual los rayos se enfocaban a través de otro pequeño orificio para que finalmente incidieran en una pantalla de sulfuro de cinc colocada en el fondo del tubo. Al comunicar energía al circuito, en condiciones de alto vacío, apareció en la pantalla de ZnS una mancha fluorescente característica de la relación carga a masa (e/m) del electrón. Esta mancha fluorescente indica la relación entre la carga del electrón y su masa. Para enfocar el haz de rayos catódicos se aplicó un campo eléctrico y un campo magnético.

Aunque la determinación de la magnitud de la relación carga a masa (e/m) del electrón representó una contribución fundamental, el solo conocimiento de esta relación no permite conocer el valor de la carga, ni de la masa del electrón. Pero si se determina por algún otro método independiente la magnitud de la carga electrónica, entonces el valor de la masa electrónica puede calcularse fácilmente y el aparato de Thomson puede compararse con una "balanza" electrónica que puede emplearse para encontrar las masas de pequeñas partículas cargadas, ya sean electrones, protones o iones



DESCUBRIMIENTO DE LA RADIATIVIDAD

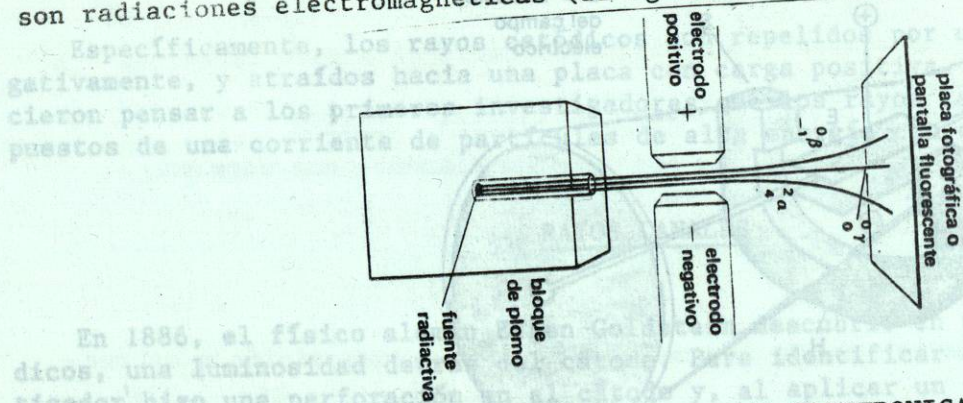
El interés del físico Henri Becquerel en la fluorescencia que aparece en las paredes de vidrio del tubo de rayos catódicos, lo llevó a observar los rayos y jarrones de vidrio que presentaban una luminiscencia amarillo-verdosa, debido a la presencia de compuestos de uranio presentes en el vidrio de aquella época. En cambio, además, que el aire que estaba muy cerca de estos compuestos era un débil conductor de electricidad debido a la ligera carga que contiene. Estos fenómenos excitaron su curiosidad.

En 1896, Becquerel envolvió una placa fotográfica con un pedazo de papel para protegerla de la luz; después, colocó sobre esa placa una muestra de una sal de uranio, y encontró, un día después, que la placa había sido impresionada por la sal de uranio. Evidentemente, alguna emanación producida por la sal había penetrado a través de la envoltura de papel. Esto sentó las bases para el descubrimiento del radio por Pierre y Marie Curie y para las investigaciones posteriores que nos han llevado al conocimiento actual de la radiactividad.

Alrededor de 1900, los esposos Curie, Ernest Rutherford y otros demostraron que las emanaciones del radio están compuestas de tres tipos de rayos de propiedades bastante diferentes. En presencia de un campo magnético, un rayo llamado alfa (α) se desviaba hacia un lado, lo que indicaba una carga positiva. Otro rayo, el beta (β), se desviaba hacia el lado opuesto al alfa, lo que indicaba una carga negativa. El tercer rayo, gamma (γ), no sufría desviación alguna y, por lo tanto, no poseía carga de ninguna clase.

Unos diez años después del descubrimiento de los rayos alfa, beta y gamma y durante un período de dos años, Lord Rutherford aplicó los rayos alfa a su famoso descubrimiento del núcleo atómico. Investigaciones posteriores han demostrado que los rayos alfa (α) están compuestos de núcleos de helio: que los rayos beta (β) son flujos de electrones (como los rayos catódicos) y que los rayos gamma (γ)

son radiaciones electromagnéticas (al igual que la luz).



DETERMINACION DE LA CARGA ELECTRONICA

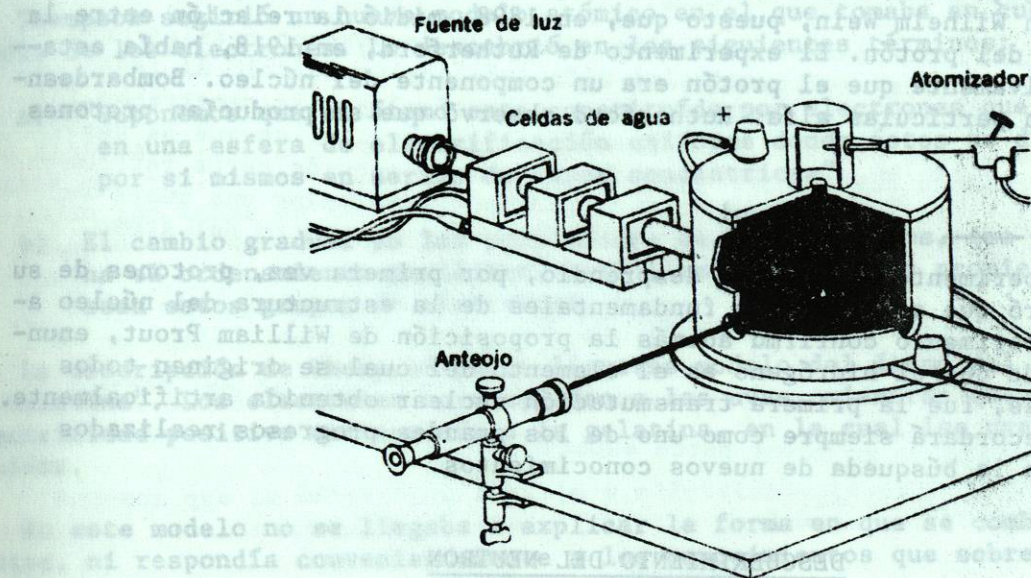
En el trabajo publicado en 1874. George Johnstone Stoney presentó la teoría atómica de la electricidad. En sus estudios se basó en la influencia de la electricidad sobre las soluciones acuosas y calculó la carga electrónica en 0.3×10^{-10} unidades electrostáticas (ues). Stoney sugirió, en 1891, el nombre de electrón para la unidad eléctrica natural.

Otro trabajo importante fue publicado por J. S. Townsend en 1897, en el mismo año en que J. J. Thomson descubría el electrón. Townsend se basó en el hecho experimental de que el hidrógeno que se desprende al disolver un metal en ácido, posee carga positiva. En una atmósfera saturada con vapor de agua observó que el agua se condensaba en gotas muy pequeñas sobre moléculas cargadas. Al sospechar que por cada molécula cargada se formaba una gotita, determinó la carga eléctrica, por centímetro cúbico de niebla, la masa individual promedio de cada gota y la masa de niebla por centímetro cúbico. De esa manera encontró una carga eléctrica de 3.0×10^{-10} ues, o sea, 10 veces mayor que la encontrada por Stoney, H. A. Wilson, en 1903, dio a conocer el comportamiento de una niebla cargada en presencia de un campo eléctrico y mejoró el aparato usado para estas mediciones, colocando en la cámara de niebla dos placas horizontales de latón a una distancia que varía de 4 a 10 centímetros. Al aplicar un potencial eléctrico a través de las placas, la niebla cae a diferente velocidad de la que normalmente tiene bajo la influencia normal de la gravedad. Mediante la relación de estas dos velocidades, fue posible calcular la carga electrónica. De esa manera el mejor valor obtenido por Wilson fue $e^- = 3.1 \times 10^{-10}$ ues, que, como vemos, no fue una diferencia significativa respecto a los resultados anteriores.

En 1906, Robert Andrews Milikan repitió el experimento de Wilson y en 1908, junto con Begeman, lo repitió de nuevo, empleando radio como agente ionizante y aplicando un potencial de 4000 volts. Los resultados mostraron un margen de $e^- = 3.66 \times 10^{-10}$ ues a $e^- = 4.37 \times 10^{-10}$ ues. El valor promedio fue de $e^- = 4.06 \times 10^{-10}$ ues.

Milikan mejoró el aparato en 1909. Preparando un anteojo de distancia focal corta que contenía tres cabellos uniformemente espaciados y colocados transversalmente, a una distancia de unos 60 centímetros de las placas, iluminó un segmento pequeño del espacio comprendido entre las placas con un arco voltaico cuyo calor se absorbía en tres celdas llenas de agua. El aire y el vapor de agua que se encuentra entre las placas se ionizaron por exposición durante un segundo a la acción del radio y, después, la mayoría de las gotitas de niebla se iluminan aplicado un potencial entre las placas. Milikan prestó especial atención

a una de las pocas gotas que quedaban todavía y observó su comportamiento, tanto en presencia como en ausencia de un campo eléctrico. Usando gotitas de agua, encontró que su mejor valor fue de $e^- = 4.65 \times 10^{-10}$ ues.



Para disminuir el efecto de la evaporación en el tamaño de las gotas, Milikan mejoró el experimento al reemplazar las gotas de agua por gotas de aceite. Observó luego que las gotas individuales llevan cargas de diferentes magnitud. Por medio de la tabulación de las cargas totales, encontró un incremento común mínimo que representaba la magnitud de la carga electrónica. Con esta técnica encontró el siguiente valor $e^- = (4.774 \pm 0.005) \times 10^{-10}$ ues. El valor actual es $e^- = (4.80298 \pm 0.00020) \times 10^{-10}$ ues.

Puesto que tanto el valor de la relación carga a masa (e/m) del electrón como la carga electrónica (e) se han podido determinar experimentalmente la masa del electrón se obtiene mediante un cálculo simple,

$$\frac{e}{e/m} = m \text{ gramos/electrón}$$

Aplicando la fórmula y el valor actual:

$$e = (4.80298 \pm 0.00020) \times 10^{-10} \text{ ues}$$

y

$$\frac{e}{m} = (5.27274 \pm 0.00006) \times 10^{17} \text{ ues/g, se encuentra que la masa de un electrón es:}$$

$$m = (9.1091 \pm 0.0004) \times 10^{-28} \text{ gramos}$$

Podemos decir que con este proceso el electrón ha sido finalmente caracterizado.