



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**

Unidad Xochimilco

# UNIDAD I

## Estructura del átomo

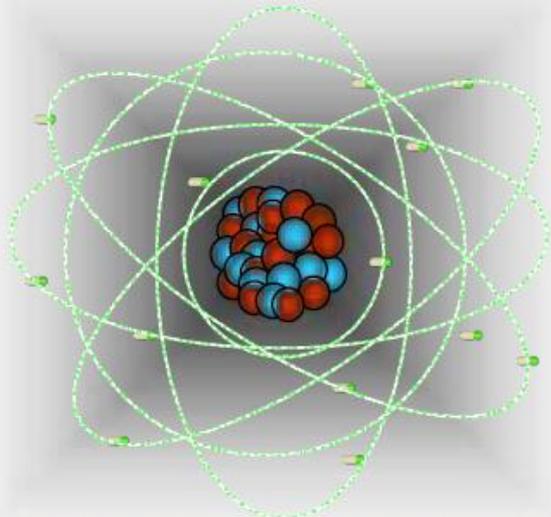
Dra. Cristina Iuga

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Xochimilco

# ESTRUCTURA DEL ÁTOMO

El **átomo** es la unidad constituyente más pequeña de la materia que tiene las propiedades de un elemento químico.



El átomo es la cantidad más pequeña de un elemento



Los átomos de cada elemento son iguales entre sí, pero distintos de los de otros elementos

Los compuestos químicos se forman por la combinación de los átomos de los distintos elementos

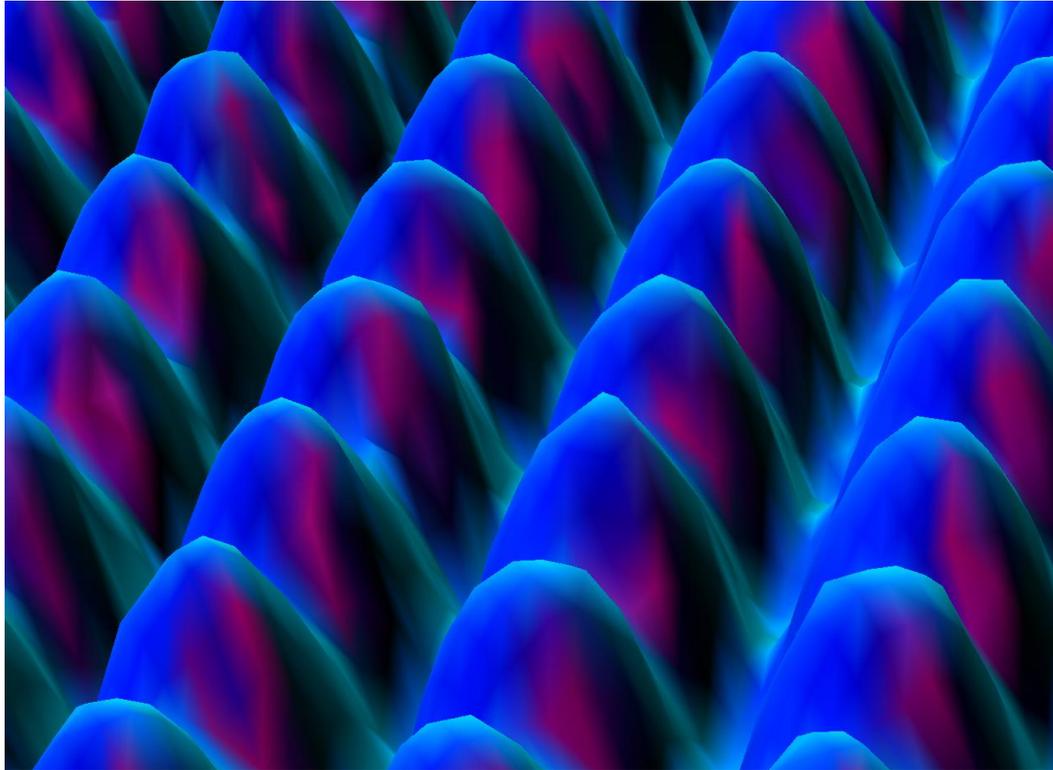
A finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, Rutherford, Bohr y Heisenberg establecieron el modelo atómico actualmente vigente.

**Según ese modelo, los átomos no son indivisibles, sino que están formados por entidades físicas más pequeñas, a las que se denomina partículas elementales.**

En el átomo se pueden considerar dos partes: una central o núcleo atómico formada por protones (con carga eléctrica positiva) y neutrones, y una externa o corteza formada por electrones (con carga eléctrica negativa), que giran alrededor del núcleo describiendo trayectorias elípticas.

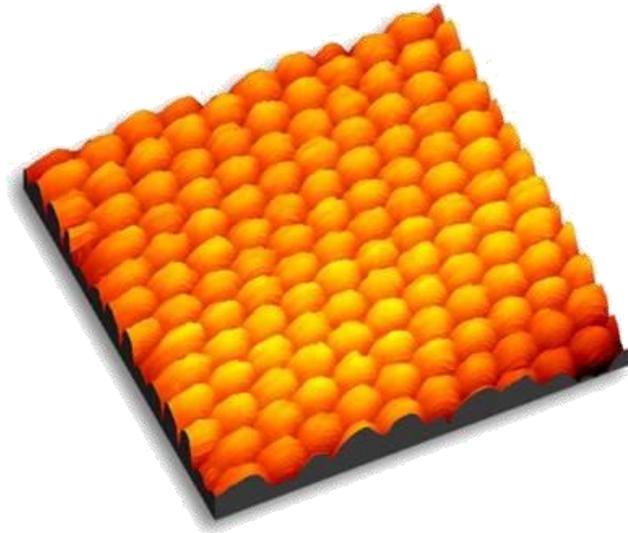
Hay tantos electrones en la corteza como protones en el núcleo, por lo que el átomo es eléctricamente neutro.

# ¿Podemos ver átomos?

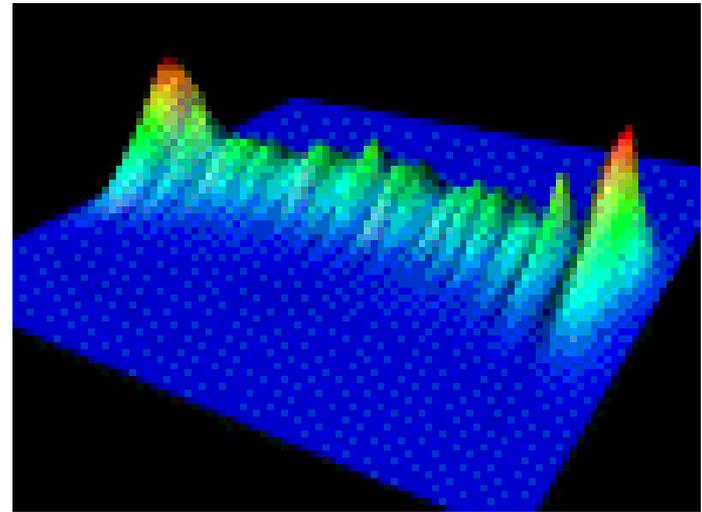


**Átomos de Níquel. Imágenes obtenidas con Microscopio de Barrido de Efecto Túnel.**

# ¿Podemos ver átomos?

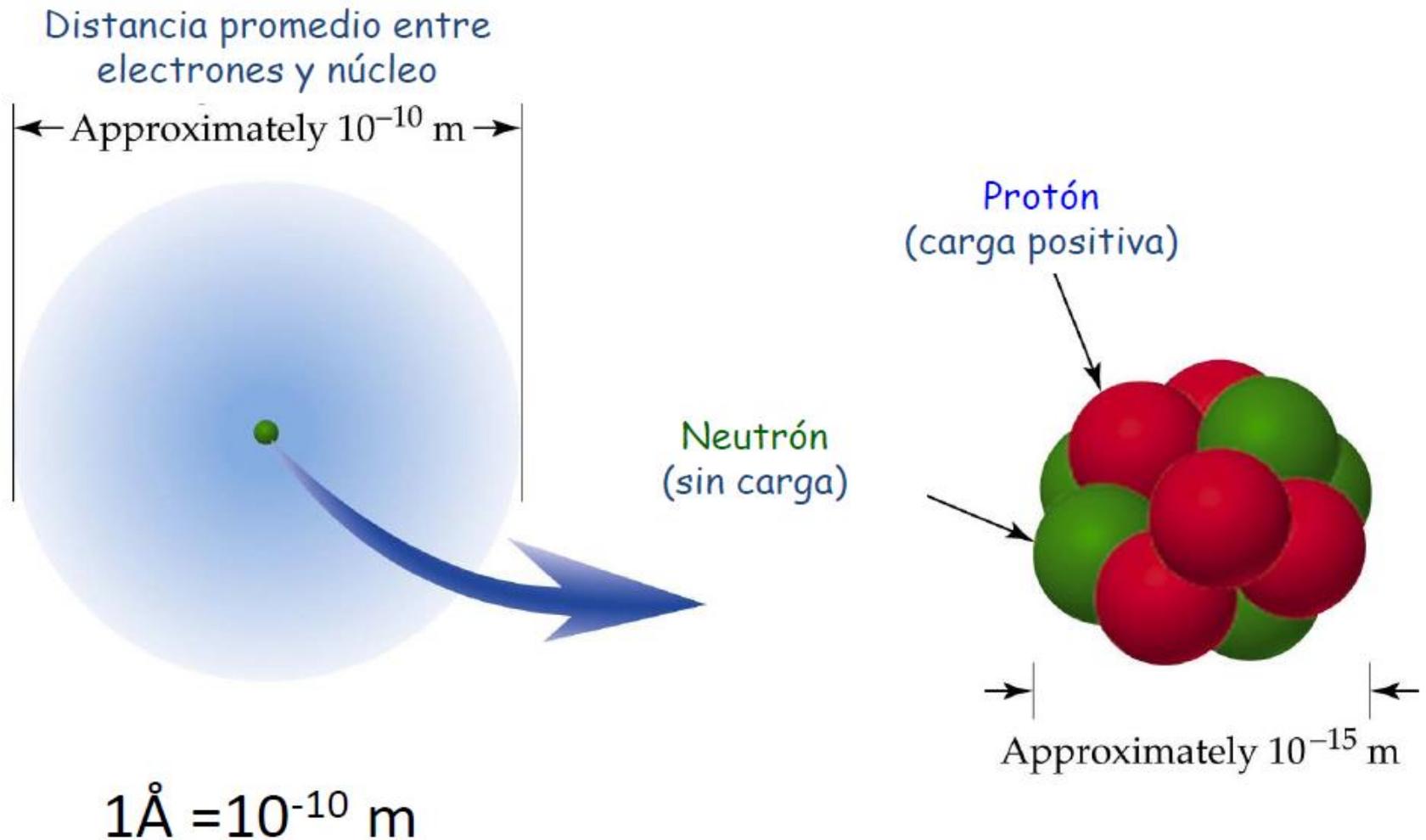


Átomos de una superficie de oro  
Obtenida con un microscopio de  
Fuerza atómica.



Animación de átomos fotografiados  
con microscopio de barrido de tunel

# El átomo es esencialmente vacío



## ¿Quién descubrió el electrón?

- El electrón fue descubierto a finales del siglo XIX, gracias a sucesivas investigaciones en el campo de la conductividad eléctrica en gases.
- Utilizando rayos catódicos se observaron fenómenos que llevaron a la conclusión de que estos rayos eran partículas cargadas negativamente, llamadas inicialmente corpúsculos y que tenían la milésima parte de la masa del ion de hidrógeno, el menos masivo de todos los átomos.
- Lo curioso es que al variar la naturaleza del gas empleado, estas partículas conservaban todas sus características.

# PARTÍCULAS SUBATÓMICAS

A finales del siglo XIX, el descubrimiento de las partículas subatómicas como los protones, los electrones y los neutrones, impulsó a los químicos de la época a proponer modelos para explicar cómo estaban constituidos los átomos.

Nombre	Símbolo	Masa	Carga	Descubrimiento
protón	p	$1.673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$+1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	Goldstein, 1886
electrón	e	$9.109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$	$-1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	Thomson, 1897
neutrón	n	$1.675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	No tiene carga	Chadwick, 1932

# PARTICULAS SUBATÓMICAS

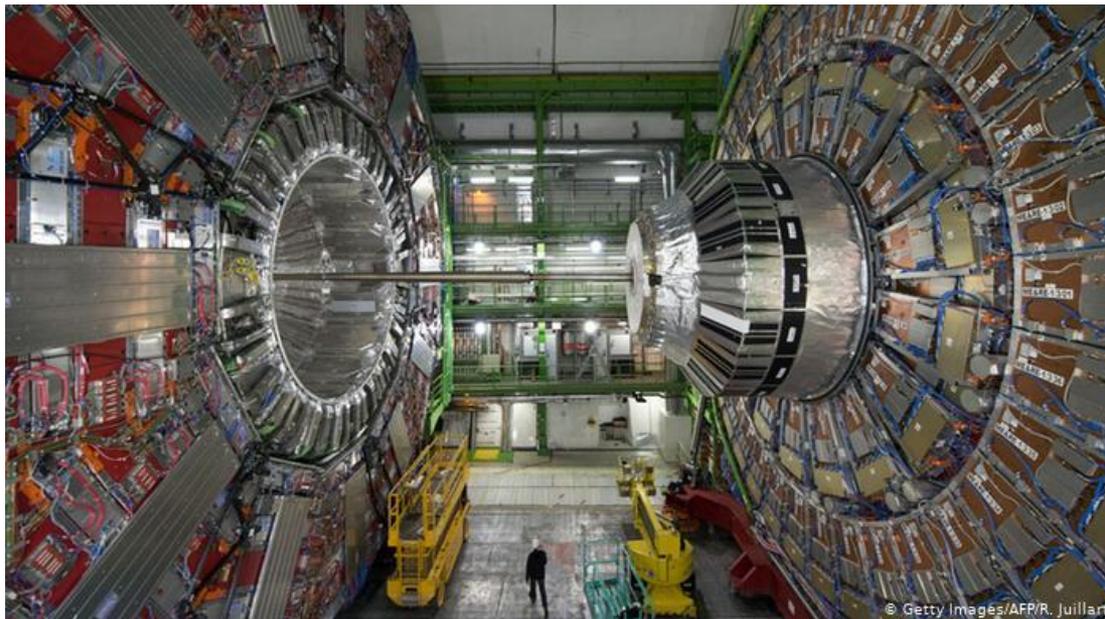
Partícula	Masa (g)	Carga	
		Coulombs	Carga unitaria
Electrón	$9.01093 \times 10^{-28}$	$-1.6022 \times 10^{-19}$	-1
Protón	$1.67262 \times 10^{-24}$	$+1.6022 \times 10^{-19}$	+1
Neutrón	$1.67493 \times 10^{-24}$	0	0

Los neutrones y los protones tienen casi la misma masa, y casi 2000 veces superior a la masa de los electrones, de modo que para fines prácticos, la masa de un átomo es igual a la sola masa del núcleo.

Los neutrones tienen una masa ligeramente superior a la de los protones y carecen de carga eléctrica. El protón y el neutrón no son esencialmente distintos, sino que son dos estados de una misma partícula denominada nucleón, de tal forma que un neutrón puede desintegrarse en un protón más un electrón.

# PARTICULAS SUBATÓMICAS

- Es importante saber que protones, neutrones y electrones no son las únicas partículas subatómicas.
- Existen además otras muchas partículas (positrones, quarks, neutrinos, gluones, bosones, mesones, muones...) necesarias para la comprensión de la materia a nivel fundamental y que son objeto de estudio de la física de partículas y de la física nuclear.
- La mayoría de dichas partículas se han detectado en los rayos cósmicos y en los aceleradores de partículas.



CERN: un acelerador de partículas más grande y más potente

# PRIMERAS TEORÍAS ATOMISTAS

¿Qué ocurriría si dividiéramos un trozo de materia muchas veces? ¿Llegaríamos hasta una parte indivisible o podríamos seguir dividiendo sin parar?

Los filósofos de la antigua Grecia discutieron bastante sobre este tema. El problema es que estos filósofos no utilizaban ni la medición ni la experimentación para llegar a conclusiones, por tanto, no seguían las fases del método científico por lo que se podría hablar de teorías filosóficas, pero nunca de un modelo científico.

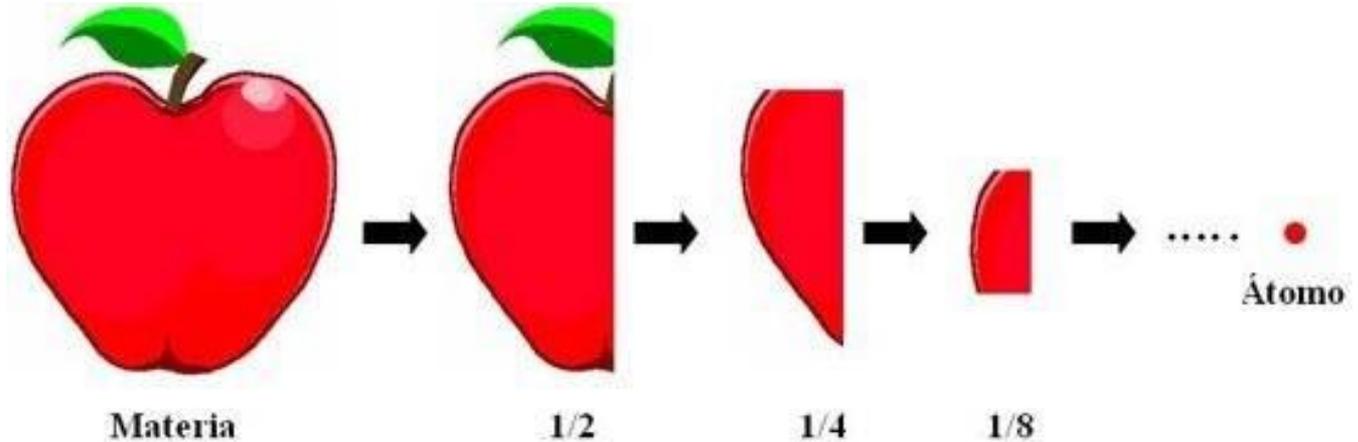
De esta forma, se establecieron dos teorías: atomista y continuista, que se basaban en la existencia de partes indivisibles o en que siempre se podía seguir dividiendo

# LOS ÁTOMOS SEGÚN DEMÓCRITO



Demócrito  
(460 a.C.-370 a.C.)

Demócrito: fue el primero en afirmar que la materia está compuesta por átomos, y que estos eran indivisibles.



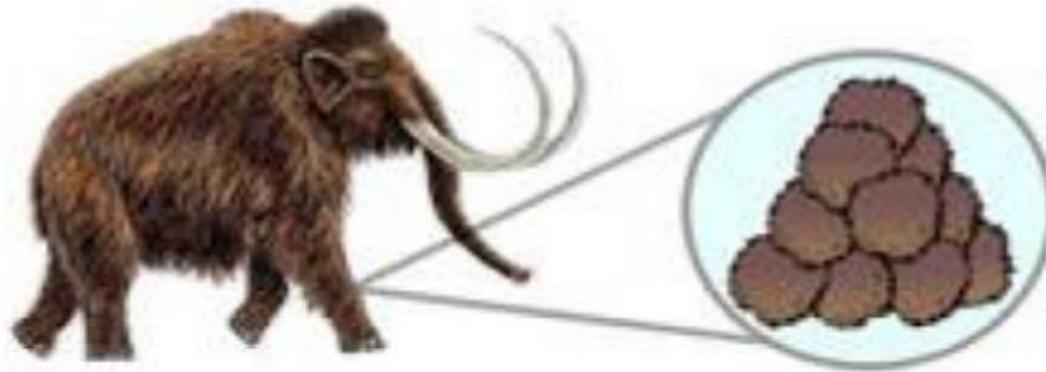
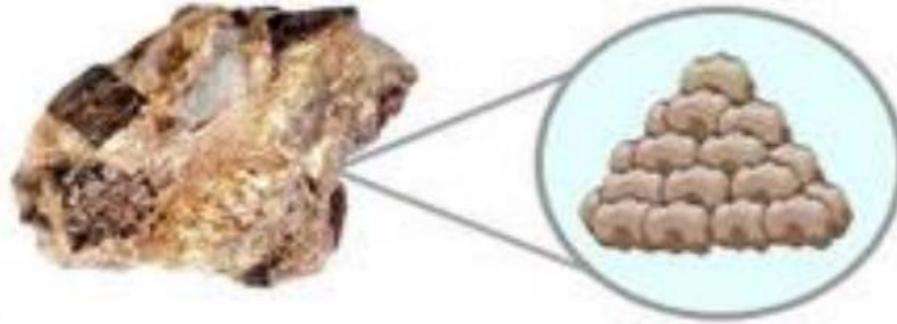
- La materia está formada por átomos (del griego **ἄτομον** 'sin partes, indivisible')
- La materia es discontinua
- Teoría atomista
- **No es un modelo científico**
- No fue tomado en consideración

# LOS ÁTOMOS SEGÚN DEMÓCRITO



Demócrito  
(460 a.C.-370 a.C.)

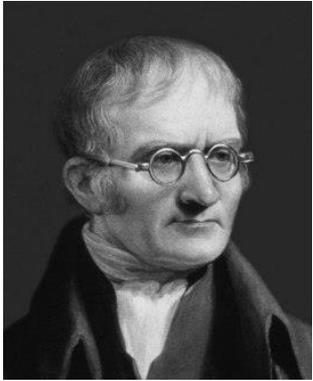
Demócrito teorizó que los átomos eran específicos al material que los formaban, ya que a simple vista la materia se puede dividir.



**Átomo** (partícula indivisible)

- Eternos
- Indestructibles
- Característicos de cada materia

# MODELO ATÓMICO DE DALTON (1803)



John Dalton  
(1766 - 1844)

El modelo atómico de Dalton se basa en 5 postulados básicos:

**POSTULADO 1:** La materia está compuesta por partículas indivisibles e indestructibles llamadas átomos.

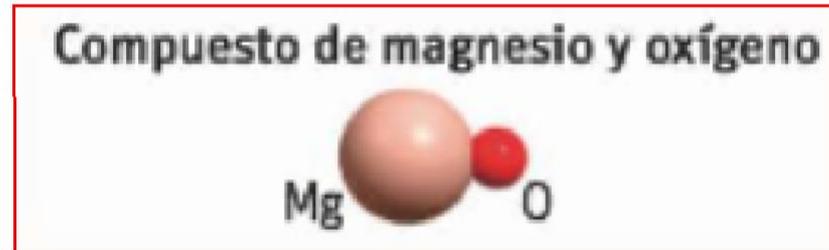
**POSTULADO 2:** Los átomos de un mismo elemento químico son iguales, es decir, tienen igual tamaño, masa y propiedades.



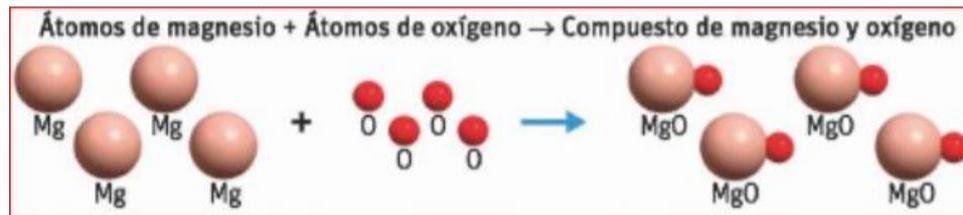
**POSTULADO 3:** Los átomos de un elemento químico tienen masa, tamaño y propiedades diferentes a las de cualquier otro elemento.



**POSTULADO 4:** Los átomos de diferentes elementos pueden combinarse en proporción fija y sencilla para generar compuestos.



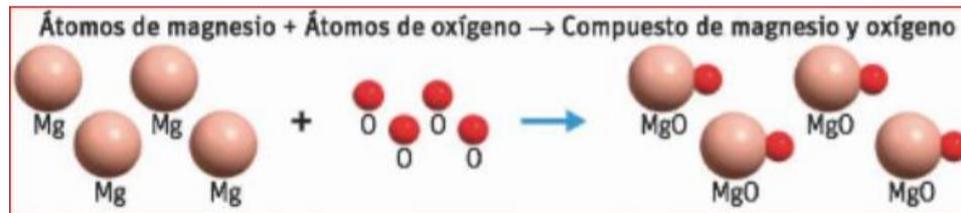
**POSTULADO 5:** En las reacciones químicas los átomos no se destruyen ni se transforman en otros átomos sino que se recombinan.



**POSTULADO 4:** Los átomos de diferentes elementos pueden combinarse en proporción fija y sencilla para generar compuestos.



**POSTULADO 5:** En las reacciones químicas los átomos no se destruyen ni se transforman en otros átomos sino que se recombinan.



## *Radiactividad*



- Las primeras evidencias de que los átomos poseen una estructura fueron aportadas por [Becquerel](#) y el matrimonio [Curie](#)
- Ellos descubrieron y estudiaron el fenómeno de la [radiactividad](#), la desintegración espontánea de algunos elementos en partículas más pequeñas

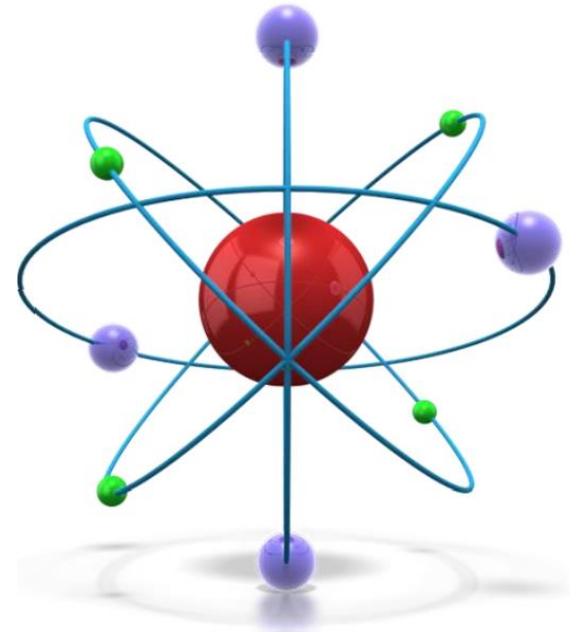
Los isótopos de los elementos químicos con número atómico igual o mayor a 84 son radiactivos

# MODELOS ATÓMICOS

- Toda teoría científica recurre a **modelos estructurales**.
- Un **modelo** no es la reproducción en menor escala de la realidad, sino una estructura imaginaria que representa más o menos completamente esa realidad.
- Cuando un modelo deja de ser conveniente porque no reproduce los hechos experimentales, se lo modifica o se lo reemplaza por otro. Este cambio de modelo no modifica la realidad, sino que mejora su comprensión.

## ¿Qué es un modelo atómico?

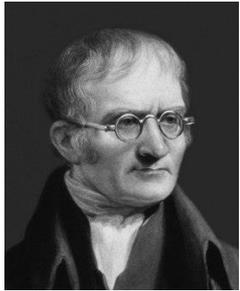
- Un modelo atómico es una representación estructural de un átomo, que trata de explicar su comportamiento y propiedades.



# EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS ATÓMICOS

## Modelos basados en la Física Clásica

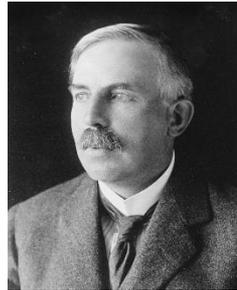
Dalton  
(1803)



Thomson  
(1904)



Rutherford  
(1911)

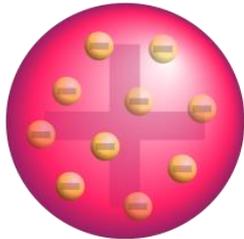


## Modelos basados en la Física Cuántica

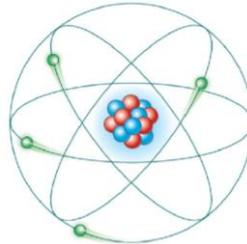
Bohr  
(1913)



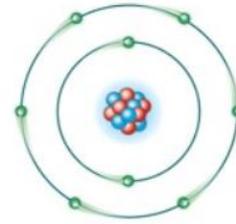
Schrodinger  
(1927)



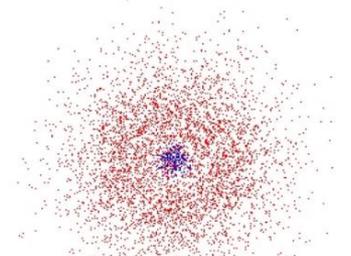
Cargas positivas  
y negativas



Núcleo  
atómico



Niveles de  
energía



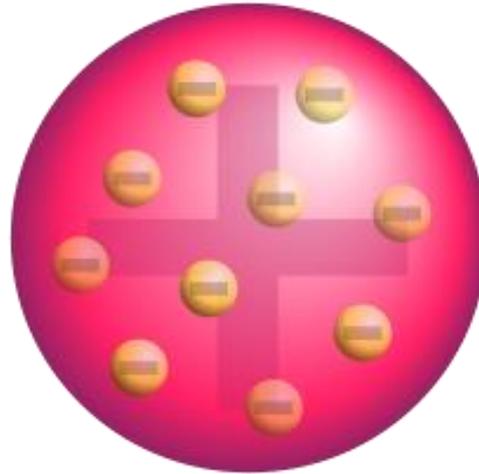
Modelo de la  
nube electrónica

# MODELO ATÓMICO DE THOMSON

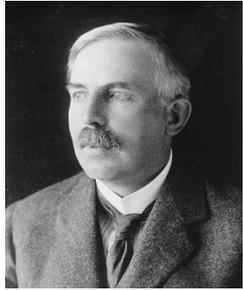


J. J. Thomson  
(1856-1940)

- En 1904 y como consecuencia de la explicación que da al experimento de William Crookes (descubrimiento del electrón) desarrolla su hipótesis de que el átomo está compuesto por electrones distribuidos en una esfera de carga positiva, en cantidad suficiente para neutralizar la carga eléctrica.
- Este modelo es conocido con el nombre de modelo “Sandía” o “Pastel con pasas” en el que los electrones serían las pepitas o las pasas y la sandía o el pastel la carga positiva.

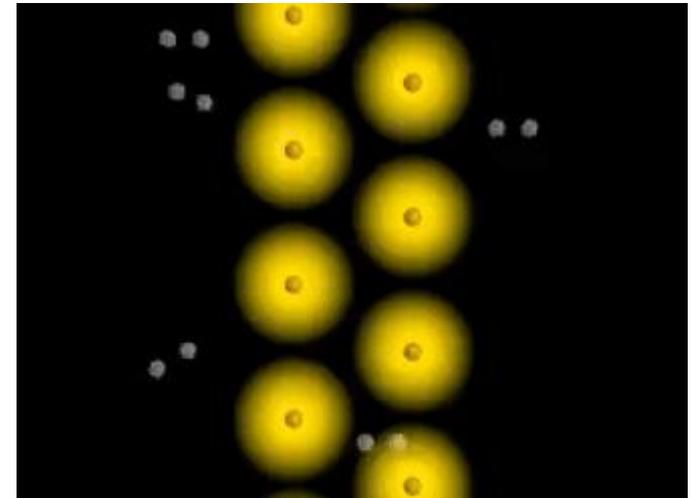
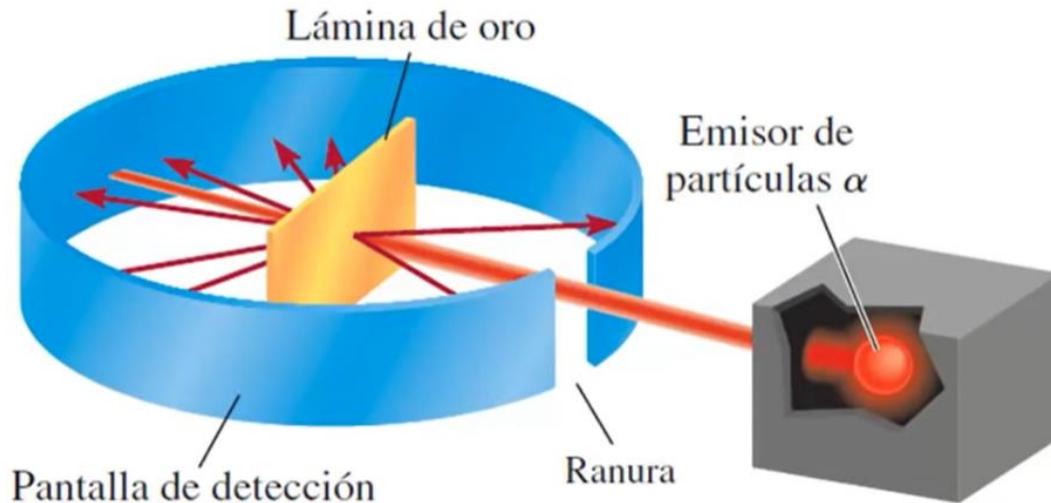


# EXPERIMENTO DE RUTHERFORD



1871-1937

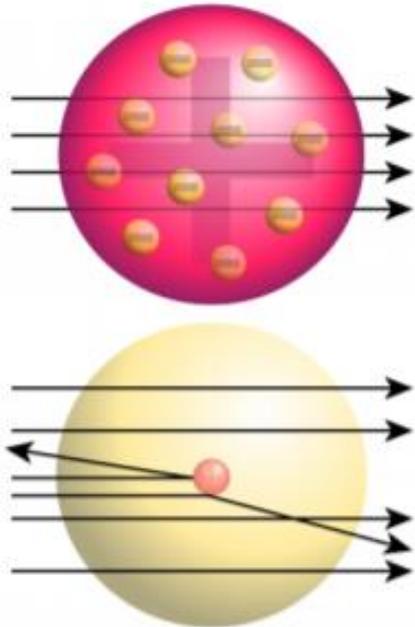
*Rutherford* realiza una serie de experiencias en las que hace incidir un haz de partículas alfa ( ${}^4_2\text{He}^{+2}$ , por tanto son partículas de carga eléctrica positiva) de alta energía, procedentes de una sustancia radiactiva como el radio, sobre unas láminas metálicas delgadas de oro, cobre, etc.



# EXPERIMENTO DE RUTHERFORD

## *Interpretación del experimento de Rutherford*

- Como prácticamente todas las partículas alfa pasan a través de la lámina sin desviarse, se debe considerar que la materia, y por tanto los átomos, están casi totalmente vacíos.
- Las partículas alfa que al atravesar la lamina pasan cerca del núcleo sufren una gran desviación de su trayectoria debido a efectos de repulsión entre las cargas positivas (las partículas alfa tienen carga positiva).
- Algunas partículas rebotan, lo cual se explica por el choque de las partículas contra algo de una gran masa y elevada carga positiva (núcleo con casi la totalidad de la masa).

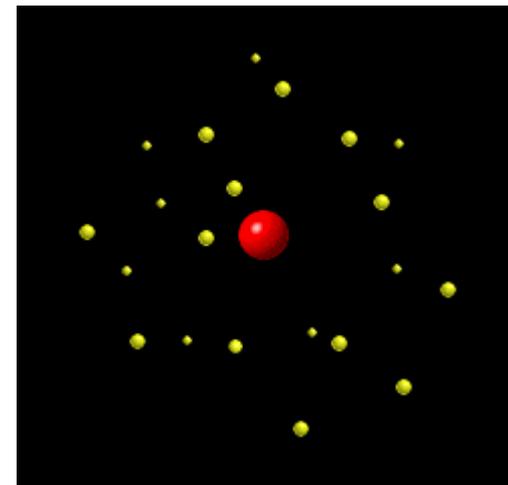
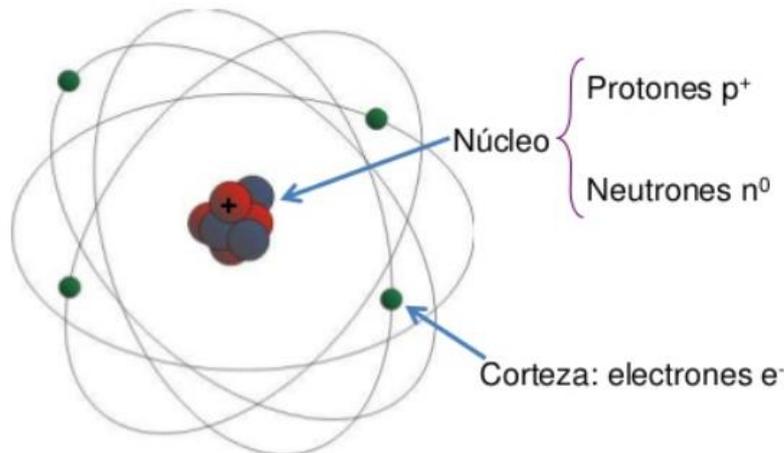


Las predicciones del modelo de Thomson resultaban incompatibles con los resultados del experimento de Rutherford, que sugería que la carga positiva estaba concentrada en una pequeña región en el centro del átomo, que es lo que se conoció como núcleo atómico.

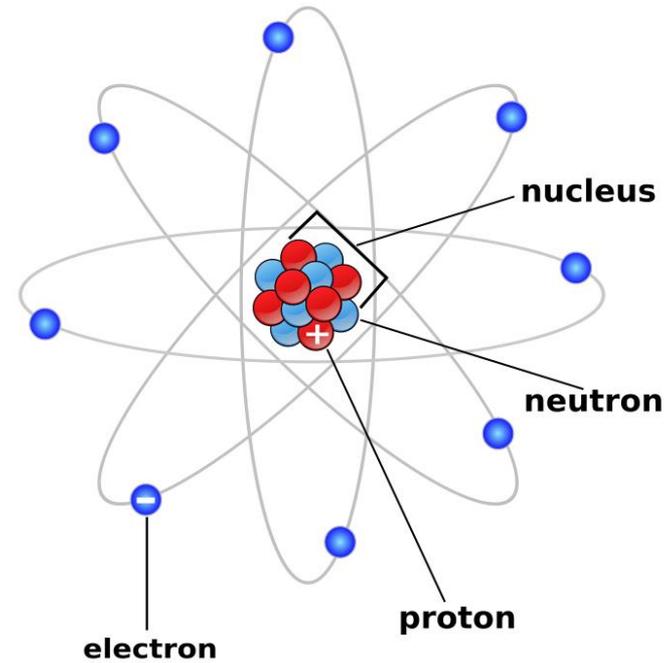
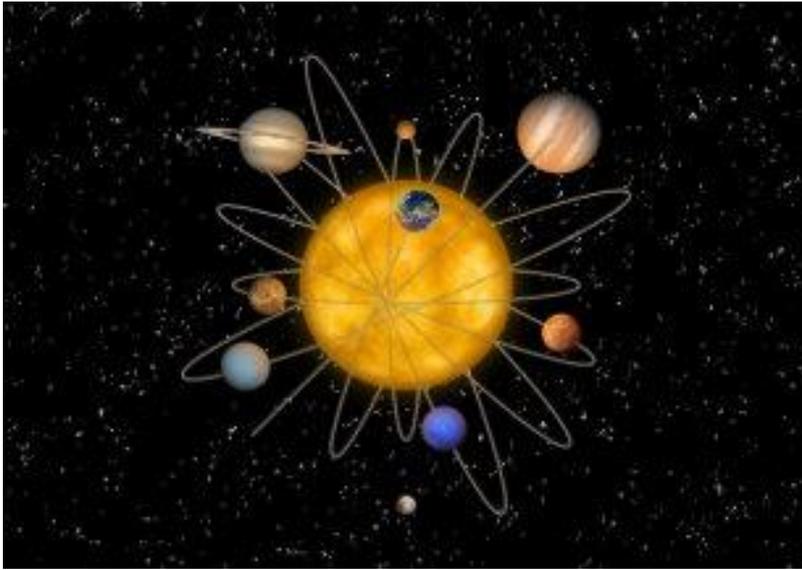
# MODELO ATÓMICO DE RUTHERFORD (1911)

- El átomo posee un núcleo central con carga positiva, rodeado de electrones girando a su alrededor en órbitas circulares (como planetas alrededor del sol).
- En el núcleo reside la masa del átomo.
- La neutralidad del átomo se debe a que la carga positiva total presente en el núcleo, es igualada por el número de electrones de la corona.
- El átomo es estable, debido a que los electrones mantienen un giro alrededor del núcleo, que genera una fuerza centrífuga que es igualada por la fuerza eléctrica de atracción ejercida por el núcleo, y que permite que se mantenga en su órbita.

Núcleo con partículas + y toda la masa  
Electrones girando en órbitas circulares a gran distancia



# MODELO PLANETARIO



- La situación recuerda a la Tierra que no cae sobre el Sol porque gira en una órbita estacionaria, en la que la fuerza centrípeta y la fuerza de atracción gravitatoria son iguales.
- Sin embargo, **el modelo planetario no es aplicable a partículas cargadas, ya que, según las leyes clásicas del electromagnetismo, un electrón con un movimiento acelerado, como el circular, radia energía electromagnética, lo que debería producir su progresiva caída sobre el núcleo.**

¿Por qué los electrones no caen sobre el núcleo que los atrae?

- El comportamiento de las partículas elementales es un reto para la ciencia.
- Si bien la [Mecánica Cuántica](#) y el [Modelo Estándar de Partículas Elementales](#) son marcos teóricos que describen este mundo subatómico de manera asombrosamente exitosa, aún falta una teoría que pueda explicar todo el comportamiento del universo, que pueda unir la mecánica cuántica con la relatividad de Einstein.
- Hoy existen algunas de estas teorías, como la [Teoría de cuerdas](#), pero su validez aún no está confirmada experimentalmente.