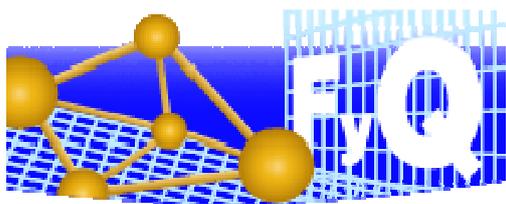


EL MODELO ATÓMICO DE RUTHERFORD



Los contenidos de esta unidad didáctica están bajo una licencia de Creative Commons si no se indica lo contrario



Autor: Juan Carlos Collantes Estévez

Índice

1. Introducción
2. Experimento de dispersión de partículas alfa
3. La hipótesis del núcleo atómico
4. Deficiencias del modelo
5. El neutrón
6. Isótopos
7. Evaluación



INTRODUCCIÓN

A lo largo del siglo XIX y comienzo del XX se sucedieron una serie de experiencias que modificaron por completo la visión que hasta ese momento se tenía de la estructura de la materia.

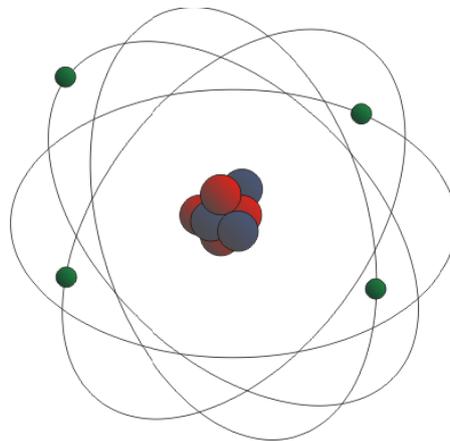
Algunas de estas experiencias, realizadas en tubos de descarga, permitieron descubrir la existencia de los electrones y protones en el interior de los átomos, en contra de la idea de Dalton acerca de la indivisibilidad de los átomos de los diferentes elementos.

Puesto que ni nuestros sentidos ni nuestros instrumentos tienen una sensibilidad infinita, lo cierto es que la esencia última de la estructura de los átomos debemos plantearla de forma teórica, a través de modelos que sean capaces de explicar el mundo que nos rodea.

De esta forma se han ido sucediendo modelos que iban explicando sucesivamente los hechos experimentales conocidos, hasta que aparecía algún nuevo experimento que ponía en cuestión el modelo vigente.

Entre todas las propuestas de estructura atómica conocidas, la propuesta de Ernest Rutherford, a finales del siglo XIX, significó una ruptura con las ideas que se tenían hasta el momento, por cuanto plantea por primera vez la existencia de un núcleo en el interior de los átomos.

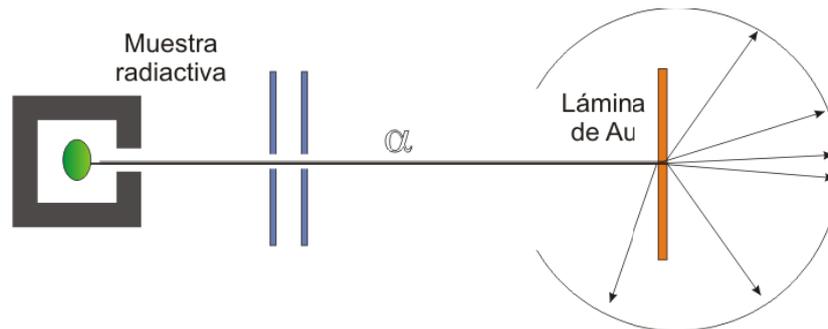
Podemos afirmar que, con el Modelo atómico nuclear, nació la física nuclear.



EXPERIMENTO DE DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS ALFA

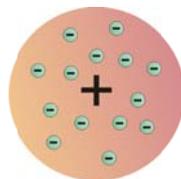
Este experimento es clave para la comprensión de la estructura de los átomos ya que su explicación conduce a Rutherford a abandonar el modelo atómico de Thomson y la consiguiente elaboración de un nuevo modelo atómico.

Básicamente, la idea de la experiencia consiste en hacer chocar partículas alfa (cargadas positivamente) contra los átomos constituyentes de una lámina de oro muy delgada y observar qué ocurre después del impacto.



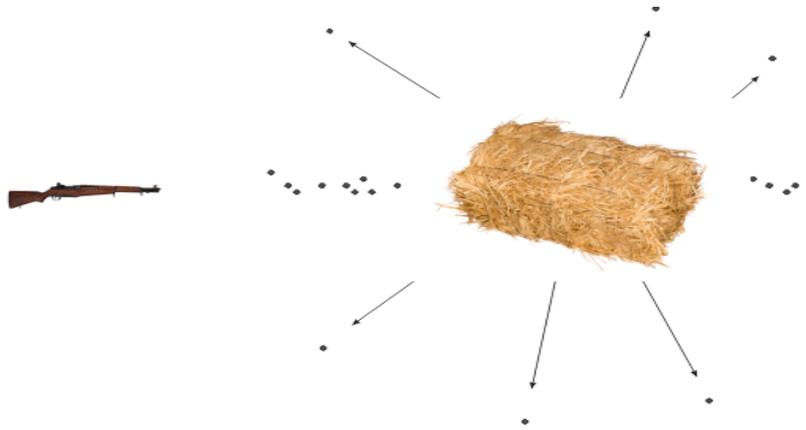
El diseño experimental consiste en encerrar un material radiactivo, emisor de partículas alfa, en una cámara de plomo que sólo permite la salida de partículas por un pequeño orificio practicado en la cámara. Posteriormente, este haz de partículas es colimado y se dirige hasta una lámina de oro de un espesor aproximado de $5 \cdot 10^{-4}$ cm. A la salida de la lámina las partículas alfa se dirigen a una pantalla de sulfuro de cinc que registra cada uno de los impactos y el ángulo en el que lo hacen respecto de la dirección incidente. El resultado más relevante del experimento es que **algunas de las partículas alfa se desvían significativamente de la trayectoria inicial**, lo que obligó a Rutherford a revisar el modelo de átomo que se consideraba cierto hasta ese momento, el modelo atómico de Thomson.

Básicamente el modelo de Thomson consideraba que los átomos estaban formados por esferas cargadas positivamente. En el interior de cada esfera se sumergían las cargas negativas de forma uniforme, el número de cargas negativas es tal que compensa la carga positiva del átomo



Podemos comprender las razones de Rutherford para dudar de la fiabilidad del modelo de Thomson si imaginamos el experimento anterior a través del siguiente símil:

Supongamos que disparamos proyectiles contra una bala de paja de la cual no podemos ver el interior. Lo lógico es suponer que el interior de la bala es uniforme (modelo de Thomson) y que los proyectiles seguirán más o menos una línea recta. Si, después del impacto, observamos que algunos de los proyectiles se desvían de la trayectoria inicial, habrá que suponer que, en el interior de la bala de paja hay algún objeto con el que choca el proyectil (en nuestro símil sería el núcleo del átomo).



LA HIPÓTESIS DEL NÚCLEO ATÓMICO

El modelo atómico que surge del análisis de las experiencias descritas consiste en suponer al átomo formado por dos partes bien diferenciadas:

El núcleo, donde se aloja la carga positiva, es decir, los protones, y la casi totalidad de la masa del átomo.

La corteza, formada por electrones, que giran a alrededor del núcleo de forma similar a un sistema planetario de tal forma que, en un átomo neutro, el número de electrones debe ser tal que compense la carga del núcleo.

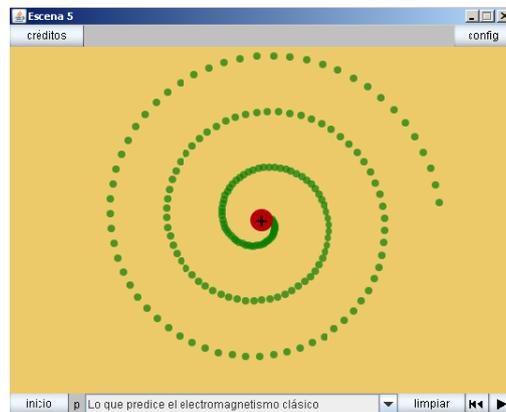


DEFICIENCIAS DEL MODELO

El Modelo atómico nuclear significó un avance espectacular en nuestra visión de la estructura de la materia, y sin embargo chocaba con alguna de las ideas de la física clásica.

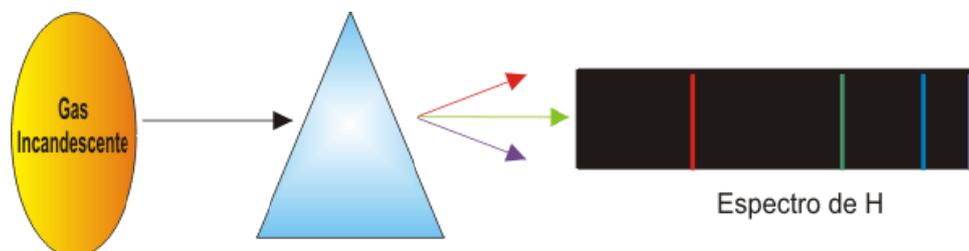
Una de ellas consiste en que, según el electromagnetismo clásico, una carga acelerada debe radiar energía continuamente. Como el electrón es una partícula cargada, y el movimiento circular es acelerado, el electrón debería estar radiando energía de forma continua, lo cual no se observa. Además esta energía radiada se liberaría a costa de la energía cinética del electrón que, de esta manera, debería ir reduciendo el radio de su órbita hasta colapsar con el núcleo. Según esto, la materia tal como la conocemos no es posible.

La escena que se presenta en la unidad representa la predicción del electromagnetismo clásico para una carga acelerada como el electrón del Modelo atómico nuclear



La segunda objeción que se plantea a la validez del Modelo atómico nuclear está relacionada con la emisión de radiación desde los átomos.

En este sentido, la existencia de espectros de emisión a rayas, producidos por lámparas de gases incandescentes, sugiere que los electrones sólo pueden situarse en un conjunto de órbitas concretas. En cambio, el modelo atómico de Rutherford no pone ninguna restricción a las órbitas que puede ocupar los electrones en su movimiento alrededor del núcleo, esto significa que la radiación emitida desde los átomos debería ser continua, en contra de la existencia de los espectros discontinuos descritos.



EL NEUTRÓN

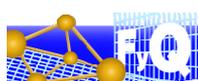
En 1914, el británico H. Moseley, analizando los rayos X emitidos por los átomos de diferentes elementos, pudo deducir el número de protones presentes en el núcleo de los átomos de cada elemento. Este número se denominó número atómico y se representa con la letra Z. Probablemente sepas que, en la tabla periódica, los elementos están ordenados en orden creciente de números atómicos.

Parece lógico pensar que la masa del núcleo atómico debe coincidir con la suma de las masas de los protones que lo constituyen. Sin embargo esto no es así, medidas precisas de la masa de los núcleos realizadas con el espectrógrafo de masas indican que la masa de los núcleos es mayor que la esperada al sumar la masa de sus protones. La explicación podría estar en la existencia de otra partícula que acompañe a los protones en el interior del núcleo de los átomos.

En 1932, James Chadwick (como ves, bastante tiempo después), determinó la existencia de estas partículas a las que denominó neutrones debido a que no poseen carga (esta es una de las razones por las que se tardó tanto en descubrirlos) y que tienen una masa parecida a la del protón.

Conocida la existencia del neutrón, podemos resumir las partículas elementales constituyentes de un átomo en la siguiente tabla:

| Partícula | Carga (C) | Masa (kg) |
|-----------|------------------------|--------------------------|
| Electrón | -1.6 10 ⁻¹⁹ | 9.1 10 ⁻³¹ |
| Protón | 1.6 10 ⁻¹⁹ | 1.6748 10 ⁻²⁷ |
| Neutrón | 0 | 1.6725 10 ⁻²⁷ |



ISÓTOPOS

A partir del modelo atómico de Rutherford, y teniendo en cuenta la existencia del neutrón, podemos construir un modelo de átomo en el que el núcleo está compuesto por protones (con carga positiva) y neutrones (sin carga), alrededor del cual giran los electrones (con carga negativa).

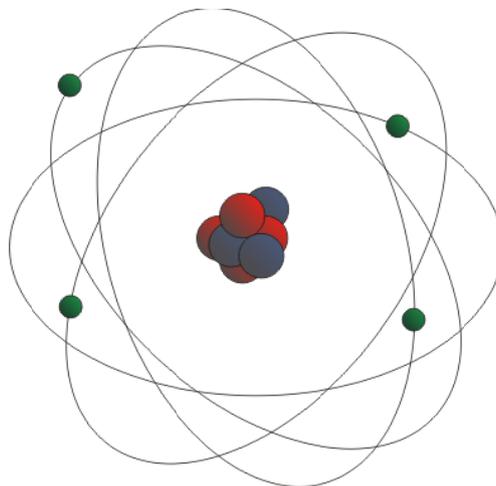
El número de protones existentes en el núcleo de un átomo se llama número atómico Z y es invariable para cada elemento, identificándolo de forma precisa. Esto significa que todos los átomos de un mismo elemento tienen el mismo número de protones (mismo Z). Sin embargo, para un mismo valor de Z , el número de neutrones puede ser diferente. Al número de protones y neutrones existentes en el núcleo de un átomo se le llama número másico A .

Se llaman isótopos de un elemento a aquellas especies que tienen igual número de protones (lógico, ya que se trata de átomos del mismo elemento) y diferente número másico. Unos y otros se diferencian, por tanto, en el número de neutrones.

Una forma de representar la constitución de un núcleo es la siguiente:

De esta forma, si escribimos ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ queremos representar un núcleo de cloro con 17 protones y 18 neutrones

La escena que se inserta en la unidad nos permite construir un conjunto de isótopos, indicando el número de protones y neutrones del mismo



EVALUACIÓN

Ejercicio1: Cuestionario

Marca las opciones que creas que son correctas sobre la(s) letra(s) correspondiente(s)

- 1) En un átomo de Berilio, $Z=4$ y $A=9$. Esto significa que su núcleo contiene
 - a) 9 protones
 - b) 5 protones
 - c) 4 protones
 - d) 5 neutrones

- 2) Para el ión Ca^{2+} los valores de Z y A son, respectivamente, 20 y 40. Por lo tanto:
 - a) Contiene 18 electrones
 - b) Contiene 20 electrones
 - c) Contiene 20 protones
 - d) Contiene 40 neutrones

- 3) El ión Co^{3+} tiene 32 neutrones y 24 electrones, por lo tanto
 - a) $Z=27$
 - b) $Z=30$
 - c) $Z=24$
 - d) $A=56$
 - e) $A=59$

- 4) El ión S^{2-} contiene 16 protones y 16 neutrones, por lo tanto:
 - a) El número de electrones es 32
 - b) El número de electrones es 16
 - c) El número de electrones es 18
 - d) $Z=16$
 - e) $A=34$
 - f) $A=32$

- 5) En el
 - a) $Z=4$
 - b) $Z=2$
 - c) $A=2$
 - d) $A=4$
 - e) El número de electrones es 4
 - f) El número de electrones es 2



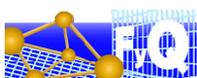
- 6) El ión Au^{3+} contiene 79 protones y su valor de $A=197$. Esto significa que:
- $Z=76$
 - Tiene 76 electrones
 - $Z=79$
 - El número de neutrones es 118

Ejercicio2: Crucigrama

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|--|---|---|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 | | | 2 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | | | 5 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 6 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | 7 | | | | | | | | | | | |

Definiciones

- Partícula cargada negativamente que gira en torno al núcleo atómico
- Exterior del átomo
- Horizontales: Partícula sin carga residente en el núcleo atómico
 - Verticales: Parte central del átomo
- Número.... Representa el número de protones en el núcleo
- Número.... Representa el número de partículas en el núcleo
- Variedades de un elemento que se diferencian en el número de neutrones del núcleo
- Partícula con carga positiva residente en el núcleo atómico



Ejercicio 3: Completar la frase:

El modelo atómico de puede resumirse de la siguiente manera:

- 1) El átomo posee un..... central pequeño, con carga eléctrica, que contiene casi toda la masa del
- 2) Los electrones giran a grandes distancias alrededor del núcleo.....
- 3) La suma de las cargas eléctricas de los electrones debe ser igual a la carga positiva del, ya que el átomo es eléctricamente

