

# Física y Química 2° ESO

The Strange Doctor

Multiverse of Madness

Аннотация

Resumen con  $\text{\LaTeX}$  en español de contenidos previos para la Física y Química de 2° ESO: el átomo, modelos atómicos y estructura subatómica de la materia.



# Índice

<b>1 El átomo</b>	<b>3</b>
<b>2 Modelos atómicos</b>	<b>3</b>
<b>3 Moléculas y cristales</b>	<b>5</b>
<b>A FORMULARIO</b>	<b>6</b>

# 1 El átomo

La materia tiene apariencia de ser continua. Sin embargo, en realidad, es discreta. Esta idea ya fue concebida por los griegos, chinos e hindúes hace siglos (milenios). La naturaleza atómica y subatómica de la materia explica hoy día innumerables fenómenos: la electricidad y magnetismo, la energía nuclear, la radioactividad, las reacciones químicas y los compuestos químicos, e innumerables otras propiedades. La teoría atómica y subatómica está basada en la reunión de cientos de observaciones al cabo de siglos, y en la actualidad, el modelo atómico (subatómico) subyacente se denomina modelo mecano-cuántico (o de la Mecánica Cuántica). El modelo mecano-cuántico del Universo (o incluso del Multiverso), permite elaborar teorías como el llamado Modelo Estándar de las interacciones fundamentales, que describe 3 de las 4 fuerzas fundamentales cósmicas: electromagnetismo (responsable de la electricidad, el magnetismo y las atracciones y repulsiones que gobiernan los compuestos químicos), fuerza nuclear fuerte (responsable de la estabilidad de los núcleos atómicos) y la fuerza nuclear débil (responsable del fenómeno de la radioactividad). La cuarta fuerza es la gravitación, que no puede describirse aún mediante una teoría cuántica de forma coherente salvo mediante la teoría o modelo de supercuerdas (teoría M, F, S, ...) o la gravitación cuántica de bucles (o loop quantum gravity). Se especula con la existencia de una quinta fuerza que causa una especie de repulsión cósmica universal (hoy día denominada energía oscura).

## 2 Modelos atómicos

A principios del siglo XIX, John Dalton recupera la idea de los átomos para explicar las leyes de la Química moderna. Así, estableció una serie de postulados:

- La materia está formada por átomos, partículas indivisibles (en griego, *ατομος* significa “sin partes”).
- Existen átomos diferentes, con propiedades distintas, que corresponde a los actuales átomos de la Tabla Periódica. Átomos diferentes poseen propiedades distintas. Átomos del mismo elemento, tienen las mismas propiedades.
- Si se unen dos o más átomos del mismo o distinto elemento, tenemos un compuesto o molécula. Moléculas diferentes del mismo átomo se denominan alótropos.
- Cuando tienen lugar cambios químicos entre elementos y compuestos químicos, se debe a que los átomos se unen en proporciones distintas de números enteros sencillos. Los cambios físicos no implican cambio de la estructura molecular o fórmula química.

La teoría atómica de Dalton permite explicar algunos fenómenos, como los cambios químicos. También permite entender la separación de mezclas y la composición simple de sustancias de un solo elemento y de varios elementos, bajo fórmulas químicas.

La mayor parte del átomo está vacío. El experimento de J. J. Thomson reveló la existencia de pequeñas partículas en el interior de los átomos, que conocemos hoy día bajo el nombre de **electrones**. Thomson propuso un modelo atómico similar al de un pudín con pasas (plumcake model). Sin embargo, este modelo fue demostrado incorrecto por Ernest Rutherford y sus colaboradores, Marsden y Geiger.

Los electrones, que sepamos, no tienen estructura interna, y si la tienen es muy pequeña, menor que el núcleo o el átomo ( $am = 10^{-18}m$ ) o zeptómetro ( $1zp = 10^{-21}m$ ).

### Partículas subatómicas básicas del átomo

El átomo está formado por dos zonas diferenciadas, hecho establecido por el experimento de Rutherford. En la zona externa o corteza orbitan los electrones. En la zona interna, unas 100 mil veces más pequeña que el tamaño atómico, está el núcleo, constituido por partículas llamadas protones y neutrones. Los electrones orbitan el núcleo como consecuencia de la fuerza eléctrica de atracción entre cargas positivas del núcleo, y la carga negativa de los electrones de la corteza. El núcleo se mantiene junto debido a la fuerza nuclear fuerte, aunque en ocasiones, pueden producirse transmutaciones de núcleos o partículas como consecuencia de la llamada fuerza nuclear débil.

## Propiedades de las partículas subatómicas básicas

Toda partícula subatómica puede clasificarse mediante una serie de números sencillos. En general, una partícula subatómica tiene masa (energía), carga eléctrica y espín (también llamado momento angular intrínseco), aunque también tiene otras propiedades como simetría de carga o simetría de inversión temporal, o la simetría de paridad (de espejo o especular). Limitándonos a las tres primeras propiedades, y a las 3 partículas subatómicas básicas, se tiene que:

- Electrón: masa  $M_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $Q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $S = \pm \frac{1}{2} \hbar \sim \pm \frac{1}{2}$ .
- Protón: masa  $M_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $Q = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $S = \pm \frac{1}{2} \hbar \sim \pm \frac{1}{2}$ .
- Neutrón: masa  $M_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ,  $Q = +0 \text{ C}$ ,  $S = \pm \frac{1}{2} \hbar \sim \pm \frac{1}{2}$ .

Se observa que la masa del protón es similar a la del neutrón  $M_p \approx M_n$ . La masa del protón es unas 2000 veces (unas  $6\pi^5 = 1836$  veces la masa del electrón). La carga eléctrica del protón es igual pero de signo contrario a la del electrón. El neutrón no tiene carga eléctrica neta. Además, un átomo debe ser eléctricamente neutro por equilibrio natural, así que los átomos, por el balance de cargas positivas y negativas del Universo, contienen en mismo número de protones que de electrones en general. Es decir, el estado fundamental de un átomo contiene igual número de electrones que de protones. Es el llamado principio del balance de cargas.

El Modelo de Rutherford (1911) o planetario tenía dos principales problemas teóricos y experimentales:

- No explicaba los llamados espectros atómicos que ya se conocían del s.XIX.
- La teoría electromagnética de Maxwell predecía que las partículas cargadas eléctricamente como los electrones debían emitir ondas electromagnéticas, perder energía, y caer al núcleo en un tiempo finito. Ese tiempo es del orden de  $ps$  (picosegundos) incluso para el átomo más simple, el hidrógeno. Esto era absurdo, porque los átomos observados eran estables.

La incorporación parcial de la llamada teoría cuántica a los átomos, por parte de Bohr, y de las ideas de la teoría de la relatividad, en la llamada corrección de Bohr-Sommerfeld, también se mostró ineficaz para explicar toda la fenomenología acumulada y la nueva que emergió en el s.XX. Como resultado, se elaboró una síntesis de ideas que acabó creando el Modelo actual o mecánico-cuántico del átomo. En su versión más sofisticada, el modelo mecano-cuántico incluye el denominado Modelo Estándar de las partículas subatómicas. Este modelo establece que (circa 2020) las partículas que forman el Universo se dividen en dos tipos:

- Fermiones o partículas de materia (con espín semientero o múltiplo de  $1/2$ ). A su vez, se dividen en dos clases de partículas. **Leptones** (no interactúan vía la fuerza nuclear fuerte): electrón  $e^-$ , neutrino electrón  $\nu_e$ , muón  $\mu^-$ , neutrino muón  $\nu_\mu$ , tauón  $\tau^-$ , neutrino tauón  $\nu_\tau$ . **Quarks** (interactúan vía la fuerza nuclear fuerte): quark arriba ( $q_u, u$ ; up quark), quark abajo ( $q_d, d$ ; down quark), quark encanto ( $q_c, c$ ; charm quark), quark extraño ( $q_s, s$ ; strange quark), quark cima o verdad ( $q_t, t$ ; truth or top quark), quark fondo o belleza ( $q_b, b$ ; botton or beauty quark). Los quarks tienen carga eléctrica fraccional respecto del electrón, por ejemplo  $Q(u) = +2e/3$ ,  $Q(d) = -e/3$  y una propiedad llamada color que explica su peculiar interacción (el color de la fuerza nuclear se etiqueta con las letras R-red, G-green, B-blue, pero no tiene nada que ver con el color ordinario).
- Bosones o partículas de fuerza/transmisoras de energía o interacción. Son el fotón ( $\gamma$ , sin masa ni carga), el bosón  $W^+$ ,  $W^-$  y el bosón  $Z$  (de la interacción nuclear débil), y el gluón  $g$  (de la interacción nuclear fuerte). Adicionalmente, existe el llamado bosón de Higgs o dador de masa  $H$ , sin carga eléctrica. La masa de los bosones vectoriales masivos y el Higgs es (en kg):  $M_H = 2,23 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ ,  $M_Z = 1,63 \cdot 10^{25} \text{ kg}$ ,  $M_W = 1,43 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ . El bosón  $W$  puede tener carga positiva o negativa, mientras que el  $H$  y  $Z$  son neutros, carga eléctrica nula.

## Tabla periódica

La Tabla Periódica es una disposición ordenada de los elementos químicos en filas y columnas. Hay 8 filas actualmente, llamadas periodos, y 18 columnas llamadas grupos. En total, hay (circa 2020) 118 elementos químicos.

## Iones

Átomos de un mismo elemento químico que pierden o ganan electrones quedan cargados eléctricamente de forma positiva o negativa. Un átomo que pierde electrones, se queda cargado positivamente y se llama catión. Un átomo que gana electrones, se queda cargado negativamente y se llama anión.

Los átomos quedan especificados por el número de partículas que poseen. En equilibrio o balance, un átomo es neutro y posee el mismo número de protones que de electrones. El número de protones de un átomo se llama número atómico y se representa por la letra  $Z$ . El número de neutrones se llama número de neutrones  $N$ . La suma de número de neutrones y de protones (número atómico) es el número másico  $A$  o de nucleones. Se llama número másico porque es bastante similar a la masa del núcleo. El núcleo contiene casi toda la masa (pero no toda, dado que el electrón tiene masa).

## Isótopos

Átomos del mismo elemento que se diferencian en el número de neutrones, y por tanto en el número másico  $A = Z + N$ , se llaman isótopos. Hay miles de isótopos en la Tabla Periódica (circa 2020).

En la Tabla o Sistema Periódico se diferencian varias zonas. La zona de los metales, la zona de los semimetales o metaloides, la zona de los gases nobles y la zona de los no metales.

## 3 Moléculas y cristales

### Cristales

Un cristal es una disposición ordenada de átomos, discreta y repetitiva en el espacio. Los cristales se clasifican según sus simetrías o patrones usando la rama de las Matemáticas llamada teoría de grupos.

Se ha especulado con la existencia de estructuras ordenadas en el tiempo (o en el espacio-tiempo) llamadas cristales de tiempo (F. Wilczek). Además de los cristales, existen otras estructuras ordenadas de átomos hasta llegar al estado amorfo (sin simetrías). Son los llamados cuasicristales. También, en ocasiones, hay varios tipos de cristales en una misma forma de materia simultáneamente. Se llama entonces a esto **poliercristal**. Las unidades de cada tipo de cristal se llaman **granos**(grains). Existen cristales asociados a los principales tipos de enlace químico entre átomos: cristales metálicos, cristales covalentes y cristales iónicos. Existen también sustancias aparentemente cristalinas que son en realidad desordenadas, y que se llaman vidrios (glass).

### Molécula

Es la unión de dos o más átomos del mismo o distinto elemento con ciertas propiedades físico-químicas características y una determinada fórmula química o molecular. La fórmula molecular indica el número de átomos de cada elemento que la integran. Generalmente, las fórmulas moleculares involucran solamente números enteros (compuestos daltónidos). Sin embargo, existen fórmulas químicas atípicas con estequiometría no entera (compuestos bertólidos). En este y sucesivos cursos, nos centraremos solamente en compuestos daltónidos y no en compuestos bertólidos (con impurezas).

## A FORMULARIO

Número másico

$$A = Z + N.$$

**A** (número másico) es la suma del número atómico **Z** (número de protones) y del número de neutrones de un átomo. También se puede llamar número de nucleones al número másico, entendiendo nucleones como las partículas básicas del núcleo, protones y neutrones.



Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели.



Doctor Who?

ϱΔΞΘΣΠΧΚΙΟ

$$|\Psi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|\heartsuit\heartsuit\rangle + |\spadesuit\spadesuit\rangle) \quad \oint_{\partial\Sigma} \Theta = \int_{\Sigma} d\Theta$$

