

Átomos, Moléculas y Radiación Electromagnética

- Fernando de J. Amézquita L.
 - Diana Mendoza O.



Universidad de Guanajuato

Al finalizar esta presentación
habrás comprendido las
dimensiones del átomo y la
molécula. Además los
fundamentos del Análisis
Espectral.

La magnitud

$$10^{24}$$

Desarrollada se expresa:

1 000 000 000 000 000 000 000 000

Tomemos en cuenta que:

$$2^{10} \approx 1\,000$$

De esta manera podremos plantear la aproximación

$$\frac{1}{10^{24}} \approx \frac{1}{2^{80}}$$

Los picachos Guanajuato

Dimensiones del átomo

Uno de los primeros intentos científicos de evaluar las dimensiones del átomo le pertenece a Mijail Vasilievich Lomonósov (1711-1765). En 1742 notó que los orfebres hábiles sabían extender una capa de oro hasta el espesor de una diezmillonésima de centímetro (1×10^{-4} cm) lo que quiere decir, que los átomos de oro en modo alguno podían superar esta magnitud.

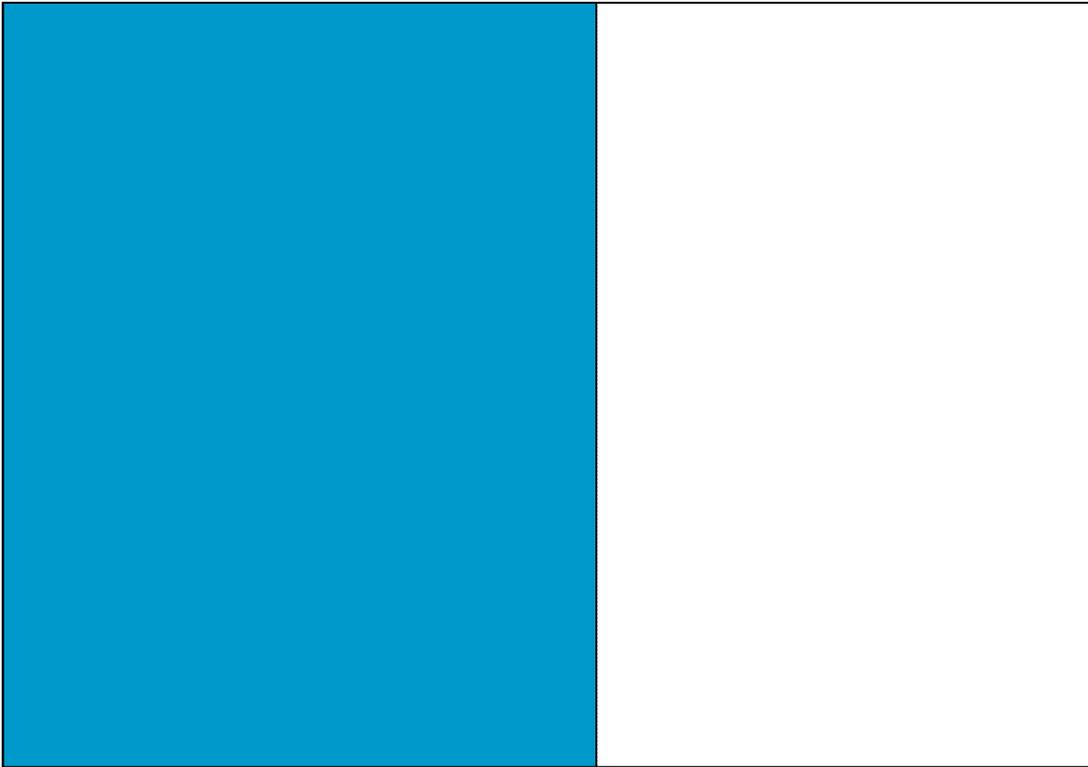


Placa de oro de espesor de 25×10^{-4} cm

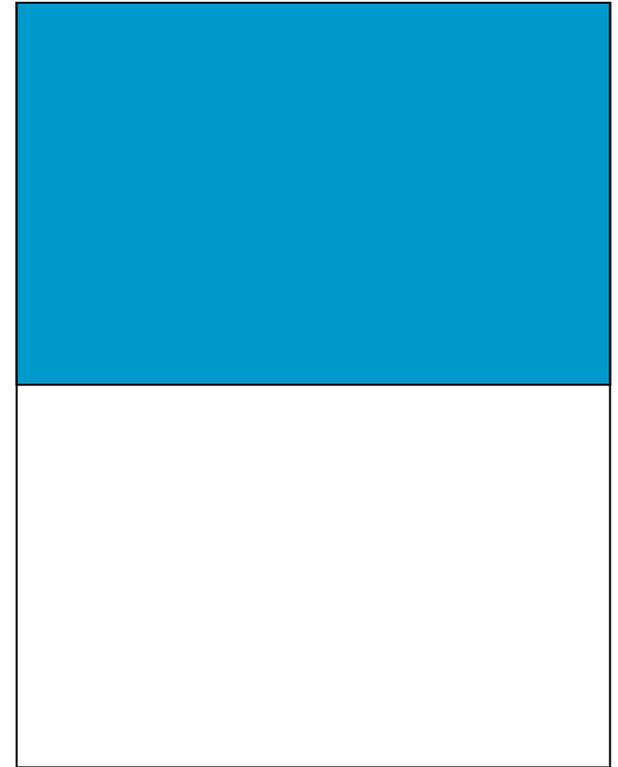
- Para que te des una idea de las dimensiones del átomo, hagamos un ejercicio sencillo. Para ello necesitarás una hoja de papel, tamaño carta.
- Supongamos que una hoja de papel, común, pesa 1 g, y que como aproximación consideremos que el peso del átomo es de $1/10^{24}$ g

Una hoja de papel es dividida en dos y una de las mitades obtenidas es, a su vez, dividida por la mitad, etc. ¿Cuántas divisiones serían precisas para llegar a la dimensión de átomo? De acuerdo a la aproximación planteada si pensaste en 80 ¡acertaste! Ahora hazlo.

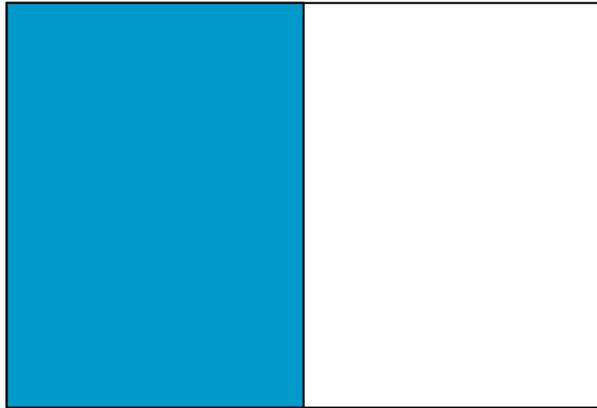
Primera división $\frac{1}{2}$



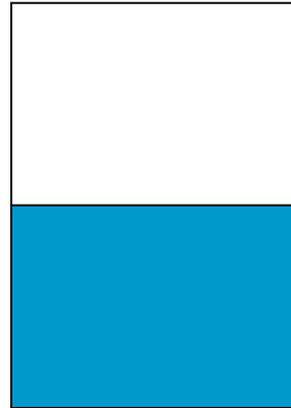
Segunda División $\frac{1}{4}$



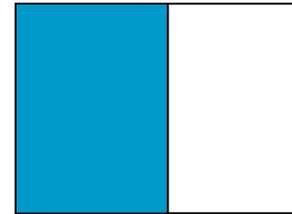
Tercera: $1/8$



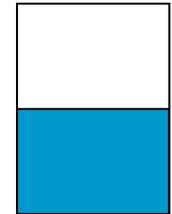
$1/16$



$1/32$



$1/64$



$1/128$



$1/256$



$1/512$



$1/1024$



Después todavía te faltarían 70 divisiones. Ahora ya tienes una idea de las dimensiones del átomo.

En 1773 Benjamin Franklin (1706-1790) notó que una cucharilla de aceite (su volumen= 4 cm^3) derramada sobre la superficie del agua tranquila se extendía por un área de 0,2 hectáreas, es decir, $2\,000 \text{ m}^2$ ó $2 \times 10^7 \text{ cm}^2$. Está claro que el diámetro de la molécula en este caso no puede superar la magnitud $d = 4 \text{ cm}^3 / 2 \times 10^7 \text{ cm}^2 = 2.0 \times 10^{-7} \text{ cm}$ (o sea, dos diezmillonésimas de centímetro).
¿Qué te parece el razonamiento?

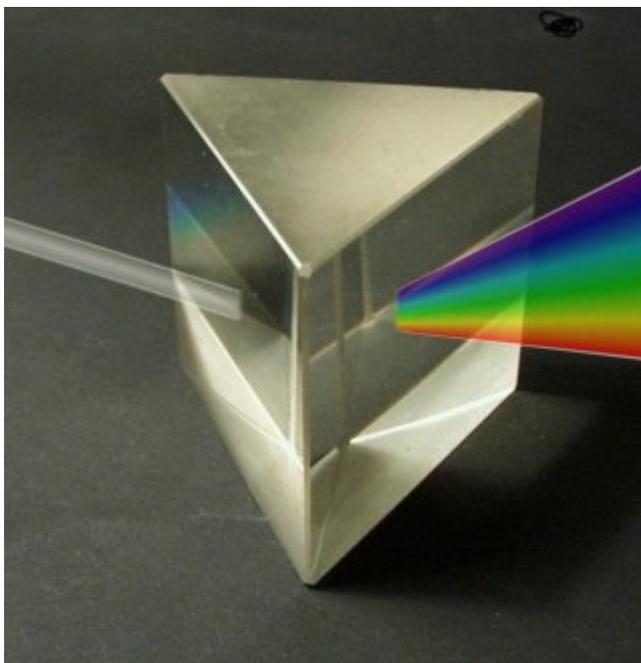


Experimento de Kirchhoff y Bunsen



Universidad de Guanajuato
Laboratorio de Instrumental
Campus Guanajuato

Ahora estudiaremos un trabajo realizado en 1859 por Kirchhoff y Bunsen, en el cual aplicarás el Método Científico y además conocerás la capacidad deductiva de ellos.

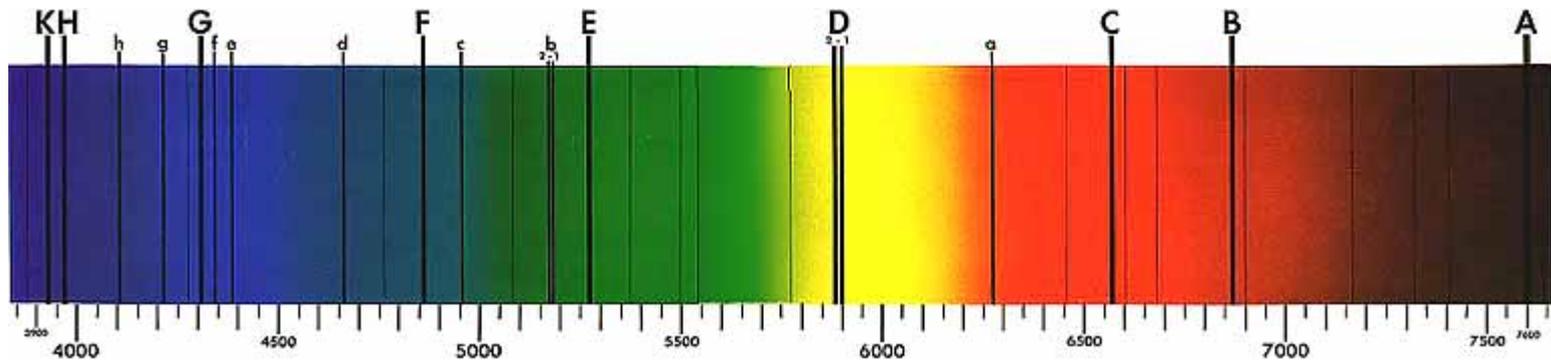


Al hacer pasar el rayo del sol a través del prisma, surge el espectro.

A simple vista, entre las diferentes partes del espectro no hay límites acusados.

Así pensaban todos hasta que en 1802, William Hyde Wollaston examinara este espectro más atentamente. Para ello construyó el primer espectrógrafo de rejilla y con su ayuda descubrió varias líneas oscuras netamente pronunciadas que sin orden visible atravesaban en diferentes lugares el espectro del sol, él no les dio importancia, más tarde estas líneas se denominaron “rayas de Fraunhofer” por el nombre de su verdadero investigador y no de su descubridor.

Joseph Fraunhofer, pulidor de vidrios ópticos examinaba minuciosamente las rayas oscuras en el espectro solar. Llegó a contar allí 574 rayas, denominó las principales y señaló su ubicación exacta en el espectro solar, como se aprecia en la figura. Éstas eran rigurosamente constantes en particular en el mismo lugar de la zona amarilla del espectro siempre aparecía una pronunciada raya doble a la que Fraunhofer denominó raya D.



Además estableció un hecho importante en el espectro de la llama de una vela, *en el mismo lugar de la raya oscura D del espectro solar siempre estaba presente una brillante línea amarilla doble.*

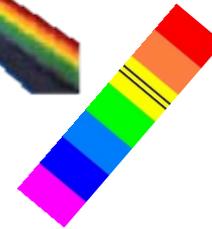
Prosiguiendo los estudios de las rayas oscuras del espectro solar se convenció de que su origen se debía a la *Naturaleza misma de la luz solar*. Incitado por el carácter raro de esas rayas a seguir las observaciones, las había descubierto luego en los espectros de Venus y Sirio.

Cuarenta y tres años después de la muerte de Fraunhofer, William Swann estableció que la doble raya D amarilla de la vela surgía en presencia del metal sodio.

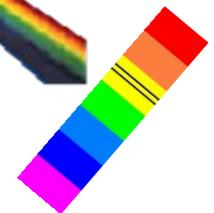
En 1859 Gustav Robert Kirchhoff y Robert Wilhem Bunsen comprendieron el significado de los descubrimientos de Fraunhofer y Swann, y establecieron que *éstas rayas brillantes en el espectro de la vela pertenecen al metal sodio*; realizando el siguiente experimento:



Al caer en el prisma solo el rayo del sol se observaba el espectro con la oscura raya D.



La oscura raya seguía en su lugar cuando colocaban al paso del rayo el *infernillo encendido*.





Mas si interceptaban el paso del rayo solar con una pantalla y solo llegaba la radiación de la vela.

Entonces en lugar de la oscura raya D aparecía nítidamente una brillante raya D amarilla del sodio. Cuando retiraban la pantalla la raya D se oscurecía.

Luego reemplazaban el rango del sol por la luz de un cuerpo incandescente y el resultado era siempre el mismo en el lugar de la brillante raya amarilla surgía otra oscura. Es decir, *la llama de la vela absorbía siempre aquellos que ella misma emitía.*

Siguiendo sus razonamientos:

La raya, brillante, D amarilla aparece en el espectro de la llama de la vela en presencia del sodio.

En el espectro del sol en el mismo lugar se halla la raya oscura de naturaleza desconocida.

El espectro del rayo de cualquier cuerpo incandescente es continuo y carece de rayas. Sin embargo, al hacer pasar semejante rayo a través de la llama de la vela su espectro no se diferenciará en nada del espectro del sol. Habiendo una raya oscura, además en el mismo lugar y corresponde al sodio. (en la llama de la vela hay sodio).

Y por cuanto semejante raya del espectro de la llama de la vela coincide en la luz pasante con la raya D oscura del espectro del sol quiere decir que también en el sol hay sodio con la particularidad de que este se haya en la nube gaseosa externa iluminada de adentro por el núcleo incandescente del sol.

La breve nota que Kirchhoff escribió en 1859, contenía 4 descubrimientos a la vez:

1. Cada elemento tiene su espectro de rayas (líneas). Es decir, un conjunto de Rayas rigurosamente determinado;
2. Estas se pueden utilizar para analizar la composición de las sustancias, no solo en la Tierra, sino también en las estrellas;
3. El sol se compone del núcleo caliente y de la atmósfera relativamente fría de gases incandescentes;
4. En el sol hay sodio.

Otras observaciones:

- a. Nació el análisis espectral, podemos conocer la composición química de las galaxias, medir la temperatura y la velocidad de rotación de estrellas.
- b. Conocemos dos tipos de espectros:
 - 1) De líneas, función de la composición.
 - 2) Continuo, función de la temperatura.
 - 3) Como el espectro surge del átomo aislado, éste debe tener una estructura.

Los tres primeros descubrimientos pronto fueron confirmados, incluida la hipótesis del sol. Janssen, astrónomo descubrió en 1868, en la India, que durante un eclipse total de Sol -cuando el núcleo incandescente se hallaba oculto por la sombra de la Luna y emitía luz solamente la corona-, las rayas oscuras en el espectro solar se encendieron con una brillante luz.

- **Las tres leyes de la espectroscopia de Kirchhoff**
- Kirchhoff propuso las tres leyes empíricas que describen la emisión de luz por objetos incandescentes:
 - Un objeto sólido caliente produce luz en espectro continuo.
 - Un gas tenue produce luz con líneas espectrales en longitudes de onda discretas que dependen de la composición química del gas.
 - Un objeto sólido a alta temperatura rodeado de un gas tenue a temperaturas inferiores produce luz en un espectro continuo con huecos en longitudes de onda discretas cuyas posiciones dependen de la composición química del gas.
- La justificación de estas leyes fue dada más tarde por Niels Bohr, contribuyendo decisivamente al nacimiento de la mecánica cuántica.



**Como un complemento a esta presentación,
te recomendamos que leas acerca de los siguientes Científicos:**

- **Mijaíl Vasílievich Lomonósov**
- **Benjamin Franklin**
- **Isaac Newton**
- **William Hyde Wollaston**
- **Joseph von Fraunhofer**
- **William Swann**
- **Robert Wilhelm Bunsen**
- **Gustav Robert Kirchhoff**

¡Gracias!