

## ESTRUCTURA ELECTRÓNICA

- Número de Avogadro
- Radiación electromagnética
- Naturaleza de la luz
- Teoría cuántica
- Espectros atómicos
- Modelo de Bohr

*Amadeo Avogadro* (1776-1856, italiano)

*Descubrió que volúmenes iguales de gases diferentes, en las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas*

*(Hipótesis de Avogadro, o Ley de Avogadro, 1811).*



Envía el trabajo en el que desarrolla esta teoría al Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle que lo publica el 14 de julio de 1811 bajo el título "*Ensayo de una forma de determinar las masas relativas de las moléculas elementales de los cuerpos, y las proporciones según las cuales entran en estas combinaciones*".

La mayor dificultad que tuvo que enfrentar se relacionaba con la confusión existente en aquella época entre átomos y moléculas.

Una de sus contribuciones más importantes fue clarificar la distinción entre ambos conceptos, admitiendo que las moléculas pueden estar constituidas por átomos.

En realidad, no utilizó la palabra átomo en sus trabajos (en aquella época los términos átomo y molécula se utilizaban de manera indistinta), pero él considera que existen tres tipos de moléculas, de las cuales una es una molécula elemental (átomo).

**Número de Avogadro** **Estructura**

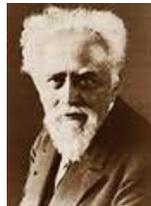
**Número de Avogadro:**  
 $6.022\ 141\ 79(30) \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$

número de entidades elementales  
(generalmente átomos o moléculas) que hay en un mol

 *No fue propuesto por Avogadro !!!*

Sino por el químico francés **Jean Baptiste Perrin** (1870 - 1942) quien lo nombró en honor de Avogadro.

Perrin ganaría en 1926 **Premio Nobel de Física**, en gran parte por su trabajo en la determinación de la constante de Avogadro mediante varios métodos diferentes.



3

**Número de Avogadro** **Estructura**

1 par



2

1 trío



3

1 docena



12

1 mol



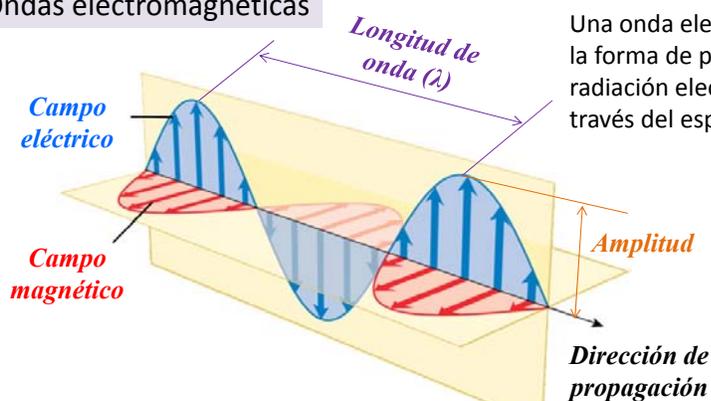
$6.022 \times 10^{23}$

**Masa molar** es la masa de un mol, expresada en gramos, de  
 Zapatos, músicos,  
 huevos, átomos...

1 mol átomos de  $^{12}\text{C}$  =  $6.022 \times 10^{23}$  átomos de  $^{12}\text{C}$   
 = 12.00 g  
 1 átomo  $^{12}\text{C}$  = 12.00 uma  
 Para cualquier elemento:  
 masa atómica (uma) = masa molar (g)

**Número de Avogadro****Estructura****Ejercicios**

- 1.- Si la masa de un mol de una cierta sustancia A es dos veces mas grande que la masa de un mol de una cierta sustancia B, diga cuantas moléculas hay de A y cuantas de B.
- 2.- ¿Cuál es la masa en gramos de un mol de  $^{14}\text{N}$ ?
- 3.- El número de moléculas de agua,  $\text{H}_2\text{O}$ , que contiene un cierto recipiente es igual a dos veces y media el número de Avogadro, ¿cuál es la masa total, en gramos, del agua en el recipiente?
- 4.- ¿Cual es el número de átomos de N que hay en 0.25 mol de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ?
- 5.- ¿Cual es la masa total, en gramos, de oxígeno contenida en 0.25 mol de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ?
- 6.- a) ¿Cuantos moles se tienen en una muestra pura de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  si el número total de átomos de H presentes en la muestra es igual a 0.3 veces el número de Avogadro? b) ¿cual es la masa en gramos de la muestra?

**Radiación electromagnética****Estructura****Ondas electromagnéticas**

Una onda electromagnética es la forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio.

La radiación electromagnética es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. Puede manifestarse como calor radiado, luz visible, rayos X o rayos gamma.

A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío.

$$3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

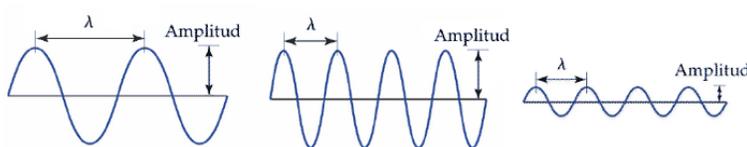
**Radiación electromagnética** **Estructura**

**Amplitud de onda:**  
altura máxima de la cresta de la onda (vertical desde la línea media de la onda).

**Longitud de onda ( $\lambda$ ):**  
distancia entre dos puntos iguales de dos ondas sucesivas.

**Frecuencia ( $\nu$ ):**  
número de ondas que pasa por un punto dado cada segundo  
(Hz = 1 ciclo/s)

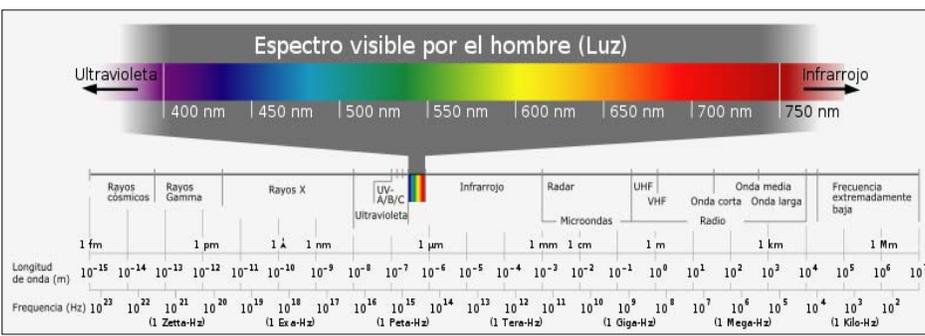
$\lambda \nu = c$

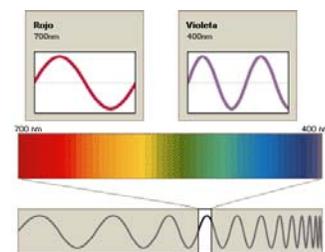


La energía de la radiación electromagnética depende de  $\lambda$  (o  $\nu$ ), no de su amplitud.

**Radiación electromagnética** **Estructura**

**Espectro visible por el hombre (Luz)**



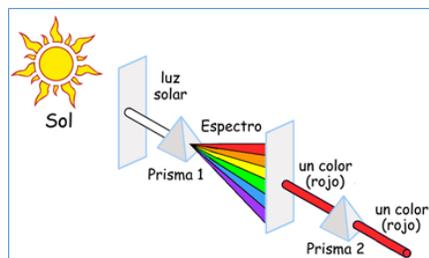


— Energía —→ +

+ ←— Longitud de onda —



**La energía de la radiación y su longitud de onda son inversamente proporcionales**

**Radiación electromagnética****Estructura**

La luz blanca es una mezcla de diferentes colores, y que cada uno de estos colores es puro en el sentido de que no puede ser descompuesto otra vez en rayos de colores diferentes. Newton, siglo XVII.



Isaac Newton (1642-1727). Físico, matemático, astrónomo, alquimista, filósofo naturalista, teólogo cristiano y economista. Conocido principalmente por sus trabajos en mecánica newtoniana, gravitación universal, cálculo infinitesimal, óptica y series binomiales.

**Radiación electromagnética****Estructura****Ejercicios**

- 1.- La luz amarilla de una lámpara de vapor de sodio empleada para el alumbrado público tiene una longitud de onda de 589 nm. Calcule la frecuencia de esta radiación.
- 2.- Una radiación tiene una frecuencia de  $6.8 \times 10^{14}$  Hz. Convierta esta frecuencia a longitud de onda y exprésela en nm.
- 3.- En el caso anterior la radiación ¿se corresponde a la región visible del espectro? Si es así ¿qué color tiene?



**Radiación electromagnética****Estructura**

Todos los cuerpos emiten radiación electromagnética (a la que también se le conoce como *radiación térmica*) y su longitud de onda depende de la temperatura a que se encuentre.



Hierro al "rojo vivo"  
Menos caliente



Hierro al "rojo blanco"  
Más caliente

Mientras más caliente está el objeto menor es la longitud de onda de la radiación que emite y mayor su frecuencia.

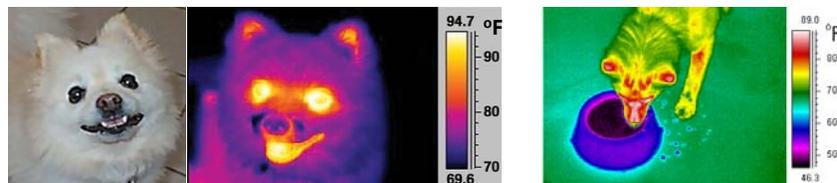
La radiación térmica se encuentra en las regiones IR, Vis y UV

**Radiación electromagnética****Estructura**

El ojo humano no puede ver la radiación infrarroja

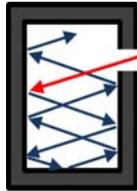


Pero ha construido equipos que permiten verla



**Radiación electromagnética****Estructura****Cuerpo negro:****Gustav Robert Kirchhoff**

(1824-1887, ruso)

Introduce el concepto de **cuerpo negro** en 1859

Un cuerpo negro es un cuerpo físico ideal capaz de absorber todas las radiaciones que inciden sobre él (independientemente de su dirección y frecuencia).

Se puede construir un modelo abriendo un pequeño orificio en las paredes de una cavidad que se mantiene a  $T$  constante.

El orificio se comporta como un cuerpo negro porque toda radiación que entre por él sufrirá incontables reflexiones y absorciones en las paredes del contenedor, mientras que la cantidad de radiación que sale por él es muy pequeña.

Kirchhoff también hizo notar la importancia de encontrar una expresión universal que relacionara la densidad de energía de la radiación del cuerpo negro ( $U$ ) con la frecuencia de la radiación ( $\nu$ ) y la temperatura del cuerpo ( $T$ )

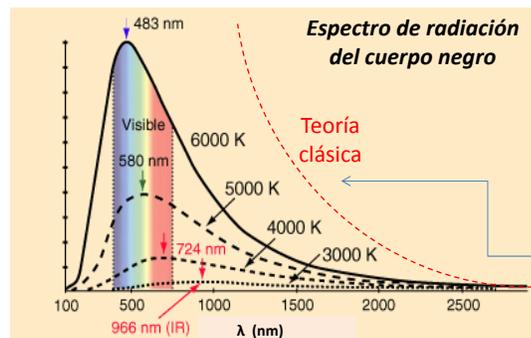
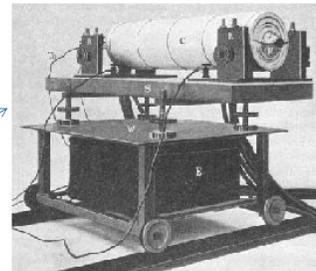
$$U = f(\nu, T)$$

**Radiación electromagnética****Estructura****Cuerpo negro:**

Aparato utilizado por Lummer y Kurlbaum en su experimento para medir la radiación de un cuerpo negro (1898).

Construido con una lámina cilíndrica de platino dentro de un tubo de cerámica.

La radiación que sale por el orificio puede ser medida experimentalmente:



Relación entre temperatura y longitud de onda (la posición del máximo depende de  $T$ ).

Mientras más caliente el objeto más luz emite (máximo de las curvas)

La física clásica no podía explicar este comportamiento.

**Teoría Cuántica**
**Química**

El problema fue resuelto en 1900 por Planck  
 Consideró que las paredes de la cavidad del cuerpo negro estaban formadas por osciladores que no podían tener cualquier energía, sino sólo determinados valores permitidos.

*La energía asociada a la radiación electromagnética viene en pequeñas unidades indivisibles o "paquetes" llamados cuantos.*

*Su energía es igual a la frecuencia de la radiación multiplicada por una constante universal:*

$E = h\nu$

$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$   
 Constante de Planck

Según la teoría de Planck la energía siempre se absorbe o emite en múltiplos de  $h\nu$  ( $h\nu, 2h\nu, 3h\nu, 4h\nu, \text{etc.}$ )

$E = n h\nu$

$n$  es un número entero y positivo

Se dice que la energía está cuantizada

**Radical para la época.**

Diferente a la teoría clásica, según la cual la energía de una onda depende de su amplitud. (explica dispersión y difracción de la luz pero no la radiación térmica)



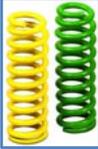
**Max Karl Ernst Ludwig Planck**  
 (1858-1947)  
 físico alemán

Premio Nobel de Física (1918)




**Teoría Cuántica**
**Estructura**

Comportamiento clásico:


Ejemplos "cuantizados" del mundo macroscópico:








$n$  tiene que ser entero y positivo

**Teoría Cuántica**
**Estructura**

**Ejercicios**

$E = h\nu$

$\lambda\nu = c$

- 1.- Calcule la menor cantidad de energía (el cuanto) que puede absorber de luz amarilla un objeto, si su longitud de onda es de 589 nm.
- 2.- Un láser emite una energía de frecuencia igual a  $4.89 \times 10^{30} \text{ s}^{-1}$  y suministra una energía de  $1.3 \times 10^{-2} \text{ J}$  durante cada pulsación. ¿Qué cantidad de cuantos de energía suministra cada pulsación?
- 3.- Cuando el cobre es bombardeado con electrones de alta energía se emiten rayos X. Calcula la energía (en J) asociada a los cuantos de energía emitidos si la longitud de onda de los rayos X es 0.154 nm.
- 4.- Calcule la energía de un cuanto con  $\lambda = 5.00 \times 10^4 \text{ nm}$  (infrarrojo) y de uno con  $\lambda = 5.00 \times 10^{-2} \text{ nm}$  (rayos X). ¿Qué tipo de radiación es más energética?
- 5.- La energía de un cuanto de luz es  $5.87 \times 10^{-23} \text{ kJ}$  ¿Cuál es su longitud de onda en nm?

$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$

$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

**Teoría Cuántica y Naturaleza de la luz**
**Estructura**

### Efecto fotoeléctrico

En 1905 Einstein utilizó la cuantización propuesta por Planck para explicar este fenómeno de la física que tampoco se podía explicar con la teoría clásica.

**Albert Einstein**  
(1879-1955)  
físico alemán

Premio Nobel de Física (1921)

*Observación experimental:*

Al hacer incidir luz apropiada sobre la superficie de diferentes metales, se produce una emisión de electrones (fotoemisión).

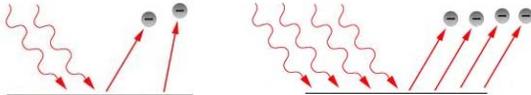
**Teoría Cuántica y Naturaleza de la luz** **Estructura**

**Efecto fotoeléctrico** **Características**

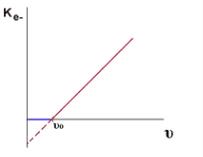
Existe una frecuencia mínima (**frecuencia umbral,  $\nu_0$** ) por debajo de la cual no ocurre la fotoemisión (sin importar cuan intensa sea la radiación) y ésta frecuencia umbral es característica de cada metal.

Ej. Sodio ( $\nu_0 = 4.39 \times 10^{14}$  Hz)  
que se corresponde a  $\lambda_0 = 684$  nm y a  $E_0 = 1.82$  eV

El número de electrones emitidos aumenta al incrementarse la intensidad de la radiación incidente, pero no depende de su frecuencia.



La energía cinética máxima de los electrones emitidos es independiente de la intensidad de la radiación y proporcional a su frecuencia.



-La fotoemisión es instantánea.

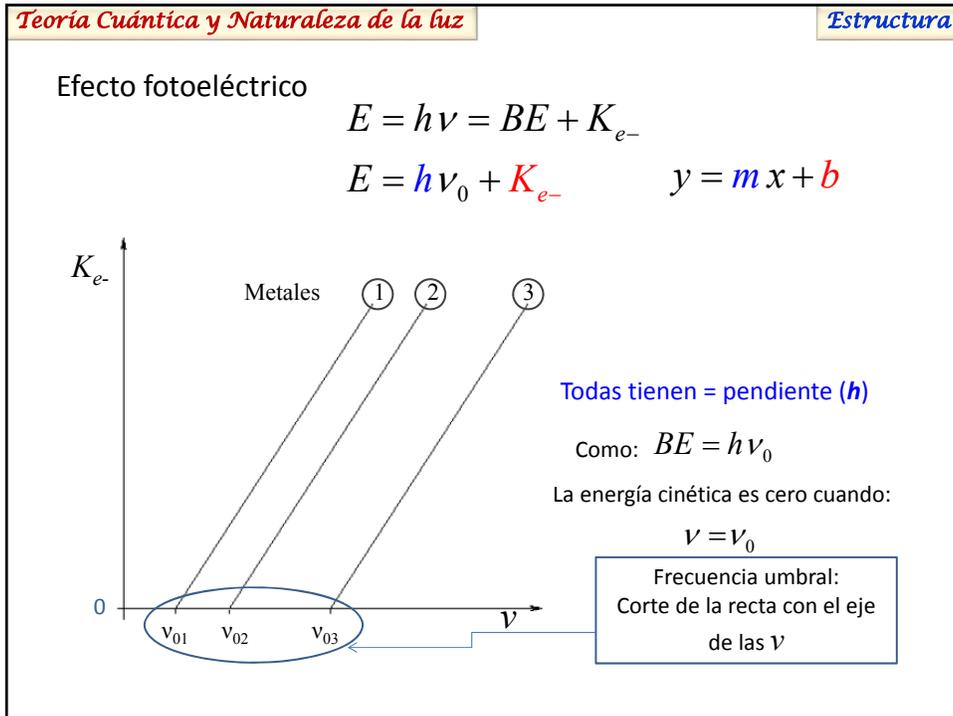
**Teoría Cuántica y Naturaleza de la luz** **Estructura**

**Efecto fotoeléctrico**

- *Einstein lo explicó suponiendo que la radiación incidente se comporta como una corriente de paquetes o partículas de luz a las que se les llama **fotones**. O sea la luz tiene propiedades de **onda** y de **partícula**.*
- *La energía de los fotones es proporcional a su frecuencia y viene dada por la ecuación de Planck.  **$E = h\nu$***
- *Como los electrones están unidos al metal por fuerzas de atracción (**energía de amarre,  $E_0$  ó  $BE$** ), hay que suministrar una energía igual o mayor para separarlos (emisión).*
- *Cuando la energía del fotón es mayor que la energía de amarre el exceso de energía se transforma en **energía cinética ( $E_c$  ó  $K_e$ )***

$$E = h\nu = BE + K_{e^-} \quad BE = h\nu_0$$

$$K_{e^-} = \frac{1}{2}mv^2$$



**Teoría Cuántica y Naturaleza de la luz** **Estructura**

Efecto fotoeléctrico **Aplicaciones actuales:**

**Celdas fotovoltaicas o fotoeléctricas:**

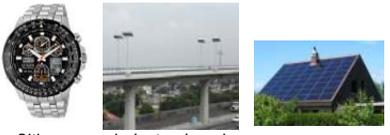


Absorben fotones de luz y emiten electrones.

Esto permite transformar la energía luminosa en energía eléctrica.

Se utilizan solas o agrupadas en paneles solares fotovoltaicos.

Para reemplazar a las baterías (iluminación, calculadoras, relojes...)



Citizen Eco drive    viaducto elevado del periférico norte

**Fotoresistencias:**



Se utilizan en sensores para apagado y encendido automático por ej. del alumbrado público o del flash de una cámara.

**Fotodiodos:**



Se utilizan en lectores de CD, y en telecomunicaciones con fibra óptica.

**Fomultiplicadores:**



Fueron los primeros dispositivos utilizados como "ojos eléctricos" (seguridad para apertura de puertas). Se usan también en otros equipos electrónicos como espectrofotómetros.

*Radiación electromagnética,  
Teoría Cuántica y Naturaleza de la luz*

Estructura



Problemario

UNIDAD 1

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y TEORÍA CUÁNTICA

22.- Algunos elementos emiten luz de un color específico al arder. Históricamente los químicos emplearon "la prueba de la flama" para determinar si había elementos específicos en una muestra. Las longitudes de onda características de algunos elementos son:

|    |          |    |          |
|----|----------|----|----------|
| Ag | 328.1 nm | Fe | 372.0 nm |
| Au | 267.6 nm | K  | 404.7 nm |
| Ba | 455.4 nm | Mg | 285.2 nm |
| Ca | 422.7 nm | Na | 589.6 nm |
| Cu | 324.8 nm | Ni | 341.5 nm |

- a) Sin necesidad de realizar cálculos, indica cuál elemento emite la radiación de mayor energía y cuál la de menor energía.
- b) Cuando arde una muestra de una sustancia desconocida emite luz de frecuencia  $6.59 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ , ¿cuál de los elementos arriba mencionados se encuentra probablemente presente en la muestra?
- 23.- Una luz de neón emite radiación con una longitud de onda de 616 nm. ¿Cuál es la frecuencia de esta radiación? Con la ayuda de un esquema del espectro electromagnético indica el color asociado a esta longitud de onda.
- 24.- La unidad de tiempo en el SI de unidades es el segundo, que se define como 9 192 631 770 ciclos (tip: recuerde la definición de frecuencia) de la radiación asociada a un cierto proceso de emisión en el átomo de cesio. Calcula la longitud de onda de esta radiación e indica en qué región del espectro electromagnético se encuentra esta longitud de onda.

*Radiación electromagnética,  
Teoría Cuántica y Naturaleza de la luz*

Estructura



Problemario

UNIDAD 1

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y TEORÍA CUÁNTICA

- 25.- Cierta película fotográfica requiere una energía de radiación mínima de 80 kJ/mol para que se produzca la exposición. ¿Cuál es la longitud de onda de la radiación que posee la energía necesaria para exponer la película? ¿Se podría utilizar esta película para fotografía infrarroja?
- 30.- ¿Qué son los fotones? ¿Qué es el efecto fotoeléctrico? ¿Quién explicó el efecto fotoeléctrico?
- 31.- Indica si cada una de las siguientes aseveraciones sobre el efecto fotoeléctrico son verdaderas o falsas. Justifica tu respuesta.
- El número de electrones emitidos es proporcional a la intensidad de una luz incidente cuya frecuencia es mayor a la frecuencia de umbral.
  - La función trabajo, también llamada energía de amarre, de enlace o ligazón, de un metal depende de la frecuencia de la luz incidente.
  - La máxima energía cinética de los electrones emitidos es directamente proporcional a la frecuencia de la luz incidente.
  - La energía de un fotón es directamente proporcional a su frecuencia.
- 32.- Sólo una fracción de la energía eléctrica suministrada a un foco de tungsteno se convierte en luz visible. El resto de la energía se manifiesta como radiación infrarroja (calor). Un foco de 75 W convierte 15% de la energía suministrada en luz visible (supón que la longitud de onda de la luz visible emitida por el foco es de 550 nm) ¿cuántos fotones emite el foco por segundo? ( $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$ ).

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <i>Radiación electromagnética,<br/>Teoría Cuántica y Naturaleza de la luz</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <i>Estructura</i> |
|  <b>Problemario</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>UNIDAD 1</b>   |
| <b>RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y TEORÍA CUÁNTICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   |
| <p>33.- La intensidad mínima de luz que el ojo humano puede percibir es de aproximadamente <math>1 \times 10^{-10} \text{ W/m}^2</math> (<math>1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}</math>).</p> <p>a) ¿Cuántos fotones de longitud de onda igual a <math>600 \text{ nm}</math> interactúan con la pupila en un segundo si la intensidad de la luz es la mínima para ser percibida? (Área de la pupila <math>\approx 0.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2</math>).</p> <p>b) ¿La cantidad de fotones calculada en el inciso anterior es mayor o menor a un mol de fotones?</p> <p>34.- La clorofila absorbe luz azul con <math>\lambda = 460 \text{ nm}</math>, y emite luz roja con <math>\lambda = 660 \text{ nm}</math>. Calcula el cambio de energía neto en el sistema clorofílico (en <math>\text{kJ/mol}</math>) cuando se absorbe un mol de fotones de <math>460 \text{ nm}</math> y se emite un mol de fotones de <math>660 \text{ nm}</math>.</p> <p>35.- Cuando el cobre es bombardeado con electrones de alta energía, se emiten rayos X. Calcula la energía (en joules) asociada a los fotones si la longitud de onda de los rayos X es <math>0.154 \text{ nm}</math>.</p> <p>36.- Elija la respuesta correcta.<br/>La energía cinética del electrón emitido en el experimento del efecto fotoeléctrico es:</p> <p>a) Mayor que la energía de la luz incidente.<br/>b) Menor que la energía de la luz incidente.<br/>c) Igual que la energía de la luz incidente.<br/>d) Independiente de la energía de la luz incidente.</p> |                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <i>Radiación electromagnética,<br/>Teoría Cuántica y Naturaleza de la luz</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <i>Estructura</i> |
|  <b>Problemario</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>UNIDAD 1</b>   |
| <b>RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y TEORÍA CUÁNTICA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |
| <p>38.- Cuando una luz de longitud de onda de <math>400 \text{ nm}</math> choca con una superficie metálica de calcio, la energía cinética de cada electrón emitido tiene un valor de <math>6.3 \times 10^{-20} \text{ J}</math>. Calcula la energía de unión de los electrones en el calcio, la frecuencia mínima y la longitud de onda máxima de la luz requerida para producir este efecto fotoeléctrico.</p> <p>41.- La energía necesaria para extraer un electrón del sodio es de <math>2.3 \text{ eV}</math> (<math>1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}</math>).</p> <p>a) ¿Presenta el sodio efecto fotoeléctrico para luz amarilla con longitud de onda de <math>5890 \text{ \AA}</math>?</p> <p>b) Calcula la longitud de onda umbral del sodio.</p> <p>42.- Se realizó un experimento fotoeléctrico al iluminar con un láser de <math>450 \text{ nm}</math> (luz azul) y otro de <math>560 \text{ nm}</math> (luz amarilla) la superficie limpia de un metal y midiendo el número y la energía cinética de los electrones liberados. Supón que en la superficie del metal se libera la misma cantidad de energía con cada láser y que la frecuencia de la luz láser es superior a la frecuencia umbral. ¿Cuál luz liberaría electrones con mayor energía cinética? ¿Cuál luz generaría más electrones?</p> |                   |

**Estructura electrónica****Estructura**

Los átomos y las partículas subatómicas, como los electrones, se comportan de manera diferente a cualquier otra cosa con la que estemos familiarizados en el mundo macroscópico, así que para entenderlos tenemos que abrir la mente a ideas nuevas...

" La mente es como un paracaídas: si no se abre, no sirve"

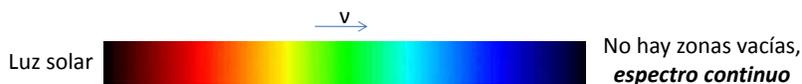


La disposición de los electrones en los átomos se denomina **estructura electrónica**.

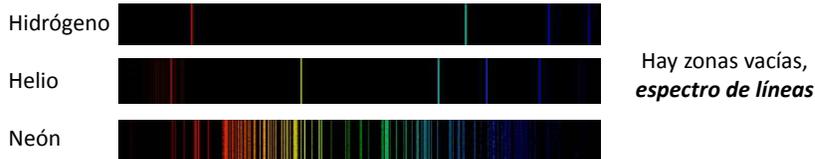
Este término se refiere no sólo al **número de electrones** que hay en los átomos, sino también a **cómo se distribuyen** los electrones alrededor del núcleo y a **sus energías**.

**Estructura electrónica****Estructura****Espectros atómicos**

Las fuentes de radiación más comunes (bombillas, estrellas, cuerpos calientes, etc) producen radiación de muchas longitudes de onda diferentes. Si las separamos en sus componentes (según su longitud de onda) se obtiene un **espectro**:



Otras fuentes de radiación producen un espectro discontinuo



**Cada elemento químico tiene un espectro de emisión único.**

Gases de elementos dentro de tubos a presión reducida y se aplica corriente eléctrica:



"Luces de Neón"

## Espectros atómicos



## Espectros atómicos

Hidrógeno



Primera aproximación para explicar el espectro de emisión del átomo de H:

$$\text{Balmer: } \nu = \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right) \times 3.29 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

Donde n es un número entero  $\geq 3$

- n=3, línea roja
- n=4, línea verde-azul
- n=5, línea azul-índigo
- n=6, línea violeta

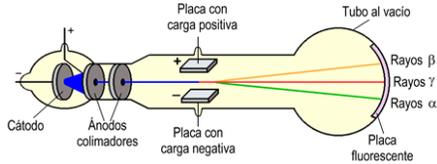
¿Y para el resto de los espectros atómicos?

**Modelos atómicos**

**Estructura**

**¿Qué caracteriza a la estructura atómica que hace que cada átomo tenga un espectro de líneas único?**

Descubrió que que los rayos catódicos se torcían hacia una placa eléctrica cargada positivamente.



**Joseph John Thomson**  
(1856-1940)  
físico inglés  
Premio Nobel de Física (1906)

Teoría: el rayo estaba compuesto de pequeñas partículas o pedazos de átomos que llevaban una carga negativa.

**Descubrimiento del electrón**

**Átomo:** estructura en la cual grupos de pequeños electrones cargados negativamente estaban dispersos de forma aleatoria dentro de una esfera de carga positivas.

"corpúsculos" (electrones)

"esfera de carga positiva uniforme"

**Modelo del pan (o el pudín) con pasas**



**Estructura electrónica**

**Estructura**

**Probó que el modelo del pan con pasas de Thomson era incorrecto**

Experimento:

Emisión de partículas alfa hacia objetos sólidos como láminas de oro.

Observaciones:

La mayoría atravesaban la lámina en línea recta.

Un reducido número atravesaban en un ángulo (como si se hubiesen chocado contra algo)

Algunas rebotaban como una pelota de tenis que golpea una pared.

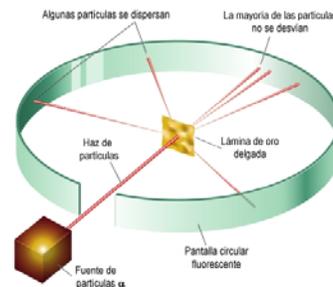
Conclusión:

¡Las láminas de oro, y la materia en general, tenía huecos!

Estos huecos permitían a la mayoría de la partículas alfa atravesar directamente, mientras que un reducido número rebotaba de vuelta porque golpeaba un objeto sólido.

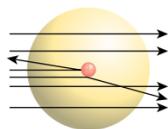


**Ernest Rutherford**  
(1871-1937)  
físico neozelandés  
Premio Nobel de Química (1908)

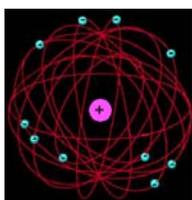


**Estructura electrónica****Estructura**

El núcleo era tan denso que las partículas alfa rebotaban en él, pero el electrón era tan pequeño, y se extendía a tan grande distancia que las partículas alfa atravesaban directamente esta área del átomo.

**Átomo de Rutherford:**

formado por un pequeño y denso **núcleo de partículas cargadas positivamente** en el centro, rodeado de electrones girando su alrededor en **órbitas circulares** (como planetas alrededor del sol). El átomo debe ser neutro  $\therefore$  # partículas (+) = # partículas (-)



**Modelo Planetario**

**Estructura electrónica****Estructura**

El mayor problema del modelo planetario es que según la mecánica clásica el movimiento del electrón alrededor del núcleo implicaría pérdida de energía y el electrón terminaría cayendo al núcleo.

Introduce un **modelo atómico con órbitas cuantificadas**.

Basó su modelo en el fenómeno de líneas espectrales (Los átomos no pueden emitir energía de manera continua, sino sólo en cantidades muy precisas)



**Niels Bohr**  
(1885-1962)  
físico danés

Premio Nobel de Física (1922)

**Modelo atómico de Bohr:**

La energía de los electrones en los átomos está cuantizada.

Sólo están permitidas órbitas con ciertos radios, correspondientes a energías definidas.

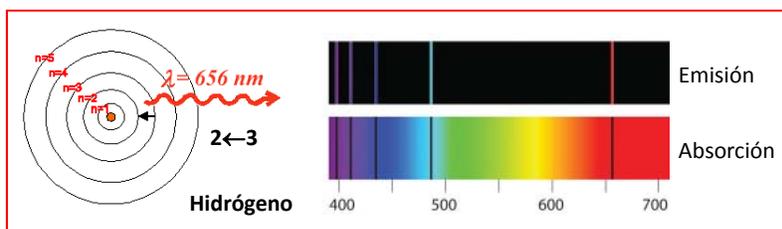
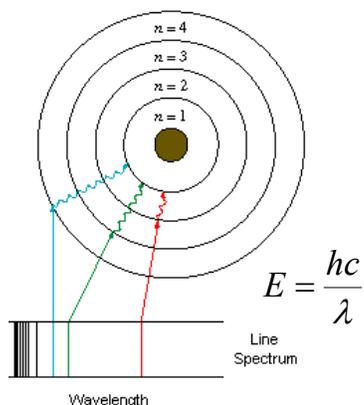
Un e- en estas órbitas está en un estado de energía permitido y no irradia energía (no cae al núcleo)

**Estructura electrónica****Estructura**

Cuando se excita un átomo, al suministrarle energía, los electrones absorben esta energía y pueden saltar a niveles de mayor  $E$ .

Cuando los electrones caen a niveles de energía más bajos, liberan cuantos de energía precisos.

La magnitud de la energía absorbida o emitida se corresponde exactamente a la diferencia de energía entre los dos niveles.

**Estructura electrónica****Estructura**

Bohr demostró que las energías de las órbitas permitidas el átomo de  $H$ , en todos los casos se corresponde con:

$$E_n = -R_H \left( \frac{1}{n^2} \right) \quad R_H, \text{ constante de Rydberg} = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J.}$$

$n$ , número cuántico principal = 1, 2, 3,...

El signo negativo es un convenio arbitrario que indica que la  $E$  del electrón en el átomo es menor que la del electrón libre (a una distancia infinita del núcleo).

∴ Para el electrón libre  $n \rightarrow \infty$  y  $E \rightarrow 0$ .

El valor más negativo posible de  $E_n$  se alcanza cuando  $n=1$ , y corresponde al estado electrónico más estable, al que se le conoce como *estado basal* o *estado fundamental*.

A los estados electrónicos con  $n > 1$  (2, 3, 4...) se les conoce como estados excitados y todos tienen una energía más alta que el estado basal.

*Estructura electrónica*
*Estructura*

Cambio de energía del estado inicial al estado final:

Líneas espectrales del átomo de H

$$\Delta E = E_f - E_i$$

$$\Delta E = \left(-R_H \frac{1}{n_f^2}\right) - \left(-R_H \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\Delta E = R_H \frac{1}{n_i^2} - R_H \frac{1}{n_f^2}$$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$$

$$\Delta E = h\nu = R_H \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$$

Si  $n_f > n_i$ ,  $\Delta E > 0$ , absorbe  
 Si  $n_f < n_i$ ,  $\Delta E < 0$ , emite

$$E_{\text{fotón}} = |\Delta E| = h\nu$$

*Estructura electrónica*
*Estructura*

Átomo de H

$$\Delta E = h\nu = R_H \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2}\right)$$

Transiciones visibles

órbitas o capas electrónicas

## Estructura electrónica

## Estructura



## Ejercicios

$$R_H = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$$

- 1- Se emite un fotón debido a la transición desde el estado  $n=5$  al estado  $n=3$  en el átomo de H. El cambio de energía asociado a esta transición será mayor o menor que cero?
- 2- ¿Cuál es la longitud de onda, en nm, de un fotón emitido durante la transición del estado  $n=5$  al estado  $n=2$  en el átomo de H? ¿Se trata de luz absorbida o emitida?
- 3- Calcule la longitud de onda de la línea de emisión del H que corresponde a la transición del electrón desde el estado  $n=3$  al estado  $n=1$ . ¿En qué porción del espectro electromagnético se encuentra esta línea?

