



# PHYSICS

## CHAPTER 23

5th  
SECONDARY

### Cuantización de la Energía



 **SACO OLIVEROS**

## Max Planck

# HELICO MOTIVATING

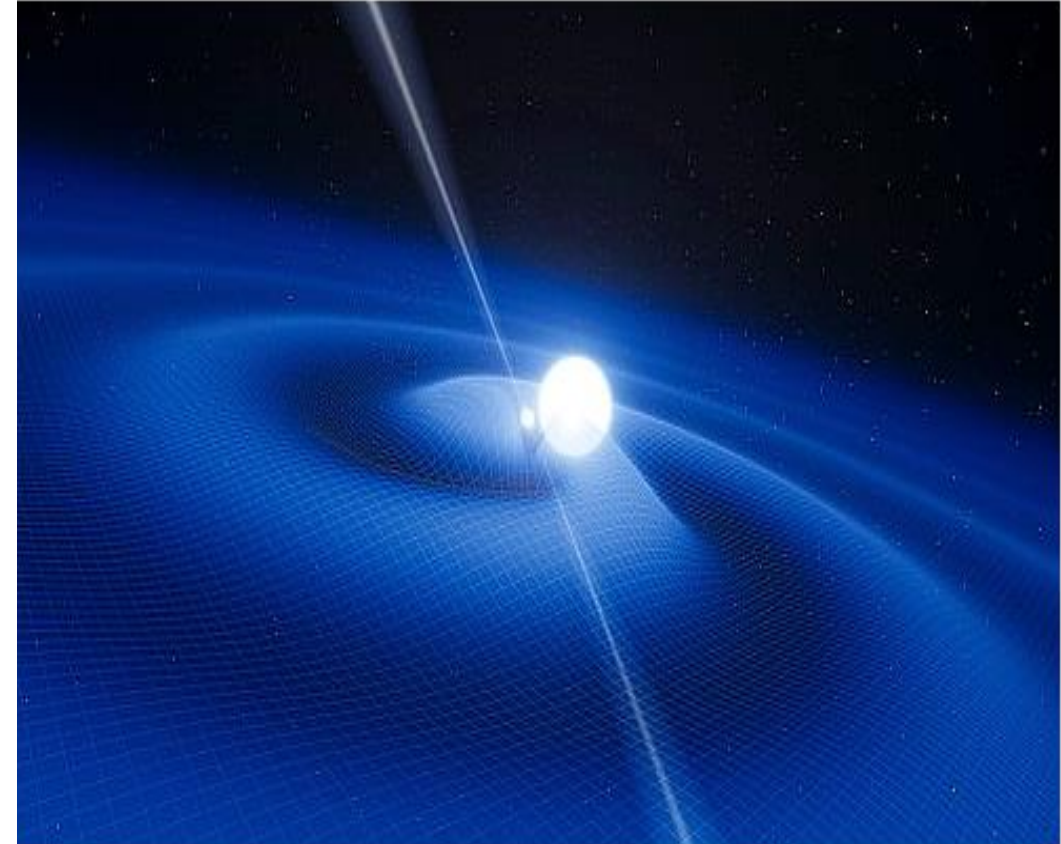


Albert Einstein dijo sobre Max Planck: "Era un hombre a quien le fue dado aportar al mundo una gran idea creadora". De esa idea creadora nació la física moderna.

Planck estudió en las universidades de Munich y Berlín. Fue nombrado profesor de física en la Universidad de Kiel en 1885, y desde 1889 hasta 1928 ocupó el mismo cargo en la Universidad de Berlín.

En 1900 Planck formuló que la energía se radia en unidades pequeñas separadas que llamamos *cuantos*. De ahí surge el nombre **teoría cuántica**.

Avanzando en el desarrollo de esta teoría, descubrió una constante de naturaleza universal que se conoce como la constante de Planck. La ley de Planck establece que la energía de cada cuanto es igual a la frecuencia de la radiación multiplicada por la constante universal. Sus descubrimientos, sin embargo, no invalidaron la teoría de que la radiación se propagaba por ondas. Los físicos en la actualidad creen que la radiación electromagnética combina las propiedades de las ondas y de las partículas.

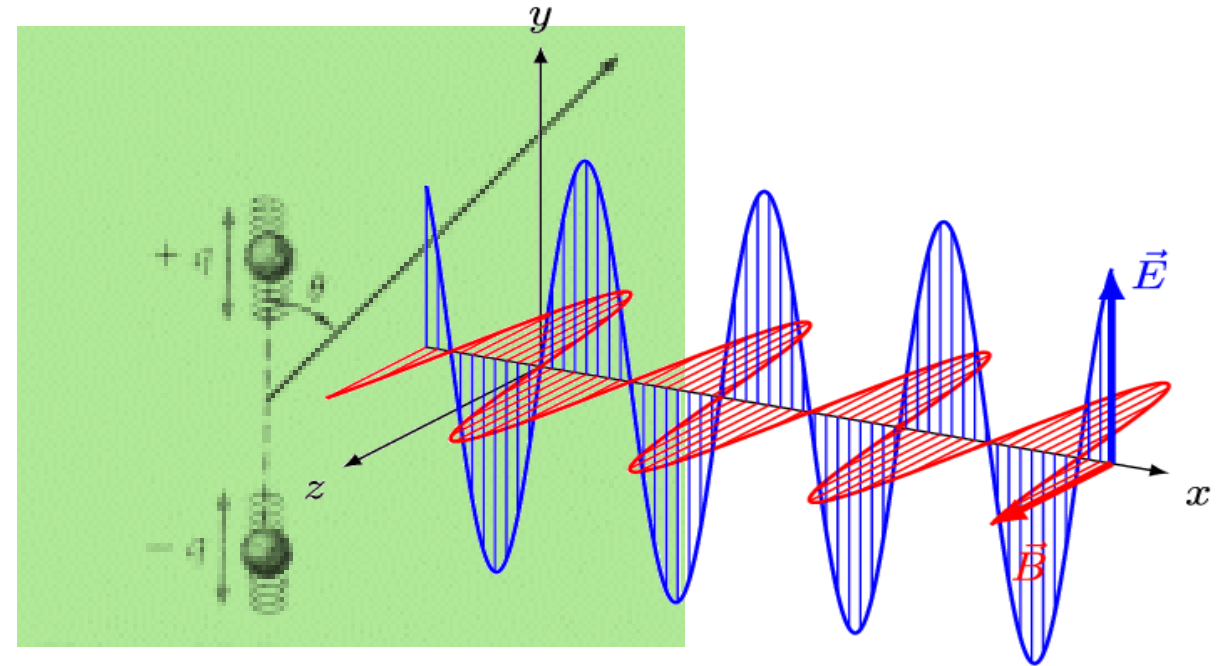


# ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

## Origen y formación

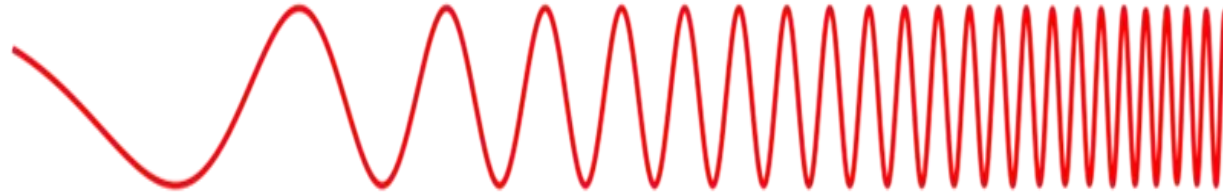
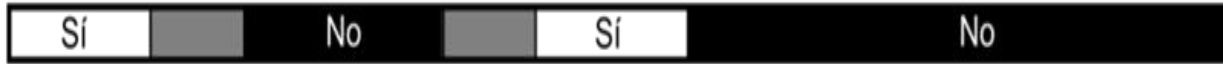
Las cargas eléctricas al ser aceleradas originan ondas electromagnéticas

Un campo eléctrico variable engendra un campo magnético variable y este a su vez uno eléctrico, de esta forma las O.E.M. se propagan en el vacío sin soporte material



# ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

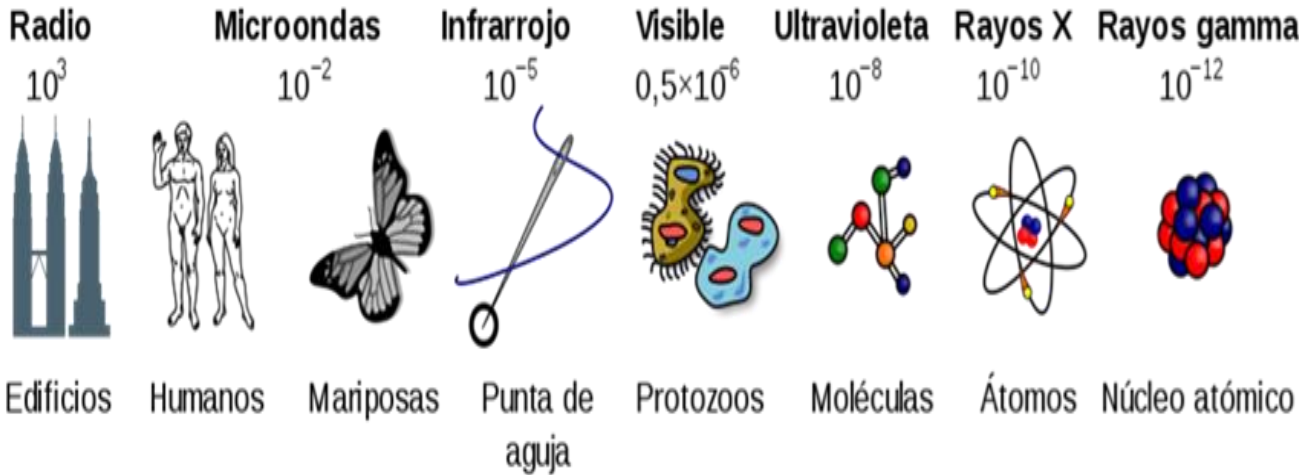
¿Penetra la atmósfera terrestre?



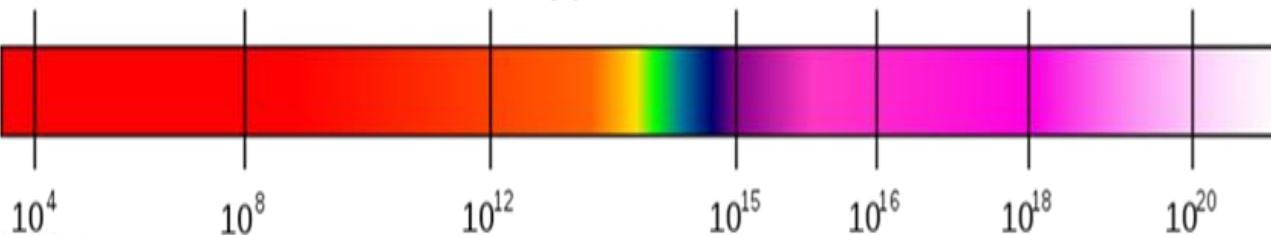
Tipo de radiación

Longitud de onda (m)

Escala aproximada de la longitud de onda



Frecuencia (Hz)



Luz visible

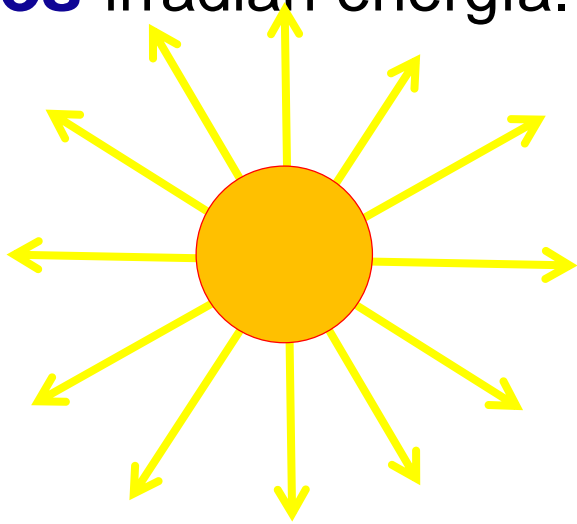


Color	Frecuencia	Longitud de onda
Violeta	668–789 THz	380–450 nm
Azul	631–668 THz	450–475 nm
Ciano	606–630 THz	476–495 nm
Verde	526–606 THz	495–570 nm
Amarillo	508–526 THz	570–590 nm
Naranja	484–508 THz	590–620 nm
Rojo	400–484 THz	620–750 nm



# TEORIA CLASICA

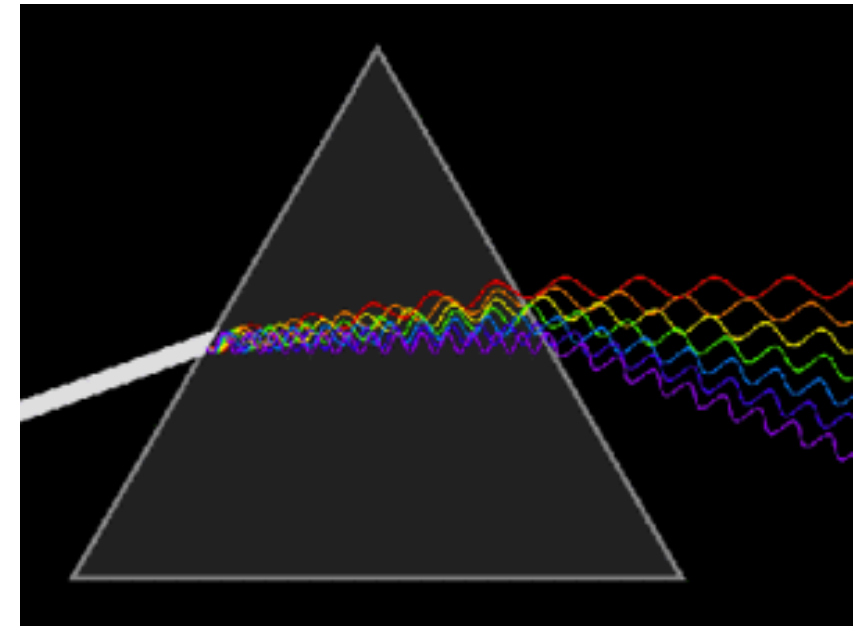
Los físicos tenían problemas para explicar la forma en que los **cuerpos calientes** irradian energía.



**El cuerpo emite radiación de manera continua**



## **Radiación continua**

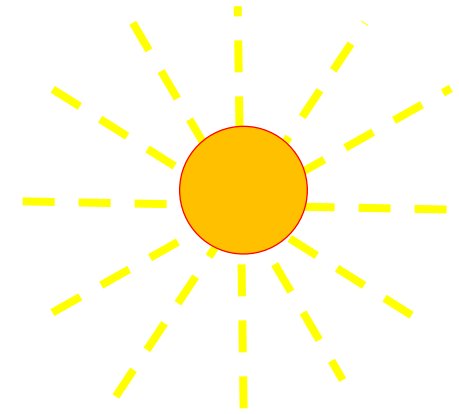
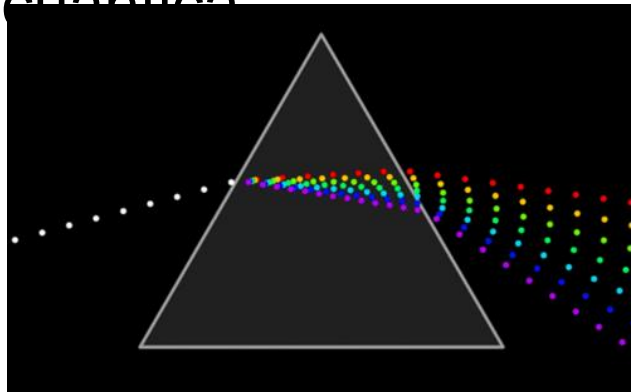


**Esta teoría no puede explicar algunos fenómenos**

# TEORIA DE MAX PLANCK

Max Planck, “la energía de la radiación electromagnética está cuantizada”, es decir, la radiación electromagnética está constituida por corpúsculos que llevan la energía de la radiación. A estos corpúsculos se les denominó **cuantos** y posteriormente se les llamó **fotones**. De ahí el nombre de Física cuántica.

**Radiación  
discreta**



El cuerpo emite radiación de manera discreta llamada “cuantos” establece la cuantización de la energía

$$E = nhf$$

# ALBERT EINSTEIN

Establece que la radiación electromagnética esta constituido por paquetes energéticos , los llamo fotones ,equivalentes a los cuantos de Planck

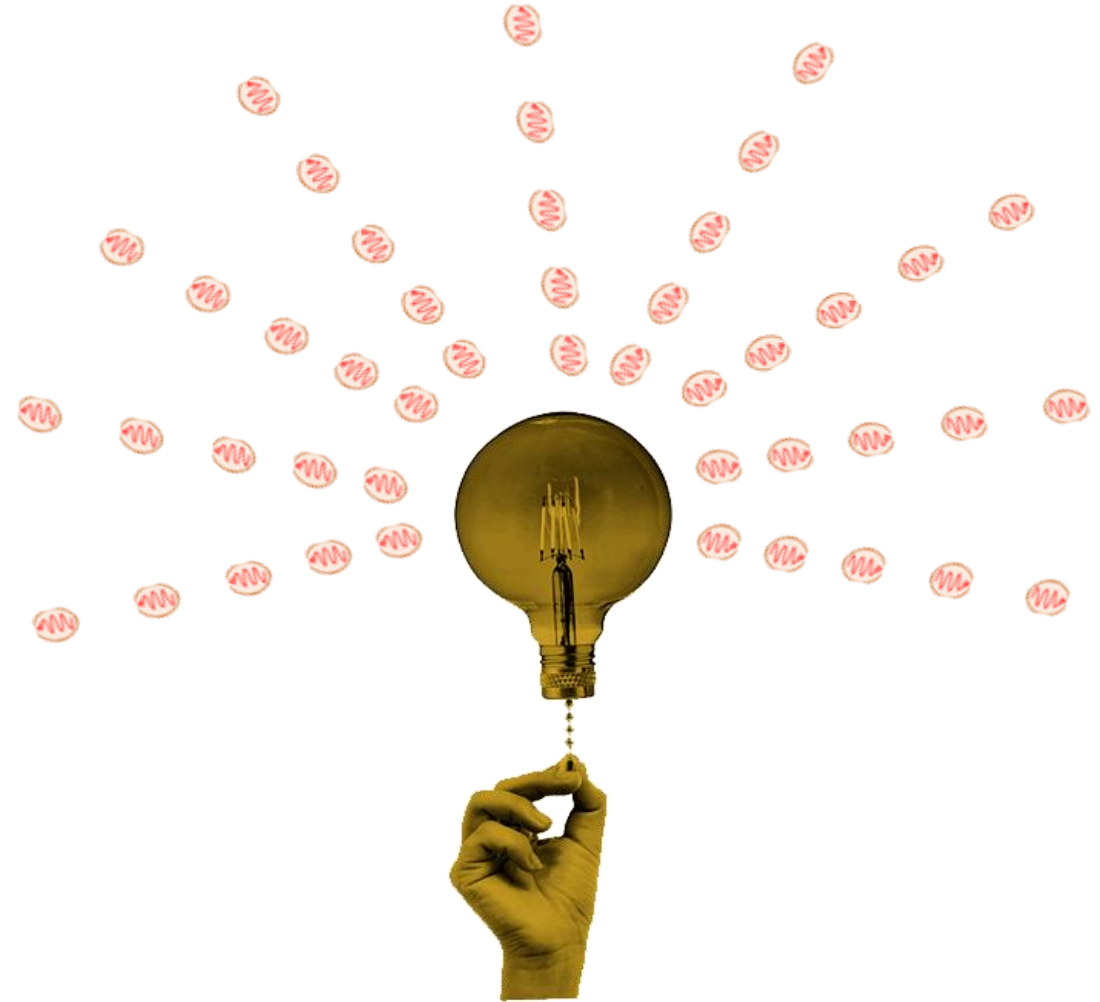
$$E = hf$$

**E** : energía

**n** : numero de fotones

**h** : constante de Planck

**f** : frecuencia



# CUANTIZACIÓN DE LA ENERGÍA



## Para un foton



$$E_f = h \cdot f$$



$$c = \lambda \cdot f$$



$$E_f = h \frac{c}{\lambda}$$

**h : Constante universal  
de Max Planck**

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$h = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$$

$$C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

## Para n fotones



$$E_f = nh \cdot f$$



$$c = \lambda \cdot f$$



$$E_f = nh \frac{c}{\lambda}$$



1

En la figura se muestra la nube de gas luminoso de la “Nebulosa de la Laguna” que emite fotones de diferentes longitudes de onda. Si un fotón emitido del gas tiene una longitud de onda ( $\lambda$ ) = 600 nm, determine la frecuencia de la radiación en Hz. ( $c = 3 \times 10^8$  m/s)



## Resolución:

### Sabemos :

$$c = \lambda \cdot f$$

$$(3 \cdot 10^8) \frac{\text{m}}{\text{s}} = (600 \cdot 10^{-9} \text{ m}) f$$

$$(3 \cdot 10^8) \frac{\text{m}}{\text{s}} = (6 \cdot 10^{-7} \text{ m}) f$$

$$f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

2

Una lámpara incandescente emite fotones de diferentes frecuencias siendo la más predominante aquellas que pertenecen al espectro visible. Si un fotón emitido de la lámpara tiene una frecuencia de  $5 \times 10^{14}$  Hz, determine la longitud de onda de la radiación en m. ( $c = 3 \times 10^8$  m/s)



## Resolución:

### Sabemos :

$$c = \lambda \cdot f$$

$$(3 \cdot 10^8) \frac{\text{m}}{\text{s}} = \lambda (5 \cdot 10^{14} \text{ Hz})$$

$$(3 \cdot 10^{-6}) \frac{\text{m}}{\text{s}} = \lambda (5 \text{ Hz})$$

$$\lambda = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

3

Una antena de transmisión de radio FM emite radiaciones con una frecuencia predominante de  $10^8$  Hz. Determine la energía, en J, de un fotón emitido por la antena en mención. ( $h = 6,63 \times 10^{-34}$  J.s ;  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s)



## Resolución:

### Sabemos :

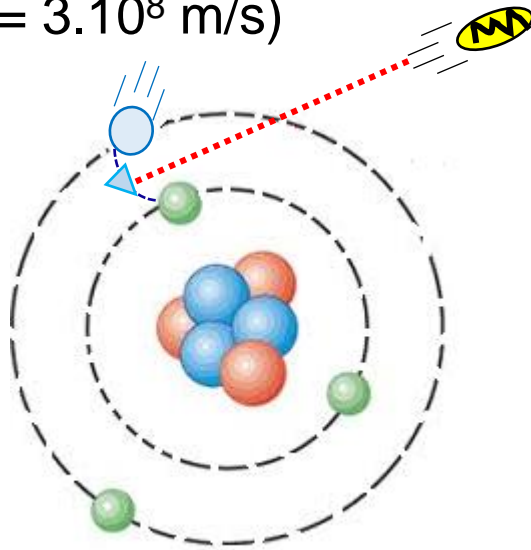
$$E_f = h \cdot f$$

$$E_f = (6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}) (10^8 \text{ Hz})$$

$$E_f = 6,63 \cdot 10^{-26} \text{ J}$$

4

Los átomos excitados en un intento por alcanzar su mayor estabilidad emiten fotones. Por ejemplo, en un átomo de mercurio excitado emite luz verde con una longitud de onda( $\lambda$ ) = 552,5 nm; determine la energía de, en J, de un fotón de luz verde en mención. ( $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  ;  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s)



## Resolución:

Sabemos:

$$E_f = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E_f = (6,63 \cdot 10^{-34} \cdot s) \left( \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{552,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \right)$$

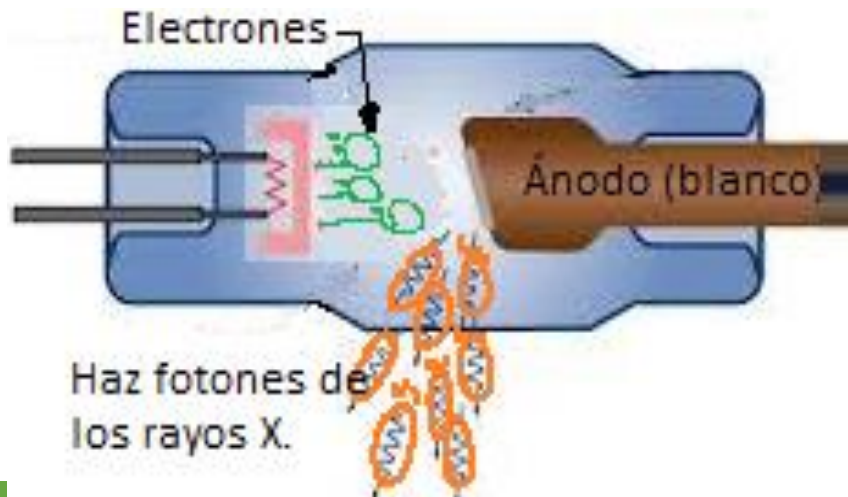
$$E_f = (6,63 \cdot 10^{-17} \cdot J) \left( \frac{3}{552,5} \right)$$

$$E_f = (0,036 \cdot 10^{-17} \cdot J)$$

$$E_f = 36 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

5

En el tubo de rayos X, un electrón incide contra el ánodo(blanco) produciendo un fotón X, tal como se muestra en la imagen. Si un fotón X tiene una frecuencia de  $2,42 \cdot 10^8$ , determine la energía del fotón, en eV, que se emite del tubo de rayos X. ( $h=4,14 \cdot 10^{-15}$  eV.s )



## Resolución:

### Sabemos:

$$E_f = h \cdot f$$

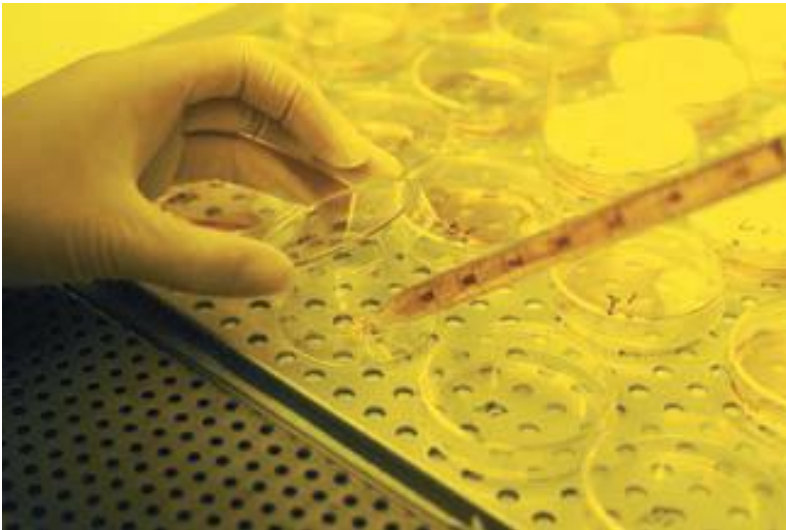
$$E_f = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eV.s} (2,42) 10^8 \text{ Hz}$$

$$E_f = 10,018 \cdot 10^{-15+8} \text{ eV}$$

$$E_f = 10 \cdot 10^{-7} \text{ eV}$$

6

Una técnica para la esterilización de los equipos médicos es mediante la irradiación germicida con luz ultravioleta (UV), tal como se muestra en la imagen. Si un fotón UV de longitud de onda ( $\lambda$ ) = 248,4 nm incide sobre el equipo médico, determine la energía del fotón en eV. ( $h=4,14 \cdot 10^{-15}$  eV.s ;  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s )



## Resolución:

Sabemos:

$$E_f = h \frac{c}{\lambda}$$

$$E_f = 4,14 \cdot 10^{-15} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{248,4 \cdot 10^{-9}} \text{ eV}$$

$$E_f = 4,14 \cdot 10^{-15+17} \left( \frac{3}{248,4} \right) \text{ eV}$$

$$E_f = 0,05 \cdot 10^2$$

$$E_f = 5 \text{ eV}$$



7

En el laboratorio de física se realizaron estudios para determinar la energía emitidas por tres fuentes de luz monocromática A, B y C (láser).

Las fuentes en mención emiten luz de diferentes colores y frecuencia predominante en la siguiente tabla:

Fuente (Color de luz)	Frecuencia ( $10^{12}$ Hz)
A (verde)	600
B (amarillo)	520
C (naranja)	500

Determine:

- ¿Cuál es la fuente (color de luz) cuyos fotones son más energéticos?
- La energía total, en J, emitida por  $10^{20}$  fotones de la fuente B. Considere  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J.s

## Resolución:

### i. Sabemos:

$$E_f = h \cdot f$$

La energía del fotón es directamente proporcional a la frecuencia, por lo tanto:

**Fuente A**

ii. También:

$$E_f = n \cdot h \cdot f$$

$$E_f = 10^{20} \cdot (6,6 \cdot 10^{-34}) \text{J} \cdot \text{s} (520 \cdot 10^{12}) \text{Hz}$$

$$E_f = (6,6 \cdot 10^{-34+32}) \text{J} (520)$$

$$E_f = 3\,432 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

$$E_f = 34,32 \text{ J}$$