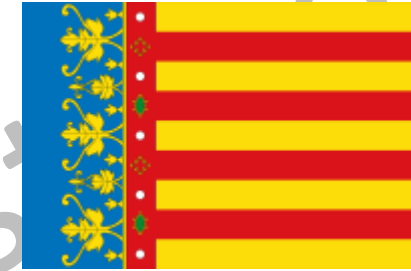


Selectividad Comunidad Valenciana



Física



www.angelcuestas.com

Problema 4

Septiembre 2020



ADVERTENCIA



- Toma LÁPIZ y PAPEL y trabaja tomando apuntes como si estuvieras en una clase presencial.
- No seas un alumno PASIVO, como el espectador de una película, sino un alumno ACTIVO.

Edición de vídeo: Vanessa Quintana
Fotografía y vídeo.



Física del Siglo XX

Una radiación monocromática de longitud de onda 500 nm incide sobre una fotocélula de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV. Calcula:

a) La frecuencia umbral y la longitud de onda umbral.

b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos y el potencial de frenado, ambos en eV. Explica qué es el potencial de frenado.

Datos: carga elemental $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ C; velocidad de la luz en el vacío, $c=3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck, $h=6,6 \cdot 10^{-34}$ J·s

Solución:

La **frecuencia umbral** es la mínima frecuencia de la luz incidente sobre la superficie de un metal para que tenga lugar el efecto fotoeléctrico (se produzca la emisión de electrones desde la superficie de un metal).

La **longitud de onda umbral** es la máxima longitud de onda de la luz incidente sobre la superficie de un metal para que tenga lugar el efecto fotoeléctrico.

El **trabajo de extracción** es la energía mínima (normalmente medida en eV), necesaria para arrancar un electrón de un sólido.

Se debe expresar en trabajo de extracción en Julios, para luego calcular la frecuencia umbral y la longitud de onda umbral.

Física del Siglo XX

Una radiación monocromática de longitud de onda 500 nm incide sobre una fotocélula de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV. Calcula:

a) La frecuencia umbral y la longitud de onda umbral.

Se convierte 2eV a J. $2 \cancel{eV} \cdot \frac{1'6 \cdot 10^{-19} J}{1 \cancel{eV}} = 3'2 \cdot 10^{-19} J$

A partir del trabajo de extracción, se calcula la frecuencia umbral. $W_{ext} = h \cdot \nu_0 \longrightarrow 3'2 \cdot 10^{-19} = 6'6 \cdot 10^{-34} \cdot \nu_0$

$$\nu_0 = \frac{3'2 \cdot 10^{-19}}{6'6 \cdot 10^{-34}} = 4'85 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

La frecuencia umbral es $4'85 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

A partir del trabajo de la frecuencia umbral, se calcula la longitud de onda umbral.

$$c = \lambda_0 \cdot \nu_0 \longrightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda_0 \cdot 4'85 \cdot 10^{14}$$
$$\lambda_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{4'85 \cdot 10^{14}} = 6'19 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

La longitud de onda umbral es $6'19 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

Física del Siglo XX

Una radiación monocromática de longitud de onda 500 nm incide sobre una fotocélula de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV. Calcula:

b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos y el potencial de frenado, ambos en eV. Explica qué es el potencial de frenado.

La energía cinética máxima de los electrones, será la energía sobrante de la radiación incidente, después de gastarse una parte en arrancar el electrón del átomo de cesio. Escribimos la ecuación del efecto fotoeléctrico.

$$E_f - W_{ext} = E_{c,max}$$

Expreso la longitud de onda del fotón incidente en metros para poder calcular su energía.

$$500 \cancel{nm} \cdot \frac{1 m}{10^9 \cancel{nm}} = 5 \cdot 10^{-7} m \quad \text{Calculo la energía del fotón incidente.}$$

$$E_f = h \cdot \frac{c}{\lambda} \longrightarrow E_f = 6'6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 3'96 \cdot 10^{-19} J$$

$$E_f - W_{ext} = E_{c,max} \longrightarrow 3'96 \cdot 10^{-19} - 3'2 \cdot 10^{-19} = E_{c,max} \longrightarrow E_{c,max} = 7'6 \cdot 10^{-20} J$$

$$\text{Y la convertimos a eV} \quad 7'6 \cdot 10^{-20} J \cdot \frac{1 eV}{1'6 \cdot 10^{-19} J} = 0'475 eV$$

La energía cinética máxima del fotoelectrón es 0'475 eV.

Física del Siglo XX

b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos y el potencial de frenado, ambos en eV. Explica qué es el potencial de frenado.

El potencial de frenado de los electrones es el potencial que hay que aplicar para conseguir que los electrones no lleguen al ánodo. Por ello, la energía potencial del electrón sometido a dicho potencial, debe ser igual a la energía cinética con que es emitido.

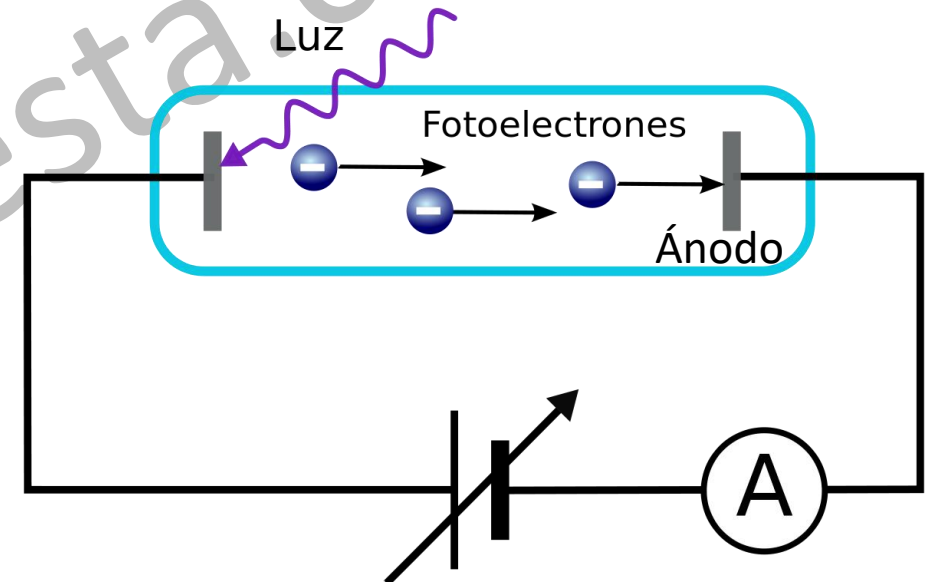
Podemos calcular el potencial de frenado:

$$E_p = E_{c,max} \longrightarrow q \cdot V_f = E_{c,max}$$

$$1'6 \cdot 10^{-19} \cdot V_f = 7'6 \cdot 10^{-20} \longrightarrow V_f = 0'475 \text{ V}$$

El potencial de frenado, es 0'475 V.

Revisa mi página web: www.angelcuesta.com
En ella encontrarás muchos ejercicios resueltos.



Fuente: Wikipedia.

OJO, en el enunciado hay un error porque nos dice que expresemos el potencial de frenado en eV, y eso es incorrecto, ya que el potencial se expresa en V.

La incompatibilidad del efecto fotoeléctrico con la física clásica

La explicación del efecto fotoeléctrico fue el trabajo principal citado cuando se le concedió el premio Nobel de Física en 1921 a Albert Einstein. Ya que mediante la teoría usando la teoría electromagnética clásica de la luz no se pueden explicar los hechos experimentales del efecto fotoeléctrico. (1)

Einstein asumió que la energía de la luz no estaba distribuida uniformemente en todo el frente de onda en expansión (como suponía la teoría clásica). En cambio, la energía de la luz se concentraría en «paquetes» separados (fotones). Además, la cantidad de energía en cada una de estas regiones no sería una cantidad cualquiera, sino una cantidad definida de energía que es proporcional a la frecuencia ν de la onda luminosa. (1)

Como se ha comentado, esta explicación entra en clara contradicción con el hecho de que se considerara que la naturaleza de la luz era únicamente ondulatoria.

En primer lugar, la teoría ondulatoria clásica de la luz no puede explicar la existencia de una frecuencia umbral. No parece haber ninguna razón desde el punto de vista clásico por la cual un haz de alta intensidad de baja frecuencia no debería producir fotoelectricidad si la radiación de baja intensidad de mayor frecuencia puede producirla. (2)

La energía cinética máxima no depende de la intensidad de la luz incidente, como requeriría la teoría ondulatoria clásica de la energía de la luz, sino de la frecuencia. (2)

La teoría clásica tampoco podría explicar por qué la energía cinética máxima de los fotoelectrones aumenta directamente con la frecuencia de la luz, pero es independiente de la intensidad. (2)

(1) <https://culturacientifica.com/2019/07/02/la-explicacion-de-einstein-del-efecto-fotoelectrico>

(2) <https://culturacientifica.com/2019/06/25/la-incompatibilidad-del-efecto-fotoelectrico-con-la-fisica-clasica/>