FISIMAT.com.mx

FÍSICA MODERNA • MECÁNICA CUÁNTICA

Ing. Carlos Julián
Guía Exclusiva de Estudio

Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Guía Maestra de 25 Ejercicios Resueltos Paso a Paso y Formulario Cuántico

🎁 Edición de Estudio Gratuita (Primeros 5 Resueltos + 20 de Práctica)

⭐ Formulario Rápido y Conceptos Fundamentales

Energía del Fotón (Planck-Einstein): Donde h = 6.626 × 10^-34 J·s (4.136 × 10^-15 eV·s) y c = 3 × 10^8 m/s.

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

Ecuación de Einstein del Efecto Fotoeléctrico: La energía del fotón absorbido se reparte entre liberar el electrón (phi) y conferirle energía cinética.

$$hf = \phi + K_{\max}$$

Frecuencia y Longitud de Onda Umbral: Condición límite mínima de energía para que ocurra emisión fotoeléctrica (Kmax = 0).

$$f_0 = \frac{\phi}{h}, \quad \lambda_0 = \frac{hc}{\phi}$$

Potencial de Frenado (Voltaje de Corte): Diferencia de potencial inversa que detiene incluso a los electrones más energéticos.

$$K_{\max} = eV_0 \implies V_0 = \frac{hf - \phi}{e}$$

Velocidad Máxima de los Fotoelectrones: Masa en reposo del electrón: me = 9.109 × 10^-31 kg (aproximación no relativista).

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2K_{\max}}{m_e}}$$

Parte 1: Calentamiento (Uso Directo de Fórmulas)

Enfocada en afianzar conceptos clave y despejes básicos.

Ejercicio 1 **Energía de un fotón en el espectro visible**

Calcula la energía en Joules y en electrón-volts (eV) de un fotón de luz amarilla cuya longitud de onda es de 589 nm.

💡 **Procedimiento Paso a Paso:**

Datos Clave:

- Longitud de onda: $\lambda = 589\,\text{nm} = 5.89 \times 10^{-7}\,\text{m}$
- Constante de Planck: $h = 6.626 \times 10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$
- Velocidad de la luz: $c = 3.00 \times 10^{8}\,\text{m/s}$

Fórmula y Despeje:

$$E = \frac{hc}{\lambda}, \quad 1\,\text{eV} = 1.602 \times 10^{-19}\,\text{J}$$

Despejando:

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

Sustitución y Operaciones:

$$E = \frac{(6.626 \times 10^{-34})(3.00 \times 10^{8})}{5.89 \times 10^{-7}} = 3.375 \times 10^{-19}\,\text{J}$$

RESULTADO: $E = 3.38 \times 10^{-19}\,\text{J} \approx 2.11\,\text{eV}$

Nota Física: Dividiendo entre $1.602 \times 10^{-19}\,\text{J/eV}$ obtenemos $2.11\,\text{eV}$, valor típico de la luz visible.

Ejercicio 2 **Frecuencia umbral del Cesio**

La función de trabajo del cesio metálico es de 2.14 eV. Determina su frecuencia umbral.

💡 **Procedimiento Paso a Paso:**

Datos Clave:

- Función de trabajo: $\phi = 2.14\,\text{eV} = 2.14 \times 1.602 \times 10^{-19}\,\text{J} = 3.428 \times 10^{-19}\,\text{J}$
- Constante de Planck: $h = 6.626 \times 10^{-34}\,\text{J}\cdot\text{s}$

Fórmula y Despeje:

$$\phi = hf_0 \implies f_0 = \frac{\phi}{h}$$

Despejando:

$$f_0 = \frac{\phi}{h}$$

Sustitución y Operaciones:

$$f_0 = \frac{3.428 \times 10^{-19}}{6.626 \times 10^{-34}} = 5.174 \times 10^{14}\,\text{Hz}$$

RESULTADO: $f_0 = 5.17 \times 10^{14}\,\text{Hz}$

Nota Física: Cualquier haz de luz con frecuencia menor a este umbral no arrancará fotoelectrones del cesio.

Ejercicio 3 **Longitud de onda umbral del Sodio**

El sodio tiene una función de trabajo de 2.28 eV. ¿Cuál es la longitud de onda máxima que puede producir emisión fotoeléctrica?

💡 **Procedimiento Paso a Paso:**

Datos Clave:

- Función de trabajo: $\phi = 2.28\,\text{eV} = 3.653 \times 10^{-19}\,\text{J}$
- Producto hc: $hc = 1.988 \times 10^{-25}\,\text{J}\cdot\text{m} = 1240\,\text{eV}\cdot\text{nm}$

Fórmula y Despeje:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{\phi}$$

Despejando:

$$\lambda_0 = \frac{hc}{\phi}$$

Sustitución y Operaciones:

$$\lambda_0 = \frac{1240\,\text{eV}\cdot\text{nm}}{2.28\,\text{eV}} = 543.86\,\text{nm}$$

RESULTADO: $\lambda_0 = 544\,\text{nm} = 5.44 \times 10^{-7}\,\text{m}$

Nota Física: La luz incidente debe tener $\lambda \leq 544\,\text{nm}$ (luz verde o de mayor frecuencia) para liberar electrones.

Ejercicio 4 **Cálculo de energía cinética máxima directa**

Se ilumina una superficie metálica con fotones de 4.50 eV. Si la función de trabajo del metal es de 2.75 eV, calcula la energía cinética máxima de los electrones emitidos.

💡 **Procedimiento Paso a Paso:**

Datos Clave:

- Energía incidente: $E = 4.50\,\text{eV}$
- Función de trabajo: $\phi = 2.75\,\text{eV}$

Fórmula y Despeje:

$$E = \phi + K_{\text{max}} \implies K_{\text{max}} = E - \phi$$

Despejando:

$$K_{\text{max}} = E - \phi$$

Sustitución y Operaciones:

$$K_{\text{max}} = 4.50\,\text{eV} - 2.75\,\text{eV} = 1.75\,\text{eV}$$

RESULTADO: $K_{\text{max}} = 1.75\,\text{eV} = 2.80 \times 10^{-19}\,\text{J}$

Nota Física: La energía sobrante del fotón tras vencer la barrera de atracción atómica se transfiere íntegramente como energía cinética.

Ejercicio 5 **Potencial de frenado para electrones de 1.75 eV**

Para los fotoelectrones del ejercicio anterior ($K_{\max} = 1.75\,\text{eV}$), calcula el voltaje de corte necesario para anular la corriente.

💡 **Procedimiento Paso a Paso:**

Datos Clave:

- Energía cinética máxima: $K_{\max} = 1.75\,\text{eV}$
- Carga elemental: $e = 1.602 \times 10^{-19}\,\text{C}$

Fórmula y Despeje:

$$K_{\max} = eV_0 \implies V_0 = \frac{K_{\max}}{e}$$

Despejando:

$$V_0 = \frac{K_{\max}}{e}$$

Sustitución y Operaciones:

$$V_0 = \frac{1.75\,\text{eV}}{1\,e} = 1.75\,\text{V}$$

RESULTADO: $V_0 = 1.75\,\text{V}$

Nota Física: Un potencial de frenado de -1.75 V detiene al 100% de los fotoelectrones que viajan hacia el ánodo.

Parte 2: Análisis y Aplicación Práctica

Problemas contextualizados que requieren más de un paso analítico.

Ejercicio 6 **Velocidad máxima de los electrones expulsados**

Un haz de luz de 300 nm incide sobre una placa de potasio ($\phi = 2.30\,\text{eV}$). Determina la velocidad máxima con la que salen disparados los electrones.

Datos del Problema:

- Longitud de onda: $\lambda = 300\,\text{nm} = 3.00 \times 10^{-7}\,\text{m}$
- Función de trabajo: $\phi = 2.30\,\text{eV}$
- Masa del electrón: $m_e = 9.109 \times 10^{-31}\,\text{kg}$

🔒 **¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?**

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo**

Ejercicio 7 Determinación experimental de la función de trabajo

En un experimento se observa que se requiere un potencial de frenado de 1.48 V al iluminar un metal con luz de 380 nm. Calcula la función de trabajo del metal en eV.

Datos del Problema:

- Potencial de frenado: $V_0 = 1.48\,\text{V} \implies K_{\max} = 1.48\,\text{eV}$
- Longitud de onda: $\lambda = 380\,\text{nm}$

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 8 Comprobación de no emisión con luz infrarroja

Se hace incidir luz infrarroja de 900 nm sobre una superficie de cobre cuya función de trabajo es de 4.70 eV. Demuestra analíticamente si hay o no efecto fotoeléctrico.

Datos del Problema:

- Longitud de onda: $\lambda = 900\,\text{nm}$
- Función de trabajo del cobre: $\phi = 4.70\,\text{eV}$

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 9 Diferencia de potencial de frenado con dos frecuencias

Un metal emite electrones que son frenados con 0.80 V bajo luz de 400 nm, y con 1.83 V bajo luz de 300 nm. Calcula experimentalmente la constante de Planck.

Datos del Problema:

- $\lambda_1 = 400\,\text{nm} \implies f_1 = 7.50 \times 10^{14}\,\text{Hz},\ V_{01} = 0.80\,\text{V}$
- $\lambda_2 = 300\,\text{nm} \implies f_2 = 1.00 \times 10^{15}\,\text{Hz},\ V_{02} = 1.83\,\text{V}$

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 10 Longitud de onda de De Broglie de los fotoelectrones

Calcula la longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con energía cinética máxima en el ejercicio 6 ($K_{\max} = 1.833\,\text{eV}$).

Datos del Problema:

- Energía cinética: $K = 2.937 \times 10^{-19}\,\text{J}$
- Masa electrón: $m_e = 9.109 \times 10^{-31}\,\text{kg}$
- Momento lineal: $p = \sqrt{2m_eK}$

🔒

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo**

Ejercicio 11 Efecto de la luz monocromática de láser de helio-neón

Un láser de He-Ne emite a 632.8 nm. Si incide sobre litio ($\phi = 2.30\,\text{eV}$), demuestra si existe fotocorriente.

Datos del Problema:

- $\lambda = 632.8\,\text{nm}$
- $\phi = 2.30\,\text{eV}$

🔒

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo**

Ejercicio 12 Fotones emitidos por segundo por un foco

Una lámpara ultravioleta de 40 W emite radiación monocromática de 254 nm. Suponiendo un rendimiento del 5%, calcula cuántos fotones emite por segundo.

Datos del Problema:

- Potencia útil: $P_{\text{útil}} = 40\,\text{W} \times 0.05 = 2.0\,\text{W} = 2.0\,\text{J/s}$
- $\lambda = 254\,\text{nm}$

🔒

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 13 Fotocorriente de saturación con eficiencia cuántica

Si el haz anterior incide sobre un cátodo de platino y la eficiencia cuántica es del 0.1% (1 electrón por cada 1000 fotones), calcula la fotocorriente de saturación.

Datos del Problema:

- Fotones por segundo: $N = 2.56 \times 10^{18}\,\text{s}^{-1}$
- Eficiencia: $\eta = 0.001$
- Carga del electrón: $e = 1.602 \times 10^{-19}\,\text{C}$

🔒

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 14 Límite no relativista de fotoelectrones de rayos X

Se irradia un metal con rayos X de 0.1 nm. Calcula la energía del fotón en keV y determina si la velocidad del electrón requiere tratamiento relativista.

Datos del Problema:

- $\lambda = 0.1\,\text{nm} = 1.0 \times 10^{-10}\,\text{m}$
- Función de trabajo despreciable frente a los rayos X

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 15 Aumento del potencial de frenado al cambiar de color

Al cambiar la fuente de luz de verde (500 nm) a violeta (400 nm), ¿cuánto aumenta el potencial de frenado en voltios?

Datos del Problema:

- $\lambda_1 = 500\,\text{nm}$
- $\lambda_2 = 400\,\text{nm}$

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Parte 3: Nivel Examen e Ingeniería

Ejercicios de alta exigencia, situaciones combinadas y casos reales.

Ejercicio 16 Diseño de celda fotoeléctrica para control automático

Se desea diseñar un sensor fotoeléctrico que se active con luz roja visible (hasta 700 nm). Selecciona el material adecuado entre Tungsteno ($\phi = 4.5\,\text{eV}$), Aluminio ($\phi = 4.1\,\text{eV}$) y Cesio ($\phi = 2.14\,\text{eV}$).

Datos del Problema:

- Longitud de onda requerida: $\lambda = 700\,\text{nm}$

🔒

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 17 Tiempo de retardo según la teoría ondulatoria clásica

Según la física clásica, un átomo de radio 0.1 nm recibe luz de intensidad $1.0\,\text{W/m}^2$. Si la energía absorbida por el electrón se acumula uniformemente en toda el área de su sección transversal atómica, ¿cuánto tiempo tardaría en absorber los 2.0 eV necesarios para escapar?

Datos del Problema:

- Radio atómico: $r = 1.0 \times 10^{-10}\,\text{m}$
- Área transversal: $A = \pi r^2 = 3.14 \times 10^{-20}\,\text{m}^2$
- Intensidad: $I = 1.0\,\text{W/m}^2$
- Energía: $E = 2.0\,\text{eV} = 3.20 \times 10^{-19}\,\text{J}$

🔒

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 18 Presión de radiación debida a fotones absorbidos

Un haz láser de 500 nm y potencia 10 mW incide perpendicularmente sobre un cátodo perfectamente absorbente. Calcula la fuerza total ejercida por los fotones sobre la superficie.

Datos del Problema:

- Potencia: $P = 10\,\text{mW} = 0.01\,\text{W}$
- Velocidad de la luz: $c = 3.00 \times 10^{8}\,\text{m/s}$

🔒

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 19 Línea de corte espectral en microscopía fotoelectrónica

En un espectrómetro fotoelectrónico de rayos X (XPS) se utiliza radiación de aluminio K_α ($h\nu = 1486.6\,\text{eV}$). Si los electrones arrancados de una capa interna tienen una energía cinética de 1120.4 eV y el analizador tiene una función de trabajo de 4.2 eV, determina la energía de enlace del electrón.

Datos del Problema:

- Energía incidente: $h\nu = 1486.6\,\text{eV}$
- Energía cinética medida: $K = 1120.4\,\text{eV}$
- Función de trabajo del espectrómetro: $\phi_{\text{esp}} = 4.2\,\text{eV}$

🔒

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 20 Efecto de la polarización de la luz en la emisión

Explica analíticamente por qué la dirección de polarización de la luz no altera la energía cinética máxima de los fotoelectrones, pero sí puede modular la probabilidad de eyección.

Datos del Problema:

- Energía por fotón: $E = hf$

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 21 Radio de la trayectoria de fotoelectrones en campo magnético

Los electrones emitidos con $K_{\max} = 2.50\,\text{eV}$ ingresan perpendicularmente a un campo magnético uniforme de $B = 2.0 \times 10^{-4}\,\text{T}$. Calcula el radio de la órbita circular descrita.

Datos del Problema:

- $K = 2.50\,\text{eV} = 4.005 \times 10^{-19}\,\text{J}$
- $B = 2.0 \times 10^{-4}\,\text{T}$
- $q = 1.602 \times 10^{-19}\,\text{C}$
- $m_e = 9.109 \times 10^{-31}\,\text{kg}$

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 22 Efecto de la temperatura en la cola de emisión térmica

A temperaturas elevadas ($T > 1000\,\text{K}$), se observa una pequeña emisión de electrones incluso a frecuencias ligeramente inferiores a f_0. ¿Cuál es la causa física de este fenómeno?

Datos del Problema:

- Distribución de Fermi-Dirac

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 23 Fotones requeridos para cargar una esfera conductora aislada

Una esfera de platino de radio 1.0 cm aislada en el vacío se ilumina con radiación de 150 nm ($\phi = 5.65\,\text{eV}$). ¿Cuál es la carga máxima que alcanzará la esfera antes de que cese la emisión?

Datos del Problema:

- Radio: $r = 0.01\,\text{m}$
- $\lambda = 150\,\text{nm} \implies E = \frac{1240}{150} = 8.27\,\text{eV}$
- $\phi = 5.65\,\text{eV} \implies K_{\text{max}} = 2.62\,\text{eV}$

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 24 Efecto de la reflexión en la superficie del fotocátodo

Un fotocátodo refleja el 20% de la luz incidente. Si la potencia de entrada es de 5 mW a 450 nm y la eficiencia cuántica sobre los fotones absorbidos es del 2%, calcula la fotocorriente.

Datos del Problema:

- $P_{\text{incidente}} = 5\,\text{mW}$
- Reflectancia: $R = 0.20 \implies P_{\text{abs}} = 4\,\text{mW}$
- $\lambda = 450\,\text{nm} \implies E_{\text{fotón}} = 4.417 \times 10^{-19}\,\text{J}$
- $\eta = 0.02$

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo

Ejercicio 25 **Límite cuántico de detección en comunicaciones ópticas**

Un receptor óptico cuántico requiere detectar al menos 10 fotones por bit para distinguir una señal digital de 1550 nm del ruido térmico. Calcula la energía mínima del pulso en Joules y el ancho de banda límite.

Datos del Problema:

- Fotones: $n = 10$
- $\lambda = 1550\,\text{nm} = 1.55 \times 10^{-6}\,\text{m}$

🔒

¿Quieres ver el procedimiento paso a paso y la comprobación de este ejercicio?

Desbloquea la **Guía Completa en PDF** con los 25 ejercicios resueltos paso a paso, diagramas vectoriales y formulario extendido por solo **$49 MXN**.

👉 **Desbloquear Guía Completa de Efecto Fotoeléctrico: Frecuencia Umbral y Función de Trabajo**