

PRUEBA II
13 de junio de 2025
Física Contemporánea
LFIS-313

Instrucciones: Dispone de 90 minutos para contestar la prueba. No puede consultar apuntes, cuadernos, compañeros, ni telefonos moviles. Cada pregunta tiene indicado su puntaje.

Problema 1

Radiación de cuerpo negro (30 pts) Considere la distribución espectral de energía del cuerpo negro obtenida por Planck.

Muestre a partir de esta expresión:

1. la ley de desplazamiento de Wien

2. la ley de Stefan

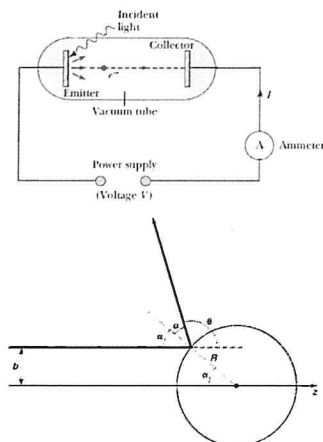
$$\rho(\nu, T) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{h\nu/(k_B T)} - 1}.$$

Problema 2

Efecto fotoeléctrico (30 pts)

En cada respuesta, explique y justifique con alguna relación matemática. Para la configuración experimental de la figura:

- ¿cómo resulta el gráfico corriente I versus Intensidad de la luz, cuando el voltaje V y la frecuencia de la luz son constantes?
- ¿cómo resulta el gráfico de corriente I versus voltaje V , para distintas frecuencias, con la intensidad constante?
- ¿cómo resulta el gráfico de corriente I versus voltaje V , para distintas intensidades, con la frecuencia constante?



Problema 3

Dispersión de Rutherford (30 pts) En el cálculo de la sección eficaz de dispersión de Rutherford, es clave obtener el parámetro de impacto b como función del ángulo de desviación θ . Ya sabe que la sección diferencial de scattering está dada por

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \left| \frac{db}{d\theta} \right| \frac{b}{\sin \theta}.$$

Considere la colisión elástica de esferas duras (bolas de billar, ver figura). Calcule $d\sigma/d\Omega$.

Solución 2ª prueba

LFIS 313

1. -

$$\rho(\nu, T) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

1.1 Ley de desplazamiento de Wien.

La frecuencia en el máximo de emisión, escala linealmente con la temperatura.

$$\text{En el máximo } \left. \frac{d\rho}{d\nu} \right|_{\nu=\bar{\nu}} = 0$$

$$\frac{d\rho}{d\nu} = \frac{8\pi h}{c^3} \left[\frac{3\nu^2}{e^{h\nu/kT} - 1} - \frac{\nu^3 e^{h\nu/kT}}{(e^{h\nu/kT} - 1)^2} \right] \bigg|_{\nu=\bar{\nu}} = 0$$

$$\Rightarrow 3\bar{\nu}^2 = \frac{\bar{\nu}^3 e^{h\bar{\nu}/kT}}{e^{h\bar{\nu}/kT} - 1} \cdot \frac{h}{kT}$$

$$\Rightarrow 3 = \frac{h\bar{\nu}}{kT} \cdot \frac{1}{1 - e^{-h\bar{\nu}/kT}} \Rightarrow \frac{\bar{\nu}}{T} = \text{cte} \quad // \quad (15)$$

1.2 Ley de Stefan

La energía total irradiada por un cuerpo negro es directamente proporcional a T^4 .

$$J = \int_0^{\infty} \rho(\nu, T) d\nu = \frac{8\pi h}{c^3} \int_0^{\infty} d\nu \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

$$\text{usando } \mu = \frac{h\nu}{kT}$$

$$d\mu = \frac{h}{kT} d\nu$$

$$J = \frac{8\pi h}{c^3} \left(\frac{kT}{h} \right)^4 \int_0^{\infty} d\mu \frac{\mu^3}{e^{\mu} - 1} = \sigma T^4 \quad //$$

(15)

Handwritten text at the top of the page.

Handwritten text below the first line.

Handwritten text in the upper middle section.

Handwritten text in the middle section, consisting of several lines.

Handwritten text block, possibly containing a list or a specific calculation.

Handwritten text block, continuing the notes or calculations.

Handwritten text block, appearing to be a summary or conclusion.

Handwritten text block, possibly a signature or date.

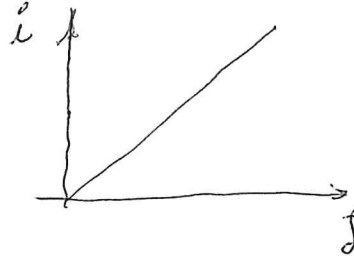
Handwritten text block, continuing the notes.

Handwritten text at the bottom of the page, including a date and possibly a page number.

2. — La relación clave es, la energía de un fotón se descompone en energía cinética E_k y la energía necesaria para arrancar al electrón W , que usualmente define una frecuencia típica $W = hf_0$ del material. La energía cinética, se estima calculando el potencial V_0 tal que no aparece corriente en el circuito. Así

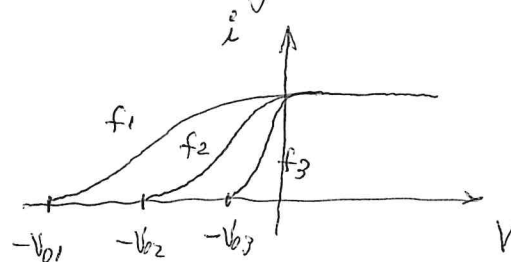
$$hf = E_k - W = eV_0 - hf_0$$

2.1 Si V y f son ctes, al aumentar la intensidad, aumentamos el # de fotones \Rightarrow aumenta el # de electrones arrancados, así aumenta la corriente i



(10)

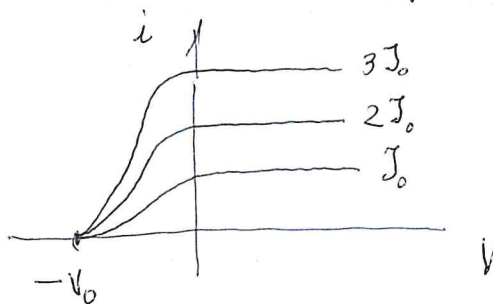
2.2 Manteniendo la misma intensidad, esto es el # de fotones, y variando la frecuencia, el gráfico corriente vs voltaje queda



(10)

ya que, para una frecuencia dada (f_1, f_2 o f_3) esto determina la energía cinética máxima, o sea el potencial ($-V_{01}, -V_{02}, -V_{03}$) respectivamente, donde $f_1 > f_2 > f_3$.

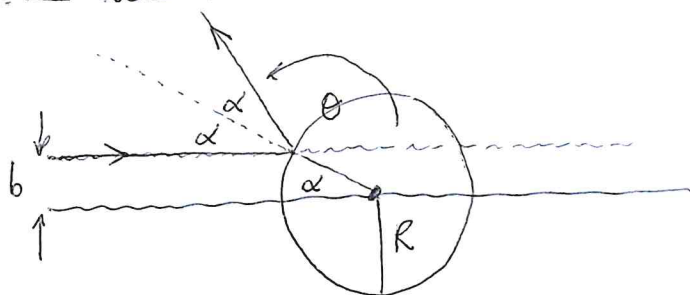
2.3 Manteniendo la frecuencia constante y variando la intensidad, el gráfico de corriente i vs voltaje es



(10)

Manteniendo la misma frecuencia \Rightarrow la misma energía cinética máxima y por tanto el mismo V_0 .

3. \rightarrow Necesitamos obtener $b = b(\theta)$.



De la figura $b = R \sin \alpha$ y además $2\alpha + \theta = \pi$, entonces

$$b = R \sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2}\right) \quad \text{o bien}$$

$$b = R \cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \quad (10)$$

entonces $\frac{db}{d\theta} = -\frac{1}{2} R \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$

por tanto

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} \approx \frac{R \cos(\theta/2)}{\sin \theta} \left(\frac{R \sin(\theta/2)}{2} \right) = \frac{R^2}{4} \quad \text{indep. de } \theta !!$$

(20)

La nota se calcula:

$$N(p) \approx 0.000346 p^2 + 0.0355 p + 1.0$$