



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Física

EAU 2024

www.ehu.eus



FISIKA

FÍSICA

Normas para realizar el examen en el curso 2024

- Esta prueba escrita se compone de 8 ejercicios.
- Los ejercicios están distribuidos en dos bloques:
Bloque A: consta de cuatro problemas, debes responder 2 de ellos.
Bloque B: consta de cuatro cuestiones, debes responder 2 de ellas.
En caso de responder a más preguntas de las estipuladas, las respuestas se corregirán en orden hasta llegar al número necesario.
- Cada problema tiene un valor de 3 puntos. Todos los apartados tienen igual valor. El resultado, correcto o incorrecto, de cada apartado no influirá en la valoración de los restantes.
- Cada cuestión se valora en un máximo de 2 puntos.
- Puede utilizarse una calculadora científica.

No olvides incluir el código en cada una de las hojas del examen



FISIKA

FÍSICA

BLOQUE A: Problemas

(Consta de cuatro problemas, **debes responder a 2** de ellos)

A.1.- Se ha enviado al espacio una nave tripulada, con una masa nave y astronauta de 2500 kg; que se ha puesto en órbita a 315 km desde la superficie de la Tierra.

- Determina la aceleración de la gravedad debida a la Tierra en el punto de la órbita indicada.
- Calcula el número de vueltas que ha dado la nave alrededor de la Tierra en 90 s.
- ¿Qué energía extra mínima hay que aportar para que desde esa órbita abandone completamente la influencia de la Tierra?

Datos:

- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
- Masa de la Tierra: $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Radio de la Tierra: $R_T = 6371 \text{ km}$

A.2.- En los extremos de un segmento de 3 m de longitud se encuentran dos cargas eléctricas de $+1\mu\text{C}$ (a la izquierda) y $+2\mu\text{C}$ (a la derecha). Calcula:

- El campo eléctrico en un punto P situado verticalmente sobre el centro del segmento (punto M), y a una distancia de 1 m del mismo.
- El potencial eléctrico en el punto central M del segmento.
- El trabajo que hace el campo eléctrico para llevar una carga de $+1\mu\text{C}$ desde el punto P hasta el punto M.

Datos:

- $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$
- $1\mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$

A.3.- Un haz de luz roja penetra en una lámina de vidrio, de 30 cm de espesor, con un ángulo de incidencia de 45° .

- Explica si cambia el color de la luz al penetrar en el vidrio, y determina el ángulo de refracción.
- Determina el ángulo del rayo cuando sale después de atravesar la lámina.
- ¿Qué tiempo tarda la luz en atravesar la lámina de vidrio?



FISIKA

FÍSICA

Datos:

- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- $n_{\text{aire}} = 1$
- $n_{\text{vidrio}} = 1,3$

A.4.- Fotones de 150 nm de longitud de onda inciden sobre una placa metálica produciendo la emisión de electrones. Si el potencial de frenado es de 1,25 V, determina:

- La energía de los fotones incidentes, y la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
- La longitud de onda asociada a los electrones emitidos con la energía cinética máxima.
- Suponiendo que al duplicar la frecuencia de los fotones incidentes, el potencial de frenado pasa a ser 9,54 V, estima el valor de la constante de Planck.

Datos:

- Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
- Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- Masa del electrón, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$



FISIKA

FÍSICA

BLOQUE B: CUESTIONES

(Hay cuatro cuestiones y **tienes que contestar a dos**)

- B.1.-** Reflexión y refracción de ondas: concepto, índice de refracción, leyes...
Conceptos de ángulo límite y reflexión total.
- B.2.-** Fuerza ejercida dentro de un campo magnético uniforme:
- a) sobre una carga puntual en movimiento (ejemplo: trayectoria cuando la velocidad de la carga es perpendicular al campo).
 - b) sobre un conductor lineal de corriente eléctrica.
- B.3.-** Efecto fotoeléctrico. Descripción. Explicación cuántica. Teoría de Einstein.
Frecuencia umbral. Trabajo de extracción.
- B.4.-** Describir el fenómeno de la radiactividad natural. Desintegración radiactiva.
Emisión de partículas alfa, beta y gamma. Leyes de Soddy y Fajans. Ejemplos.



1. Una nave tripulada, con una masa total de 2500 kg, incluyendo la masa del astronauta, ha sido enviada al espacio y colocada en órbita a una altitud de 315 km sobre la superficie de la Tierra.
- Determina la aceleración de la gravedad debida a la Tierra en el punto de la órbita indicada.
 - Calcula el número de vueltas que ha dado la nave alrededor de la Tierra en 90 s.
 - ¿Qué energía extra mínima hay que aportar para que desde esa órbita abandone completamente la influencia de la Tierra?

Datos:

- $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
- Masa de la Tierra: $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Radio de la Tierra: $R_T = 6371 \text{ km}$

Solución:

a)

$$\left. \begin{aligned} \vec{F} &= m \cdot \vec{a} \\ \vec{F}_g &= m \cdot \vec{g} \\ |\vec{F}_g| &= G \frac{M_T \cdot m}{(R_T + d)^2} \end{aligned} \right\} |\vec{F}_g| \equiv F_g = \frac{GM_T}{(R_T + d)^2} \cdot m \Rightarrow g = \frac{GM_T}{(R_T + d)^2} \Rightarrow g = 8,91 \text{ m/s}^2$$

b)

$$\left. \begin{aligned} a_n &= \frac{v^2}{R} \\ R &= R_T + d \\ v &= \omega \cdot R \\ \omega &= 2\pi\nu \\ \nu &= \frac{1}{T} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} v &= 2\pi \frac{R}{T} \\ R &= (R_T + d) \end{aligned} \right\} v = \frac{2\pi(R_T + d)}{T} \Rightarrow a_n = g = \frac{4 \cdot \pi^2 (R_T + d)}{T^2} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + d)}{g}}$$

$$\text{vueltas} = \frac{90}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{(R_T + d)}} = 0,017$$

c)

$$E_{c, \text{ihes}} = \frac{GM_T m}{R_T + d}$$

$$\begin{aligned} \Delta E_c &= \frac{GM_T m}{R_T + d} - \frac{1}{2} m v^2 = \frac{GM_T m}{R_T + d} - \frac{1}{2} a_n (R_T + d) = \frac{GM_T m}{R_T + d} - \frac{1}{2} g (R_T + d) \\ &= \frac{GM_T m}{R_T + d} - \frac{1}{2} \frac{GM_T m}{R_T + d} = \frac{1}{2} \frac{GM_T m}{R_T + d} = 74,44 \cdot 10^9 \text{ J} \end{aligned}$$

2. En los extremos de un segmento de 6 m de longitud se encuentran dos cargas eléctricas de $+2C$ (a la izquierda) y $+2\mu C$ (a la derecha). Calcula:
- El campo eléctrico en un punto P situado verticalmente sobre el centro del segmento (punto M), y a una distancia de 1 m del mismo.
 - El potencial eléctrico en el punto central M del segmento.
 - El trabajo que hace el campo eléctrico para llevar una carga de $+1\mu C$ desde el punto P hasta el punto M .

Datos:

- $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$.
- $1\mu C = 10^{-6} \text{ C}$

Solución:

- Coordenadas y distancias:
 - La carga $Q_1 = +1\mu C$ está en $(-1,5, 0)$.
 - La carga $Q_2 = +2\mu C$ está en $(1,5, 0)$.
 - El punto P está en $(0, 1)$.
 - Distancias desde cada carga al punto P : $r_1 = r_2 = \sqrt{1,5^2 + 1^2} = \sqrt{3,25} \text{ m}$
 - Campo eléctrico debido a Q_1 en el punto P :

$$\mathbf{E}_1 = \frac{KQ_1}{r_1^2} \hat{r}_1 = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{3,25} \frac{1,5\hat{i} + 1\hat{j}}{\sqrt{3,25}} \Rightarrow \mathbf{E}_1 \approx 2,302 \times 10^3 \hat{i} + 1,533 \times 10^3 \hat{j} \text{ N/C}$$
 - Campo eléctrico debido a Q_2 en el punto P :

$$\mathbf{E}_2 = \frac{KQ_2}{r_2^2} \hat{r}_2 = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{3,25} \frac{-1,5\hat{i} + 1\hat{j}}{\sqrt{3,25}} \Rightarrow \mathbf{E}_2 \approx -4,604 \times 10^3 \hat{i} + 3,066 \times 10^3 \hat{j} \text{ N/C}$$
 - Campo eléctrico resultante en el punto P :

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_1 + \mathbf{E}_2 \Rightarrow \mathbf{E} \approx -2,302 \times 10^3 \hat{i} + 4,599 \times 10^3 \hat{j} \text{ N/C}$$
- En el punto central M del segmento, la distancia desde cada carga es 1,5 m.
 - Potencial debido a Q_1 en M : $V_1 = \frac{KQ_1}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{1,5} = 6 \times 10^3 \text{ V}$
 - Potencial debido a Q_2 en M : $V_2 = \frac{KQ_2}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{1,5} = 12 \times 10^3 \text{ V}$
 - Potencial total en M : $V = V_1 + V_2 = 6 \times 10^3 + 12 \times 10^3 = 18 \times 10^3 \text{ V}$
- El trabajo W hecho por el campo eléctrico para mover una carga q desde un punto con potencial V_1 a un punto con potencial V_2 está dado por: $W = q(V_2 - V_1)$
 - Potencial en el punto P : $W = q(V_2 - V_1)$
 - Potencial en P debido a Q_1 : $V_{P1} = \frac{KQ_1}{r_1} = \frac{9 \times 10^9 \times 1 \times 10^{-6}}{\sqrt{3,25}} \approx 5 \times 10^3 \text{ V}$
 - Potencial en P debido a Q_2 : $V_{P2} = \frac{KQ_2}{r_2} = \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-6}}{\sqrt{3,25}} \approx 10 \times 10^3 \text{ V}$
 - Potencial total en P : $V_P = 5 \times 10^3 + 10 \times 10^3 = 15 \times 10^3 \text{ V}$
 - Trabajo realizado para mover la carga desde P hasta M : $W = q(V_M - V_P)$
 - $$W = 1 \times 10^{-6} \times (18 \times 10^3 - 15 \times 10^3) \text{ J} \Rightarrow W = 3 \times 10^{-3} \text{ J} = 3 \text{ mJ}$$

3. Un haz de luz roja penetra en una lámina de vidrio, de 30 cm de espesor, con un ángulo de incidencia de 45° .
- Explica si cambia el color de la luz al penetrar en el vidrio, y determina el ángulo de refracción.
 - Determine el ángulo del rayo cuando sale después de atravesar la lámina.
 - ¿Qué tiempo tarda la luz en atravesar la lámina de vidrio?

Datos:

- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
- $n_{\text{aire}} = 1; n_{\text{vidrio}} = 1,3$

Solución:

- a) El color de la luz depende exclusivamente de su frecuencia, por lo que no cambia al pasar de un medio a otro. El color del rayo de luz será el mismo.

El ángulo de refracción α_2 lo calculamos aplicando la ley de Snell.

$$\begin{aligned}
 n_1 \cdot \text{sen } \alpha_1 &= n_2 \cdot \text{sen } \alpha_2 \rightarrow n_{\text{aire}} \cdot \text{sen } \alpha_1 = n_{\text{vidrio}} \cdot \text{sen } \alpha_2 \rightarrow \\
 &\rightarrow 1 \cdot \text{sen } 45^\circ = 1,3 \cdot \text{sen } \alpha_2 \\
 \text{sen } \alpha_2 &= 0,544 \rightarrow \alpha_2 = \arcsen 0,544 = 32,95^\circ
 \end{aligned}$$

- b) Como las superficies de separación entre los medios son paralelas entre sí, el ángulo con el que se refracta en un medio coincide con el ángulo con el que incide sobre el medio siguiente; al aplicar la ley de Snell:

$$\begin{aligned}
 \text{Entre los medios 1 y 2: } & n_1 \cdot \text{sen } \alpha_1 = n_2 \cdot \text{sen } \alpha_2 \\
 \text{Entre los medios 2 y 3: } & n_2 \cdot \text{sen } \alpha_2 = n_3 \cdot \text{sen } \alpha_3 \\
 \text{Por lo tanto: } & n_1 \cdot \text{sen } \alpha_1 = n_2 \cdot \text{sen } \alpha_2 = n_3 \cdot \text{sen } \alpha_3
 \end{aligned}$$

Los medios 1 y 3 son el mismo (el aire, $n_1 = n_3$), el ángulo α_3 (ángulo de emergencia) es el mismo que el de incidencia: $= 45^\circ$

- c) Para calcular el tiempo que tarda en abandonar la lámina, consideramos que la luz viaja a velocidad constante por el medio. Así $d = v \cdot t \rightarrow t = \frac{d}{v}$ Calculamos la velocidad a partir del índice de refracción

$$n_2 = \frac{c}{v_2} \rightarrow v_2 = \frac{c}{n_2} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1,3} = 2,308 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

Y la distancia recorrida (la diagonal) usando la definición de coseno $L = \text{espesor de la lámina} = 0,3 \text{ m}$

$$\cos \alpha_2 = \frac{L}{d} \rightarrow d = \frac{L}{\cos \alpha_2} = \frac{0,3 \text{ m}}{\cos 32,95^\circ} = 0,3575 \text{ m}$$

Calculamos el tiempo $t = \frac{d}{v} = \frac{0,3575 \text{ m}}{2,308 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}} = 1,549 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 1,549 \text{ ns}$

4. Fotones de 150 nm de longitud de onda inciden sobre una placa metálica produciendo la emisión de electrones. Si el potencial de frenado es de 1,25 V. Determina:

- La energía de los fotones incidentes, y la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
- La longitud de onda asociada a los electrones emitidos con la energía cinética máxima.
- Suponiendo que al duplicar la frecuencia de los fotones incidentes, el potencial de frenado pasa a ser 9,54 V, estima el valor de la constante de Planck.

Datos:

- Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C;
- Constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J s;
- Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8$ m s⁻¹;
- Masa del electrón, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Solución:

a) La energía de los fotones incidentes:

$$E = h \cdot f = \left(f = \frac{c}{\lambda} \right) = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{150 \cdot 10^{-9}} = 1,33 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

La energía máxima es la que se obtiene del potencial de frenado (V_0)

$$E_c = q_e \cdot V_0 = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,25 = 2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

La energía cinética máxima es $2 \cdot 10^{-19}$ J

b) La longitud de onda mediante la ecuación de De Broglie

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow mv^2 = 2E_c \Rightarrow m^2v^2 = 2mE_c \Rightarrow mv = \sqrt{2mE_c}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_c}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 2 \cdot 10^{-19} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}} = 1,1 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

La longitud de onda es: $1,1 \cdot 10^{-9}$ m

c)

$$E = h\nu$$

$$E = W_{\text{ext}} + eV \Rightarrow h\nu = W_{\text{ext}} + eV$$

$$c = \nu\lambda \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$\left. \begin{array}{l} h \frac{c}{\lambda_1} = W_{\text{ext}} + eV_1 \\ h \nu_2 = W_{\text{ext}} + eV_2 \end{array} \right\} h \left(\frac{c}{\lambda_1} - \nu_2 \right) = e(V_1 - V_2)$$

$$h = \frac{e(V_1 - V_2)}{\left(\frac{c}{\lambda_1} - \nu_2 \right)} \Rightarrow h = \frac{e(V_1 - V_2)}{\left(-\frac{c}{\lambda_1} \right)} \Rightarrow h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$