

1. Un satélite artificial gira en una órbita circular a una altura de 5000 km sobre la superficie de la Tierra.

Datos: $R_T = 6370 \text{ km}$, $g_0 = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

a) Calcula el período de rotación del satélite. Justifica la fórmula.

(0,75 pt.)

b) ¿Cuál es la velocidad de escape desde la órbita? Justifica la fórmula.

(0,75 pt.)

a) Radio orbital: $r = R_T + h = (6370 + 5000) \cdot 10^3 \text{ m} = 1,137 \cdot 10^7 \text{ m}$

$$F_g = F_c \Rightarrow G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow v^2 = G \cdot \frac{M}{r} \left. \begin{array}{l} \\ v = \frac{2\pi r}{T} \end{array} \right\} G \cdot \frac{M}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

Campo en la superficie: $g_0 = G \cdot \frac{M}{R_T^2} \Rightarrow G \cdot M = g_0 \cdot R_T^2$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{G \cdot M} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{G \cdot M}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{g_0 \cdot R_T^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (1,137 \cdot 10^7)^3}{9,81 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2}} \approx 12073,873722 \text{ s} \approx 12074 \text{ s} \approx 3,35 \text{ h}$$

b) Energía y velocidad de escape.

$$E_e + E_p = E_{c\infty} + E_{p\infty}$$

$$\frac{1}{2} m v_e^2 - G \frac{M \cdot m}{r} = 0 - G \frac{M \cdot m}{\infty} = 0$$

$$\frac{1}{2} m v_e^2 = G \frac{M \cdot m}{r}$$

$$v_e^2 = \frac{2 \cdot G \cdot M}{r}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{r}}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot g_0 \cdot R_T^2}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2}{1,137 \cdot 10^7}} \approx 8367,750097 \text{ m/s}$$

$$v_e \approx 8368 \text{ m/s}, \text{ La } v_e = \sqrt{2} \cdot v_{\text{orbital}}$$

2. Se acelera una partícula α con una diferencia de potencial de 1000 V, penetrando perpendicularmente a un campo magnético de 0,2 T. Datos: $m_\alpha = 6,68 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, $q_\alpha = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

a) Calcula la velocidad lineal de la partícula alfa.

(0,75 pt.)

b) Calcula el radio de la trayectoria descrita por la partícula alfa.

(0,75 pt.)

a) El trabajo eléctrico $W = -q \cdot \Delta V = \Delta E_c = \frac{1}{2} m v^2 - 0$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 1000}{6,68 \cdot 10^{-27}}} \approx 309529,293014 \text{ m/s} \approx 3,1 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b) Como $\vec{B} \perp \vec{v}$, la carga describe un movimiento circular. $\text{sen } \alpha = \text{sen } 90^\circ = 1$

$$F_m = F_c \Rightarrow |q| \cdot v \cdot B \cdot \text{sen } 90^\circ = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B} = \frac{6,68 \cdot 10^{-27} \cdot 3,1 \cdot 10^5}{3,2 \cdot 10^{-19} \cdot 0,2} \approx 0,032356 \text{ m}$$

$$r \approx 0,0324 \text{ m} = 3,24 \text{ cm}$$

3. Una onda armónica transversal se propaga en la dirección del eje X y viene dada por la siguiente expresión (unidades del S.I.): $y(x, t) = 0,45 \cdot \cos(2 \cdot x - 3 \cdot t)$

- a) Calcula la velocidad de propagación y la velocidad y aceleración máximas. (1 pt.)
 b) Calcula la diferencia de fase entre dos estados de vibración de la misma partícula cuando el intervalo de tiempo transcurrido es $t = 2 \text{ s}$. (0,5 pt.)

a) $\omega = 3 \text{ rad/s}$, $K = 2 \text{ m}^{-1}$, $V_p = \frac{\omega}{K} = \frac{3 \text{ rad/s}}{2 \text{ m}^{-1}} = 1,5 \text{ m/s}$

$$y = A \cos(kx - \omega t)$$

$$v = \frac{dy}{dt} = A \omega \cdot \sin(kx - \omega t) \quad , \quad v_{\text{máx}} = A \omega = 0,45 \text{ m} \cdot 3 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 1,35 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -A \omega^2 \cdot \cos(kx - \omega t) \quad , \quad a_{\text{máx}} = A \omega^2 = 0,45 \text{ m} \cdot 3^2 \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 = 4,05 \text{ m/s}^2$$

b) $\Delta\psi = \omega \cdot |\Delta t|$ Desfase temporal $\Delta\psi = 3 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 2 \text{ s} = 6 \text{ rad}$

4. Efecto fotoeléctrico: El trabajo de extracción para el sodio es de $2,50 \text{ eV}$.

- a) Calcula la longitud de onda de la radiación que debemos usar para que la velocidad máxima de los electrones emitidos sea de $10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. (1 pt.)
 b) Calcula el potencial de frenado de los electrones emitidos por el metal. (0,5 pt.)

Datos: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$, $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

a) $h\nu = \underbrace{h\nu_0}_{W_0} + \frac{1}{2}mv^2$, $h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_0 + \frac{1}{2}mv^2$, $\lambda = \frac{h \cdot c}{W_0 + \frac{1}{2}mv^2}$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (10^7)^2} \approx 4,333330 \times 10^{-9} \text{ m} \approx 4,33 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 4,33 \text{ nm}$$

b) Los e^- se pueden frenar con un potencial eléctrico:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = eV_0$$

$$V_0 = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{e} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (10^7)^2}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 284.375 \text{ V} \approx 2,84 \cdot 10^2 \text{ V}$$

CUESTIONES JUSTIFICADAS

I. Indica justificadamente cuándo la energía potencial de un planeta es constante:

- a) Siempre. b) Si la órbita es circular. c) Si la órbita es elíptica. (1 pt.)

La energía potencial gravitatoria $E_p = -G \frac{Mm}{r}$, depende del radio (varía)

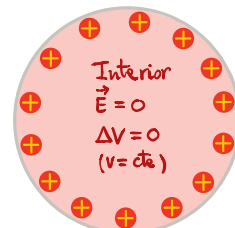
Si la órbita es circular, el radio es constante luego $E_p = \text{cte}$

La opción b) es verdadera.

II. Un conductor macizo de forma esférica recibe una carga eléctrica. Justifica qué afirmación es verdadera:

- a) La carga se distribuye por todo el conductor.
- b) El potencial es cero en todos los puntos del conductor.
- c) En el interior del conductor no hay campo electrostático.

(1 pt.)



Consideremos una esfera conductora en **equilibrio electrostático**. Las cargas libres (del mismo signo) se repelen hacia la superficie. En el **interior** el potencial no puede ser nulo porque todas las cargas son del mismo signo y se suman. Como k, Q , y R son constantes, $V = k\epsilon \Rightarrow \Delta V = 0$

Las cargas libres se distribuyen por la superficie, de modo que, en el interior, no hay carga $Q = 0$. El campo eléctrico es nulo en el interior porque los vectores se anulan (cada carga con la que está en el lado opuesto del conductor) $\vec{E} = 0$. Además $\Delta V = -E \cdot R \Rightarrow \Delta V = 0 \Leftrightarrow E = 0 \Rightarrow V = k\epsilon$

En cambio, en el **exterior**, $E = k \cdot \frac{Q}{r^2} \neq cte$ y $V = k \cdot \frac{Q}{r} \neq cte$

La opción c) es verdadera.

III. Se midieron en laboratorio los siguientes valores para las distancias objeto e imagen de una lente convergente. Determina el valor de la potencia de la lente y su incertidumbre. (1 pt.)

s_i (cm)	50	60	70	90
s'_i (cm)	200	125	95	70

negativas
positivas

Trabajamos en metros para calcular la potencia en dioptrías.

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} = P$$

Potencias

$$\frac{1}{2} - \frac{1}{-0,5} = 2,50$$

$$\frac{1}{1,25} - \frac{1}{-0,6} = 2,47$$

$$\frac{1}{0,95} - \frac{1}{-0,7} = 2,48$$

$$\frac{1}{0,7} - \frac{1}{-0,9} = 2,54$$

Desviaciones

$$|2,50 - 2,50| = 0,00$$

$$|2,47 - 2,50| = 0,03$$

$$|2,48 - 2,50| = 0,02$$

$$|2,54 - 2,50| = 0,04$$

El valor medio de la potencia:

$$\bar{P} = \frac{2,50 + 2,47 + 2,48 + 2,54}{4} \approx 2,50$$

Incertidumbre; pseudodesviación típica:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Desviación típica

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{4-1} \cdot (0^2 + 0,03^2 + 0,02^2 + 0,04^2)} \approx 0,03, \text{ Potencia } \bar{P} \pm \sigma = 2,50 \pm 0,03 \text{ D } [m^{-1}]$$

IV. El período de semidesintegración de un elemento radiactivo es de 28 años: ¿cuánto tiempo tiene que transcurrir para que la cantidad de muestra que queda sea el 75 % de la cantidad inicial?

a) 11,6 años

b) 75 años

c) 4234 años

(1 pt.)

a) $t_{1/2} = 28 \text{ años}$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

Período de semidesintegración

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{\ln 2}{28 \text{ años}}, \quad N = \frac{75}{100} \cdot N_0$$

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad 0,75 \cdot N_0 = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0,75 = -\lambda t \Rightarrow t = \frac{\ln 0,75}{-\lambda} = \frac{\ln 0,75}{-\frac{\ln 2}{28 \text{ años}}} \approx 11,6 \text{ años}$$

La opción a) es verdadera.