





***Azterketa honek bi aukera ditu. Haietako bati erantzun behar diozu.***

***Ez ahaztu azterketako orrialde bakoitzean kodea jartzea.***

- Aukera bakoitzak 2 ariketa eta 2 galdera ditu.
- Ariketa bakoitzak 3 puntu balio du. Atal guztiek balio berdina dute. Atal bakoitzaren emaitzak, zuzena izan zein okerra izan, ez du izango inolako eraginik beste ataletako emaitzen balioespenean.
- Galdera bakoitzak, gehienez, 2 puntu balio du.
- Kalkulagailu zientifikoa erabil daiteke.

***Este examen tiene dos opciones. Debes contestar a una de ellas.***

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

- Cada opción consta de 2 problemas y 2 cuestiones.
- 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.



OPCIÓN A

**P1.** Sea un proyectil de masa  $m = 1000$  kg situado en la superficie terrestre.

- ¿Con qué velocidad debiera lanzarse verticalmente para alcanzar un altura  $h = R_T$ ? (Se supone nulo el rozamiento atmosférico)
- Calcular el peso del proyectil a dicha altura y la velocidad tangencial necesaria para que el proyectil describa una órbita circular a esa altura ( $R_T$ ).
- ¿Cuánta energía se necesita para transferir el proyectil desde esa órbita circular de altura  $h = R_T$  hasta otra de altura  $h = 2R_T$ ?

Constante de gravitación universal:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

Radio de la Tierra,  $R_T = 6370$  km; Masa de la Tierra,  $M_T = 6 \cdot 10^{24}$  kg

**P2.** Cierta onda transversal tiene por ecuación en unidades del sistema internacional:  $y = 0,2 \cdot \text{sen} \frac{\pi}{3} \cdot (3x - 30t)$

- Calcular la velocidad de propagación de dicha onda.
- Determinar la velocidad máxima de oscilación de un punto cualquiera  $x$ .
- ¿En qué instante de tiempo será máxima la velocidad de oscilación del punto  $x = 2$  m?

**C1.** Fuerza ejercida dentro de un campo magnético uniforme:

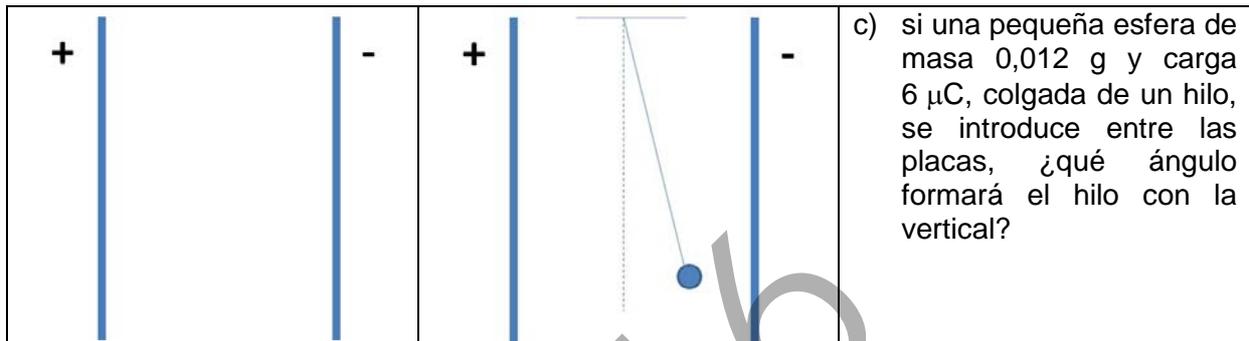
- sobre una carga puntual en movimiento (ejemplo: trayectoria cuando la velocidad de la carga es perpendicular al campo).
- sobre un conductor lineal de corriente eléctrica.

**C2.** Efecto fotoeléctrico. Descripción. Explicación cuántica. Teoría de Einstein. Frecuencia umbral. Trabajo de extracción.



**P1.** Entre dos placas verticales, planas y paralelas, separadas 40 cm entre sí, con cargas iguales y de signo opuesto, existe un campo eléctrico uniforme de 4000 N/c. Si un electrón se libera de la placa negativa:

- a) ¿cuánto tarda en chocar con la placa positiva?
- b) ¿qué velocidad llevará al impactar?



Carga del electrón,  $e = -1,60 \cdot 10^{-19}$  C;  $g = 9,82$  m/s<sup>2</sup>; 1  $\mu\text{C} = 10^{-6}$  C  
Masa del electrón,  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg

**P2.** Sobre un metal inciden fotones cuya longitud de onda es de 500 nm. Si la longitud de onda umbral correspondiente a dicho metal es de 612 nm:

- a) indicar si se extraen o no electrones
- b) determinar, en su caso, su velocidad máxima
- c) si la energía de extracción del metal fuera el doble, ¿qué valor mínimo tendría que tener la frecuencia de la radiación incidente para que tuviera lugar emisión de fotoelectrones?

Constante de Planck,  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s; Carga del electrón,  $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  
Velocidad de la luz,  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s; 1 eV =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  J; 1 nm =  $10^{-9}$  m;  
Masa del electrón,  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg

**C1.** Leyes de Kepler. Enunciados. Deducción de la 3ª Ley para órbitas circulares, a partir de la Ley de Gravitación.

**C2.** Describir el fenómeno de la radiactividad natural. Desintegración radiactiva. Emisión de partículas alfa, beta y gamma. Leyes de Soddy y Fajans. Ejemplos.



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

---

### FÍSICA

1. Cada cuestión debidamente justificada y razonada con la solución se valorará con un máximo de 2 puntos.

En la puntuación de las cuestiones teóricas se tendrá en cuenta:

- La definición precisa de la magnitud o propiedad física elegida.
  - La precisión en la exposición del tema y el rigor en la demostración si la hubiera.
  - La correcta formulación matemática. Siempre que venga acompañada de una explicación o justificación pertinente.
2. Cada problema con una respuesta correctamente planteada, justificada y con solución correcta se valorará con un máximo de 3 puntos.

En los problemas donde haya que resolver apartados en los que la solución obtenida en el primero sea imprescindible para la resolución siguiente, se puntuará ésta independientemente del resultado del primero.

Se valorará positivamente:

- El correcto planteamiento y justificación del desarrollo de problemas y cuestiones.
- La identificación y uso adecuado de las leyes de la Física.
- La inclusión de pasos detallados, así como la utilización de dibujos y diagramas.
- La exposición y aplicación correcta de conceptos básicos.
- La utilización correcta de unidades.

Se penalizará:

- Los desarrollos y resoluciones puramente matemáticos, sin explicaciones o justificaciones desde el punto de vista de la Física.
- La ausencia o utilización incorrecta de unidades, así como los resultados equivocados incoherentes



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

### SOLUCIONES

#### OPCIÓN A

P1.- a) aplicando el principio de conservación de la energía:

$$\left[ \frac{1}{2}mv^2 + \left( -G \frac{M \cdot m}{r} \right) \right]_{\text{superficie terrestre}} = \left[ \frac{1}{2}mv^2 + \left( -G \frac{M \cdot m}{r} \right) \right]_{\text{altura } h=R_T}$$

En la superficie terrestre:  $r=R_T$

En la altura  $h=R_T \Rightarrow v=0$  y  $r=2R_T$

$$\left[ \frac{1}{2}v^2 + \left( -G \frac{M}{R_T} \right) \right] = \left[ \left( -G \frac{M}{2 \cdot R_T} \right) \right] \Rightarrow v = 7,93 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

$$b) P = m \cdot g = m \cdot G \cdot \frac{M}{r^2} = 1000 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{6 \cdot 10^{24}}{(2 \cdot 6370 \cdot 10^3)^2}$$

$$P = 2,47 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$G \frac{M \cdot m}{r^2} = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(2 \cdot 6370) \cdot 10^3}} = 5,60 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

c) la energía mecánica de una sonda orbitando con un radio  $r$  viene dada por la siguiente fórmula:

$$E = -\frac{1}{2} \cdot G \frac{M \cdot m}{r}$$

$$h = R_T \Rightarrow E = -\frac{1}{2} \cdot G \frac{M \cdot m}{2R_T} = -\frac{1}{4} \cdot G \frac{M \cdot m}{R_T}$$

$$h = 2R_T \Rightarrow E = -\frac{1}{2} \cdot G \frac{M \cdot m}{3R_T} = -\frac{1}{6} \cdot G \frac{M \cdot m}{R_T}$$

$$\text{Por tanto, } \Delta E = \left( -\frac{1}{6} \cdot G \frac{M \cdot m}{R_T} \right) - \left( -\frac{1}{4} \cdot G \frac{M \cdot m}{R_T} \right) = \frac{1}{12} \cdot G \frac{M \cdot m}{R_T} = 5,24 \cdot 10^9 \text{ J}$$



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

**P2.-** Teniendo en cuenta la ecuación general de la onda:  $y = A \cdot \text{sen}(kx - \omega t + \varphi_0)$

Observando la ecuación:  $y = 0,2 \cdot \text{sen} \frac{\pi}{3} \cdot (3x - 30t)$

$A = 0,2 \text{ m}$  ;  $\omega = 10 \pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$  ;  $k = \pi \text{ m}^{-1}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = 0,2 \text{ s} \Rightarrow f = \frac{1}{T} = 5 \text{ Hz}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{\pi} = 2 \text{ m}$$

a) Velocidad de propagación de la onda:  $v = \lambda \cdot f = 2 \cdot 5 = \mathbf{10 \text{ m/s}}$

b) Velocidad máxima de oscilación:

$$v = \frac{dy}{dt} = 0,2 \cdot (-10\pi) \cdot \cos \frac{\pi}{3} \cdot (3x - 30t) = -2\pi \cdot \cos \frac{\pi}{3} \cdot (3x - 30t)$$

El valor máximo se alcanzará cuando el coseno tenga su máximo valor, es decir cuando  $\cos \frac{\pi}{3} \cdot (3x - 30t) = \pm 1$

Por tanto,  $v_{max} = \pm 2\pi \frac{m}{s} = \pm 6,28 \frac{m}{s}$

$$c) v = v_{max} \Rightarrow -2\pi \cdot \cos \frac{\pi}{3} \cdot (3x - 30t) = \pm 2\pi$$

$$x = 2 \text{ m} \Rightarrow 2\pi \cdot \cos \frac{\pi}{3} \cdot (3 \cdot 2 - 30 \cdot t) = \pm 2\pi$$

$$\cos \frac{\pi}{3} \cdot (3 \cdot 2 - 30 \cdot t) = \pm 1 \Rightarrow \cos(2\pi - 10\pi t) = \pm 1$$

$$(2\pi - 10\pi t) = 0 \Rightarrow v_{max} = 1 \Rightarrow t = \mathbf{0,2 \text{ s}}$$

$$(2\pi - 10\pi t) = \pi \Rightarrow v_{max} = -1 \Rightarrow t = \mathbf{0,1 \text{ s}}$$



**CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN  
ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK**

**OPCIÓN B**

**P1.- a)** El movimiento del electrón será acelerado desde el reposo, de modo que:

$$d = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{a}}$$

Por otra parte,  $e \cdot E = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{e \cdot E}{m}$

Combinando ambas ecuaciones:  $t = \sqrt{\frac{2d \cdot m}{e \cdot E}} = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ s}$

b) El trabajo realizado al pasar de una placa a la otra es:  $W = e \cdot E \cdot d = \Delta E_c$   
Como la energía cinética inicial es nula (el electrón parte del reposo):

$$E_{cf} = e \cdot E \cdot d = 2,56 \cdot 10^{-16} \text{ J} \Rightarrow v_f = \sqrt{\frac{2 \cdot E_{cf}}{m}} = 2,3 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

c)		<p>Sobre la bola actúan las fuerzas indicadas en la figura (tensión del hilo, peso de la esfera y fuerza electrostática sobre la esfera). Cuando la bola está en equilibrio, se cumple:</p> <p>Eje X : <math>T \cdot \text{sen } \alpha = q \cdot E</math>  Eje Y : <math>T \cdot \text{cos } \alpha = m \cdot g</math>  Dividiendo ambas ecuaciones entre sí:  <math>\text{tg } \alpha = \frac{q \cdot E}{m \cdot g}</math>  Substituyendo los datos:  <math>\text{tg } \alpha = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 4000}{0,000012 \cdot 9,82} = 203,66 \Rightarrow \alpha = 89,72^\circ</math></p>
----	--	---

**P2.- a)** para determinar si se extraen electrones debemos comparar los valores de la energía de la radiación incidente y el valor de la energía de extracción (energía umbral) del metal.

$$E_{\text{fotón incidente}} = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{500 \cdot 10^{-9}} = 3,98 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\text{extracción}} = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{612 \cdot 10^{-9}} = 3,25 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Se produce efecto fotoeléctrico, ya que  $E_{\text{fotón incidente}} > E_{\text{extracción}}$

b) Aplicando la ley de conservación de la energía:

$$E_{\text{fotón incidente}} = W_{\text{extracción}} + E_{\text{cinética del fotoelectrón}}$$

$$3,98 \cdot 10^{-19} = 3,25 \cdot 10^{-19} + E_c \Rightarrow E_c = 7,3 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$



## CRITERIOS DE CORRECCIÓN Y CALIFICACIÓN ZUZENTZEKO ETA KALIFIKATZEKO IRIZPIDEAK

---

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \Rightarrow 7,3 \cdot 10^{-20} \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot v^2 \Rightarrow v = 4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

c) si la energía de extracción del metal vale el doble:

Para que haya efecto fotoeléctrico, la frecuencia mínima necesaria (frecuencia umbral) es:  $h \cdot f_0 = W_{\text{extracción}} \Rightarrow 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot f_0 = 2 \cdot 3,25 \cdot 10^{-19}$

$$f_0 = 9,80 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

2016