



UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID
EVALUACIÓN PARA EL ACCESO A LAS ENSEÑANZAS
UNIVERSITARIAS OFICIALES DE GRADO
Curso 2023-2024
MATERIA: FÍSICA

MODELO
Orientativo

INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN

Después de leer atentamente todas las preguntas, responda a cinco preguntas cualesquiera a elegir entre las diez que se proponen.

CALIFICACIÓN: Cada pregunta se valorará sobre 2 puntos (1 punto cada apartado).

TIEMPO: 90 minutos.

Pregunta A.1.- La sonda Parker de la NASA tiene por objetivo estudiar por primera vez la corona solar. Con ese propósito describe una órbita elíptica alrededor del Sol con un afelio de $1,1 \cdot 10^8$ km y un perihelio de $7,6 \cdot 10^6$ km. Determine:

- El semieje mayor de la elipse y el tiempo que tarda la sonda en dar una vuelta completa al Sol.
- La velocidad de la sonda en el afelio y en el perihelio de la órbita.

Datos: Constante de Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻²; Masa del Sol, $M_S = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg.

Pregunta A.2.- Un objeto de masa desconocida cuelga de un muelle de constante elástica 750 N m⁻¹, de manera que oscila según el eje y describiendo un movimiento armónico simple de frecuencia 3 Hz y energía 1 J.

- Determine la amplitud del movimiento y el valor de la masa que cuelga del muelle.
- Posteriormente, se coloca una cuerda tensa en el objeto, de modo que por la misma se propagan ondas armónicas transversales con una velocidad de propagación de 5 m s⁻¹ en el sentido positivo del eje x . Sabiendo que, en el instante inicial y en el origen, el desplazamiento de la masa es nulo y su velocidad es negativa, determine la expresión matemática de la onda en la cuerda.

Pregunta A.3.- Dos cargas de 2 nC cada una están fijas en los puntos $(0, 0)$ m y $(4, 0)$ m del plano xy .

- Determine el valor de una carga Q si para traerla desde el infinito hasta el punto $(2, 2)$ m el campo hace un trabajo de $1,27 \cdot 10^{-7}$ J.
- Indique el punto donde habría que colocar una carga de -10 nC para que la fuerza neta sobre la carga Q fuese cero.

Dato: Constante de la ley de Coulomb, $K = 9 \cdot 10^9$ N m² C⁻².

Pregunta A.4.- Un espejo esférico cóncavo de 60 cm de radio de curvatura tiene situado a 80 cm frente a él y sobre su eje óptico un objeto de 5 cm de altura.

- Describa y dibuje las trayectorias de los rayos que salen hacia el espejo desde el extremo superior del objeto, en el caso de que el rayo salga paralelo al eje óptico y en el caso de que el rayo pase por el centro de curvatura del espejo.
- Calcule la posición y el tamaño de la imagen del objeto producida por el espejo.

Pregunta A.5.- El isótopo ^{198}Au reduce su actividad a la sexta parte en el transcurso de una semana.

- Determine la constante de desintegración y el período de semidesintegración del ^{198}Au .
- Una muestra de ^{198}Au presenta al cabo de un día una actividad de 10 kBq. Calcule la actividad y el número de núcleos iniciales.

Pregunta B.1.- Un astronauta en misión de exploración aterriza sobre un planeta esférico de radio 1800 km. Cuando se encuentra en su superficie deja caer un objeto desde una altura de 2 m y observa que éste tarda 1,5 s en llegar al suelo.

- Determine el valor de la gravedad en la superficie del planeta y la masa de éste.
- El astronauta despegar en su cohete con una velocidad de 3 km s^{-1} . Compruebe si el astronauta escapará del planeta, y en caso afirmativo, calcule la velocidad que tendrá cuando se encuentre muy alejado de éste.

Dato: Constante de Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

Pregunta B.2.- Un foco sonoro puntual F_1 emite ondas sonoras esféricas, de manera que el nivel de intensidad percibido por un observador a 3 m es de 60 dB.

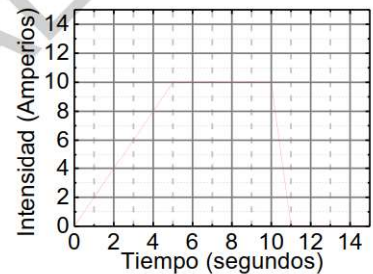
- Determine la intensidad de la onda a la distancia de 3 m y la potencia del foco.
- Ahora un segundo foco F_2 , que emite con potencia doble que el foco F_1 , emite ondas de manera simultánea con F_1 , de manera que el nivel de intensidad percibido por el observador es de 70 dB. Halle la distancia a la que se encuentra el foco F_2 del observador.

Dato: Valor umbral de la intensidad acústica, $I_0 = 1 \cdot 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$.

Pregunta B.3.- Por un solenoide infinitamente largo de 250 espiras por metro, cuyo eje coincide con el eje z , circula una corriente eléctrica variable en el tiempo según se muestra en la figura.

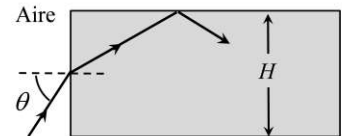
- Determine el campo magnético en su interior para $t = 3 \text{ s}$ y $t = 8 \text{ s}$.
- Si en el interior del solenoide hay una espira cuadrada de lado $a = 3 \text{ cm}$ y resistencia eléctrica de 5Ω , cuya superficie es perpendicular al eje z , calcule la intensidad de corriente inducida en la espira en $t = 3 \text{ s}$ y en $t = 8 \text{ s}$.

Dato: Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$.



Pregunta B.4.- Un rayo de luz incide desde el aire sobre la superficie lateral de un paralelepípedo a mitad de altura (ver figura). La altura del paralelepípedo es $H = 4 \text{ cm}$ y su índice de refracción vale 1,34.

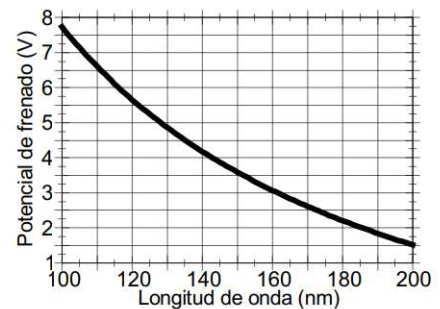
- Si el rayo incide con un ángulo de incidencia de 60° , obtenga el tiempo que tarda el rayo en el interior del paralelepípedo desde que penetra en él hasta que alcanza su cara superior.
- ¿Qué condición debe cumplir el ángulo de incidencia θ para que se produzca reflexión total en la frontera definida por la cara superior del paralelepípedo y el aire?



Datos: Índice de refracción del aire, $n_{\text{aire}} = 1$; Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Pregunta B.5.- En la gráfica adjunta se representa el potencial de frenado para el cobre cuando se ilumina con fotones de longitudes de onda entre 100 y 200 nm.

- Utilice los datos de la gráfica para determinar el valor de la constante de Planck y el trabajo de extracción para el cobre.
- Considere un electrón emitido con energía cinética máxima por el cobre cuando es irradiado con luz de longitud de onda de 100 nm. ¿Qué incremento de energía cinética experimentaría si tras ser emitido fuese acelerado hasta una velocidad igual a $0,8 c$?



Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; Masa en reposo del electrón, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Orientaciones Examen Física EvAU

Los contenidos de los seis repertorios de examen se ajustarán a los previstos en la legislación vigente recogida en el Decreto 64/2022, de 20 de julio de 2022 del Consejo de Gobierno, por el que se establecen para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo del Bachillerato (BOCM de 26 de julio de 2022) y en la Orden PCM/63/2023, de 25 de enero (BOE de 27 de enero de 2023), por la que se determinan las características, el diseño y el contenido de la evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad, y las fechas máximas de realización y de resolución de los procedimientos de revisión de las calificaciones obtenidas en el curso 2022-2023.

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN FÍSICA

- ★ Las preguntas deben contestarse razonadamente, valorando en su resolución una adecuada estructuración y el rigor en su desarrollo.
- ★ Se valorará positivamente la inclusión de pasos detallados, así como la realización de diagramas, dibujos y esquemas.
- ★ En la corrección de las preguntas se tendrá en cuenta el proceso seguido en la resolución de las mismas, valorándose positivamente la identificación de los principios y leyes físicas involucradas.
- ★ Se valorará la destreza en la obtención de resultados numéricos y el uso correcto de las unidades en el Sistema Internacional.
- ★ Cada pregunta, debidamente justificada y razonada con la solución correcta, se calificará con un máximo de 2 puntos.
- ★ En las preguntas que consten de varios apartados, la calificación máxima será la misma para cada uno de ellos (desglosada en múltiplos de 0,25 puntos).

OPCIÓN A

(Documento de trabajo orientativo)

Pregunta A.1.- La sonda Parker de la NASA tiene por objetivo estudiar por primera vez la corona solar. Con ese propósito describe una órbita elíptica alrededor del Sol con un afelio de $1,1 \cdot 10^8$ km y un perihelio de $7,6 \cdot 10^6$ km. Determine:

- El semieje mayor de la elipse y el tiempo que tarda la sonda en dar una vuelta completa al Sol.
- La velocidad de la sonda en el afelio y en el perihelio de la órbita.

Datos: Constante de Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻²; Masa del Sol, $M_S = 1,99 \cdot 10^{30}$ kg.

Solución:

- El semieje mayor de la elipse vendrá dado por

$$r = \frac{r_a + r_p}{2} = \frac{1,1 \cdot 10^8 + 7,6 \cdot 10^6}{2} = 5,9 \cdot 10^7 \text{ km}$$

El tiempo que tarda la sonda en dar una vuelta completa al Sol, el periodo, lo podemos determinar a partir de la Tercera Ley de Kepler

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_S} r^3 ; T^2 = \frac{4\pi^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,99 \cdot 10^{30}} \cdot (5,9 \cdot 10^{10})^3 = 6,11 \cdot 10^{13} \text{ s}^2$$
$$T = 7,82 \cdot 10^6 \text{ s} = 90,5 \text{ días}$$

- En toda la trayectoria se conservan el momento angular y la energía mecánica. En particular

$$\vec{L}_a = \vec{L}_p ; E_a = E_p$$

Como \vec{r} y \vec{v} son perpendiculares en el afelio y en el perihelio:

$$|\vec{L}_a| = r_a m v_a ; |\vec{L}_p| = r_p m v_p$$

$$r_a m v_a = r_p m v_p ; r_a v_a = r_p v_p ; v_a = v_p \frac{r_p}{r_a} \quad [1]$$

$$E_a = \frac{1}{2} m v_a^2 - G \frac{M_S m}{r_a} ; E_p = \frac{1}{2} m v_p^2 - G \frac{M_S m}{r_p}$$

$$\frac{1}{2} v_a^2 - G \frac{M_S}{r_a} = \frac{1}{2} v_p^2 - G \frac{M_S}{r_p} \quad [2]$$

Sustituyendo [1] en [2]

$$v_p^2 = 2GM_S \frac{\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_p}}{\left(\frac{r_p}{r_a}\right)^2 - 1} = 2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,99 \cdot 10^{30} \frac{1,1 \cdot 10^{11} - 7,6 \cdot 10^9}{\left(\frac{7,6 \cdot 10^9}{1,1 \cdot 10^{11}}\right)^2 - 1} = 3,27 \cdot 10^{10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$v_p = 1,81 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1} = 6,52 \cdot 10^5 \text{ km h}^{-1}$$

$$v_a = 1,81 \cdot 10^5 \frac{7,6 \cdot 10^9}{1,1 \cdot 10^{11}} = 1,25 \cdot 10^4 \text{ m s}^{-1} = 4,5 \cdot 10^4 \text{ km h}^{-1}$$

Pregunta A.2.- Un objeto de masa desconocida cuelga de un muelle de constante elástica 750 N m^{-1} , de manera que oscila según el eje y describiendo un movimiento armónico simple de frecuencia 3 Hz y energía 1 J .

- Determine la amplitud del movimiento y el valor de la masa que cuelga del muelle.
- Posteriormente, se coloca una cuerda tensa en el objeto, de modo que por la misma se propagan ondas armónicas transversales con una velocidad de propagación de 5 m s^{-1} en el sentido positivo del eje x . Sabiendo que, en el instante inicial y en el origen, el desplazamiento de la masa es nulo y su velocidad es negativa, determine la expresión matemática de la onda en la cuerda.

Solución:

- Para hallar la amplitud de la onda, utilizamos su relación con la energía del movimiento armónico simple:

$$E = \frac{1}{2}KA^2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2E}{K}} = 0,052 \text{ m} = 5,2 \text{ cm}$$

La masa la podemos hallar con la frecuencia angular del movimiento:

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}} \Rightarrow m = \frac{K}{\omega^2} = 2,11 \text{ kg}$$

- La expresión general de la onda es:

$$y(x, t) = A \text{ sen}(\omega t - kx + \phi)$$

La amplitud es:

$$A = 5,2 \text{ cm}$$

La frecuencia angular será:

$$\omega = 2\pi \cdot 3 \text{ rad s}^{-1} = 6\pi \text{ rad s}^{-1}$$

El número de onda será:

$$k = \frac{\omega}{v} = \frac{6\pi}{5} \text{ rad m}^{-1}$$

Para hallar la fase inicial, imponemos la condición inicial en el origen:

$$y(x, t) = A \text{ sen}(\omega t - kx + \phi) \Rightarrow y(0, 0) = 0 = \text{sen } \phi$$

Por lo tanto, $\phi = 0$ ó π

Para poder determinar el valor de ϕ , acudimos a la velocidad:

$$v(x, t) = A\omega \text{ cos}(\omega t - kx + \phi) \Rightarrow v(0, 0) = A\omega \text{ cos } \phi < 0 \Rightarrow \phi = \pi$$

De manera que la expresión matemática de la onda será:

$$y(x, t) = 5,2 \text{ sen} \left(6\pi t - \frac{6\pi}{5}x + \pi \right) \text{ cm}$$

donde x está en m y t en s.

Pregunta A.3.- Dos cargas de 2 nC cada una están fijas en los puntos (0, 0) m y (4, 0) m del plano xy .

- Determine el valor de una carga Q si para traerla desde el infinito hasta el punto (2, 2) m el campo hace un trabajo de $1,27 \cdot 10^{-7}$ J.
- Indique el punto donde habría que colocar una carga de -10 nC para que la fuerza neta sobre la carga Q fuese cero.

Dato: Constante de la ley de Coulomb, $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$.

Solución:

- El trabajo que realiza el campo para traer una carga Q desde el infinito al punto P (2, 2) m es:

$$W = -E_P(2,2) + E_P(\infty) = -E_P(2,2) = -QV(2,2) = -K \frac{Qq_1}{r_1} - K \frac{Qq_2}{r_2}$$

Donde q_1 y q_2 son las cargas de 2 nC situadas en los puntos (0, 0) m y (4, 0) m, respectivamente. Se cumple que:

$$r_1 = \sqrt{2^2 + 2^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2} = r_2$$

Luego:

$$W = -K \frac{Qq_1}{r_1} - K \frac{Qq_2}{r_2} = -2K \frac{Qq}{r_1} \Rightarrow Q = -\frac{Wr_1}{2Kq}$$

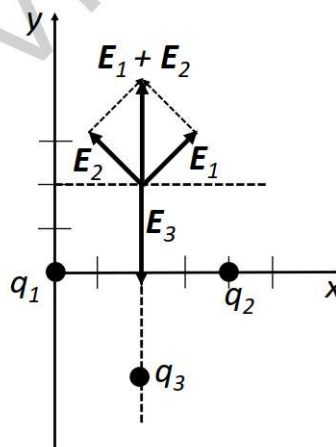
Por tanto:

$$Q = -\frac{1,27 \cdot 10^{-7} \cdot 2\sqrt{2}}{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9}} = -9,98 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

Luego $Q = -9,98 \text{ nC}$

- La fuerza neta sobre la carga Q situada en el punto P (2, 2) m será nula si el campo eléctrico creado en P por las cargas q_1 , q_2 y q_3 es cero. El campo eléctrico creado por las cargas q_1 y q_2 en el punto P es, según la figura:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = 2K \frac{q_1}{r_1^2} \text{sen}(45^\circ) \vec{j} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{8} \frac{\sqrt{2}}{2} \vec{j} = 3,18 \vec{j} \text{ N C}^{-1}$$



Para que la carga $q_3 = -10 \text{ nC}$ pueda crear un campo opuesto, ésta debe estar en la recta $x = 2 \text{ m}$, e $y < 0$. Debe cumplirse:

$$\begin{aligned} |\vec{E}_3| &= |\vec{E}_1 + \vec{E}_2| \Rightarrow K \frac{|q_3|}{r_3^2} = 3,18 \text{ N C}^{-1} \\ \Rightarrow r_3 &= \sqrt{K \frac{|q_3|}{3,18198}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10 \cdot 10^{-9}}{3,18198}} = 5,32 \text{ m} \end{aligned}$$

La componente y de la posición de la carga debe ser:

$$y = -(5,32 - 2) = -3,32 \text{ m}$$

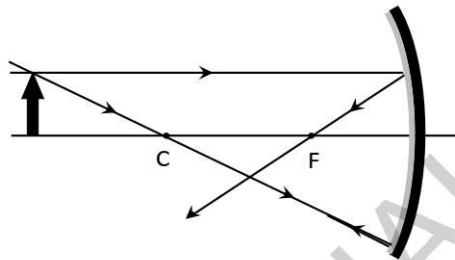
Por tanto, la carga $q_3 = -10 \text{ nC}$ debe estar en el punto (2, -3,32) m.

Pregunta A.4.- Un espejo esférico cóncavo de 60 cm de radio de curvatura tiene situado a 80 cm frente a él y sobre su eje óptico un objeto de 5 cm de altura.

- Describa y dibuje las trayectorias de los rayos que salen hacia el espejo desde el extremo superior del objeto, en el caso de que el rayo salga paralelo al eje óptico y en el caso de que el rayo pase por el centro de curvatura del espejo.
- Calcule la posición y el tamaño de la imagen del objeto producida por el espejo.

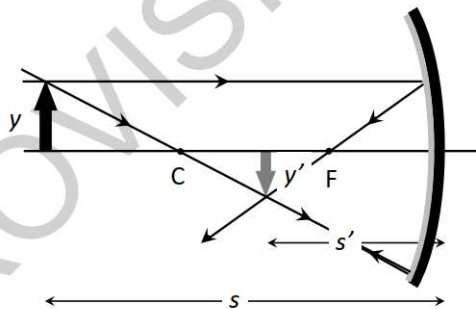
Solución:

- Un rayo que salga paralelo al eje óptico se reflejará en el espejo y pasará por el foco, situado a la mitad de distancia del centro de curvatura del espejo. El rayo que pase por el centro de curvatura se reflejará y seguirá por el mismo camino pero en sentido contrario.



- Tomamos como positivas las magnitudes situadas a la derecha del centro o arriba del eje óptico, de manera que tendremos:

$$s = -80 \text{ cm}, R = -60 \text{ cm}, f = R/2 = -30 \text{ cm}, y = 5 \text{ cm}.$$



Aplicando la ecuación de los espejos esféricos:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \Rightarrow s' = \frac{1}{\frac{1}{f} - \frac{1}{s}} = -48 \text{ cm}$$

El tamaño de la imagen es:

$$m = -\frac{s'}{s} \Rightarrow y' = -\frac{s'}{s}y = -3 \text{ cm}$$

(imagen de menor tamaño e invertida).

Pregunta A.5.- El isótopo 198 del oro (^{198}Au) reduce su actividad a la sexta parte en el transcurso de una semana.

- Determine la constante de desintegración y el período de semidesintegración del ^{198}Au .
- Una muestra de ^{198}Au presenta al cabo de un día una actividad de 10 kBq. Calcule la actividad y el número de núcleos iniciales.

Solución:

- Obtendremos la constante de desintegración λ a partir de la ley exponencial de desintegración, sustituyendo en ella los datos proporcionados:

$$A = \frac{A_0}{6} = A_0 e^{-\lambda t_{1/6}} \rightarrow -\lambda t_{1/6} = -\ln \frac{1}{6} \rightarrow \lambda = \frac{\ln 6}{t_{1/6}} = \frac{\ln 6}{7} = 0,26 \text{ días}^{-1} = 3,0 \cdot 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

Conocida la constante de desintegración, hallaremos el semiperíodo utilizando la relación existente entre ellos:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{\ln 6} 7 = 2,7 \text{ días}$$

- La actividad inicial puede obtenerse aplicando de nuevo la ley exponencial:

$$A_0 = A_f e^{\lambda t} = 10 \cdot 10^3 \cdot e^{0,26} = 13 \cdot 10^3 \text{ Bq}$$

El número inicial de núcleos es proporcional a esta actividad:

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{13 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^{-6}} = 4,3 \cdot 10^9 \text{ núcleos}$$

OPCIÓN B

(Documento de trabajo orientativo)

Pregunta B.1.- Un astronauta en misión de exploración aterriza sobre un planeta esférico de radio 1800 km. Cuando se encuentra en su superficie deja caer un objeto desde una altura de 2 m y observa que éste tarda 1,5 s en llegar al suelo.

- Determine el valor de la gravedad en la superficie del planeta y la masa de éste.
- El astronauta despegar en su cohete con una velocidad de 3 km s^{-1} . Compruebe si el astronauta escapará del planeta, y en caso afirmativo, calcule la velocidad que tendrá cuando se encuentre muy alejado de éste.

Dato: Constante de Gravitación Universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

Solución:

- La aceleración de la gravedad la podemos obtener a partir de las ecuaciones de la caída libre de los cuerpos

$$s = \frac{1}{2} g t^2 ; 2 = \frac{1}{2} g 1,5^2 ; g = \frac{4}{1,5^2} = 1,78 \text{ m s}^{-2}$$

Por otra parte

$$g = G \frac{M}{R^2} ; M = \frac{g R^2}{G} = \frac{1,78 \cdot (1,8 \cdot 10^6)^2}{6,67 \cdot 10^{-11}} = 8,65 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

- La velocidad de escape del planeta se puede deducir de la conservación de la energía:

$$\frac{1}{2} m v_{\text{escape}}^2 - G \frac{M m}{R} = 0 ; \frac{1}{2} v_{\text{escape}}^2 = G \frac{M}{R} ; v_{\text{escape}}^2 = 2G \frac{M}{R}$$

De manera que la velocidad de escape será:

$$v_{\text{escape}} = \sqrt{2 \frac{GM}{R}} = \sqrt{2 \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 8,65 \cdot 10^{22}}{1,8 \cdot 10^6}} = 2,53 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1} = 2,53 \text{ km s}^{-1}$$

Puesto que la velocidad del cohete es superior a la velocidad de escape del planeta, *el astronauta podrá abandonar el planeta.*

La energía mecánica del cohete se conserva en toda su trayectoria. Lejos del planeta la energía mecánica del cohete será exclusivamente cinética y, por tanto:

$$E_{\text{superficie}} = E_{\text{lejos}}$$
$$E_{\text{superficie}} = \frac{1}{2} m v_{\text{superficie}}^2 - G \frac{M m}{R}$$
$$E_{\text{lejos}} = \frac{1}{2} m v_{\text{lejos}}^2$$

$$\frac{1}{2} m v_{\text{superficie}}^2 - G \frac{M m}{R} = \frac{1}{2} m v_{\text{lejos}}^2 ; \frac{1}{2} v_{\text{superficie}}^2 - G \frac{M}{R} = \frac{1}{2} v_{\text{lejos}}^2$$

$$v_{\text{lejos}}^2 = v_{\text{superficie}}^2 - 2G \frac{M}{R} = (3 \cdot 10^3)^2 - 2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{8,65 \cdot 10^{22}}{1,8 \cdot 10^6} = 2,59 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$v_{\text{lejos}} = 1,61 \text{ km s}^{-1}$$

Pregunta B.2.- Un foco sonoro puntual F_1 emite ondas sonoras esféricas, de manera que el nivel de intensidad percibido por un observador a 3 m es de 60 dB.

- Determine la intensidad de la onda a la distancia de 3 m y la potencia del foco.
- Ahora un segundo foco F_2 , que emite con potencia doble que el foco F_1 , emite ondas de manera simultánea con F_1 , de manera que el nivel de intensidad percibido por el observador es de 70 dB. Halle la distancia a la que se encuentra el foco F_2 del observador.

Dato: Valor umbral de la intensidad acústica, $I_0 = 1 \cdot 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$.

Solución:

- En primer lugar, hallaremos la intensidad emitida por el foco F_1 a la distancia de 3 m:

$$60 \text{ dB} = 10 \log \frac{I_{3\text{m}}}{I_0} \Rightarrow I_{3\text{m}} = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ W m}^{-2}$$

Para hallar la potencia, despejamos de la expresión de la intensidad:

$$I_{3\text{m}} = \frac{P}{4\pi 3^2} \Rightarrow P = 4\pi \cdot 9 I_{3\text{m}} = 1,13 \cdot 10^{-4} \text{ W}$$

- Ahora emiten ambos focos simultáneamente:

$$70 \text{ dB} = 10 \log \frac{I_{1+2}}{I_0} \Rightarrow I_{1+2} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ W m}^{-2}$$

Esta intensidad será la suma de las intensidades emitidas por cada foco:

$$I_{1+2} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ W m}^{-2} = \frac{P}{4\pi 9} + \frac{2P}{4\pi x^2}$$

Sustituyendo el valor de la potencia P y despejando la x , nos queda:

$$x = \sqrt{2} \text{ m} = 1,41 \text{ m}$$

Pregunta B.3.- Por un solenoide infinitamente largo de 250 espiras por metro, cuyo eje coincide con el eje z , circula una corriente eléctrica variable en el tiempo según se muestra en la figura.



- Determine el campo magnético en su interior para $t = 3$ s y $t = 8$ s.
- Si en el interior del solenoide hay una espira cuadrada de lado $a = 3$ cm y resistencia eléctrica de 5Ω , cuya superficie es perpendicular al eje z , calcule la intensidad de corriente inducida en la espira en $t = 3$ s y en $t = 8$ s.

Dato: Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$.

Solución:

- El campo magnético creado por un solenoide en el interior es:

$$\vec{B} = \mu_0 n I \vec{k}$$

Donde n , es el número de espiras por unidad de longitud y \vec{k} es la dirección del eje del solenoide, el eje z . Según la gráfica, en $t = 3$ s la intensidad es $I = 6$ A y en $t = 8$ s la intensidad es $I = 10$ A. Luego:

Para $t = 3$ s:

$$\vec{B} = \mu_0 n I \vec{k} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 250 \cdot 6 \vec{k} = 1,88 \cdot 10^{-3} \text{ T } \vec{k}$$

Para $t = 8$ s:

$$\vec{B} = \mu_0 n I \vec{k} = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 250 \cdot 10 \vec{k} = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ T } \vec{k}$$

- Para obtener la intensidad de corriente inducida en la espira calculamos la fuerza electromotriz inducida. Según la ley de Faraday:

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

El flujo del campo magnético a través de la superficie de la espira que está en el interior del solenoide es:

$$\begin{aligned} \phi &= \vec{B} \cdot \vec{S} = (\mu_0 n I \vec{k}) \cdot (a^2 \vec{k}) = \mu_0 n I a^2 \Rightarrow \\ \varepsilon &= -\frac{d\phi}{dt} = -\mu_0 n a^2 \frac{dI}{dt} \end{aligned}$$

Según la ley de Ohm, la intensidad de corriente inducida en la espira es:

$$R I_{in} = \varepsilon \Rightarrow I_{in} = -\frac{\mu_0 n a^2}{R} \frac{dI}{dt}$$

$\frac{dI}{dt}$ es la pendiente de la curva representada en la figura. Para $t = 3$ s, la pendiente de la curva es:

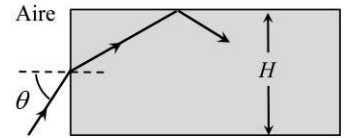
$$\frac{dI}{dt} = \frac{10}{5} = 2 \text{ A s}^{-1}$$

Luego para $t = 3$ s:

$$|I_{in}| = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 250 \cdot 0,03^2 \cdot 2}{5} = 1,11 \cdot 10^{-7} \text{ A}$$

Para $t = 8$ s, la pendiente de la curva es cero, pues la intensidad de corriente no varía con el tiempo en el intervalo $5 \text{ s} < t < 10 \text{ s}$. Por tanto, para $t = 8$ s, $I_{ind} = 0$.

Pregunta B.4.- Un rayo de luz incide desde el aire sobre la superficie lateral de un paralelepípedo a mitad de altura (ver figura). La altura del paralelepípedo es $H = 4 \text{ cm}$ y su índice de refracción vale 1,34.



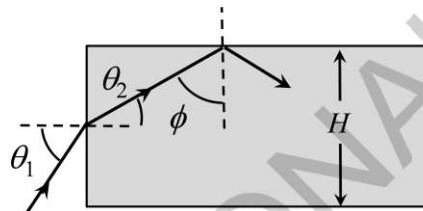
- Si el rayo incide con un ángulo de incidencia de 60° , obtenga el tiempo que tarda el rayo en el interior del paralelepípedo desde que penetra en él hasta que alcanza su cara superior.
- ¿Qué condición debe cumplir el ángulo de incidencia θ para que se produzca reflexión total en la frontera definida por la cara superior del paralelepípedo y el aire?

Datos: Índice de refracción del aire, $n_{\text{aire}} = 1$; Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$.

Solución:

- Aplicando la ley de Snell a la cara de entrada:

$$n_1 \text{ sen} \theta_1 = n_2 \text{ sen} \theta_2 \Rightarrow \theta_2 = \text{arcsen} \left[\frac{n_1 \text{ sen} \theta_1}{n_2} \right] = 40,26^\circ$$



Por trigonometría:

$$\text{sen} \theta_2 = \frac{H/2}{L} \Rightarrow L = \frac{H}{2 \text{ sen} \theta_2} = 3,09 \text{ cm}$$

Ahora el tiempo invertido en recorrer esa distancia será:

$$t = \frac{L}{c/n_2} = \frac{Ln_2}{c} = 1,38 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

- El ángulo crítico en la frontera paralelepípedo-aire es:

$$\phi_c = \text{arcsen} \left[\frac{n_1}{n_2} \right] = 48,27^\circ$$

Este ángulo implica que el ángulo de refracción θ_2 es:

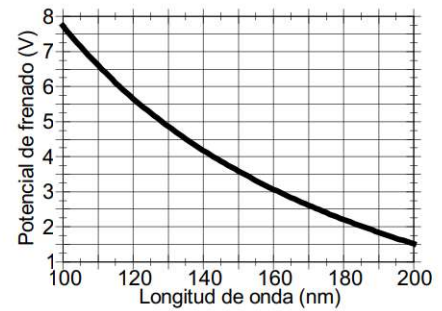
$$\theta_2 = 90^\circ - \phi_c = 41,73^\circ$$

Ahora, este ángulo de refracción corresponde a un ángulo de incidencia θ_1 de:

$$n_1 \text{ sen} \theta_1 = n_2 \text{ sen} \theta_2 \Rightarrow \theta_1 = \text{arcsen} \left[\frac{n_2 \text{ sen} \theta_2}{n_1} \right] = 63,12^\circ.$$

Por tanto, para que se refleje totalmente el rayo en la cara superior debe poseer un ángulo de incidencia desde el aire que sea menor de $63,12^\circ$.

Pregunta B.5.- En la gráfica adjunta se representa el potencial de frenado para el cobre cuando se ilumina con fotones de longitudes de onda entre 100 y 200 nm.



- Utilice los datos de la gráfica para determinar el valor de la constante de Planck y el trabajo de extracción para el cobre.
- Considere un electrón emitido con energía cinética máxima por el cobre cuando es irradiado con luz de longitud de onda de 100 nm. ¿Qué incremento de energía cinética experimentaríamos si tras ser emitido fuese acelerado hasta una velocidad igual a $0,8 c$?

Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; Valor absoluto de la carga del electrón, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; Masa en reposo del electrón, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Solución:

- El potencial de frenado representado en la gráfica viene dado por la expresión:

$$V_{frenado} = \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda} - W_{ext} \right),$$

Podemos así obtener la constante de Planck, h , recurriendo a los datos de la gráfica, calculando la diferencia entre los potenciales de frenado del cobre para dos longitudes de onda diferentes (tomaremos 100 y 200 nm):

$$\left. \begin{aligned} V_{frenado}(\lambda_1) &= \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda_1} - W_{ext} \right) \\ V_{frenado}(\lambda_2) &= \frac{1}{e} \left(\frac{hc}{\lambda_2} - W_{ext} \right) \end{aligned} \right\} h = \frac{e \lambda_1 \lambda_2}{c \lambda_2 - \lambda_1} (V_{frenado}(\lambda_1) - V_{frenado}(\lambda_2))$$

Con ello llegamos a:

$$h = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^{-14}}{3 \cdot 10^8} (7,75 - 1,5) = 6,67 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

Encontraremos ahora el trabajo de extracción para el cobre con los datos suministrados por la gráfica para una de las longitudes de onda (tomemos, por ejemplo, la de 200 nm):

$$W_{ext} = \frac{hc}{\lambda} - eV_{frenado}(\lambda) = \frac{6,67 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-7}} - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,5 = 7,60 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,75 \text{ eV}$$

- Una vez alcanzada la velocidad $0,8 c$, el electrón tiene la siguiente energía cinética:

$$E_{c2} = m_e c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1 \right) = 9,1 \cdot 10^{-31} (3 \cdot 10^8)^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - (0,8)^2}} - 1 \right) = 5,5 \cdot 10^{-14} \text{ J} = 0,34 \text{ MeV}$$

Esta energía supera en cuatro órdenes de magnitud a la adquirida en la emisión:

$$E_{c1} = 7,75 \text{ eV} = 1,24 \cdot 10^{-18} \text{ J},$$

de modo que el incremento de energía cinética que obtenemos es:

$$\Delta E_c = E_{c2} - E_{c1} = 5,5 \cdot 10^{-14} \text{ J} = 0,34 \text{ MeV}$$

DOCUMENTO DE ORIENTACIONES PARA LA EvAU

Física. Curso 2023/24

ESTRUCTURA DEL EXAMEN Y CONTENIDOS

El examen constará de **diez problemas**, de entre los cuales cada estudiante deberá contestar a **cinco cualesquiera** de su elección, teniendo la evaluación de cada uno de los cinco problemas **la misma ponderación**.

Los problemas estarán diseñados para evaluar las competencias específicas que figuran en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, y en el Decreto 64/2022 (BOCM de 26 de Julio) por el que se establecen para la Comunidad de Madrid la ordenación y el currículo del Bachillerato.

Se podrá pedir en los problemas la realización de tareas acerca de los contenidos correspondientes a la materia Física, tal y como aparecen en el Decreto 64/2022. Entre los diez problemas propuestos habrá dos problemas relativos a los contenidos de los saberes básicos A (Campo Gravitatorio), B (Campo Electromagnético) y D (Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas) y cuatro problemas relativos a los contenidos del saber básico C (Vibraciones y Ondas), dos relacionados con las vibraciones y las ondas en sí y dos con la Óptica Geométrica.

Esta distribución de ejercicios se corresponde con la matriz de contenidos del curso pasado, en el que el Bloque de Ondas tenía un 40% del peso.

La extensión y nivel de dificultad de los problemas propuestos serán similares a los de cursos anteriores.