

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

El examen contiene 4 bloques, que corresponden a los saberes básicos. A su vez, cada uno de los bloques contiene una pregunta de carácter obligatorio y varias preguntas extra de las cuales se deben elegir una o dos, dependiendo del bloque.

BLOQUE 1: Campo gravitatorio (2,5 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 1a) y elegir una pregunta de las restantes de este bloque.

1a) Suponiendo que los planetas del Sistema Solar se mueven en órbitas circulares con los radios orbitales dados en la siguiente tabla, obtenga la masa del Sol (0,75 puntos) y el periodo orbital de Venus y Marte (0,75 puntos).

Planeta	Venus	Tierra	Marte
Radio orbital (millones de km)	106	147	223
Radio del planeta (veces el radio de la Tierra)	0,95	1,00	0,53
Masa (veces la masa de la Tierra)	0,72	1,00	
Periodo orbital (días terrestres)		365	

1b) Explique qué es el potencial gravitatorio y dé la expresión del potencial gravitatorio generado por una masa m a una distancia r (1 punto).

1c) Calcule la energía mecánica del planeta Venus en su órbita (0,5 puntos) y la masa de Marte en términos de la masa Terrestre, si la velocidad de escape de Marte es la mitad que la de la Tierra (0,5 puntos).

Datos: Constante de gravitación universal: $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; Radio de la Tierra: 6370 km; Masa de la Tierra: $5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

BLOQUE 2: Campo electromagnético (2,5 puntos).

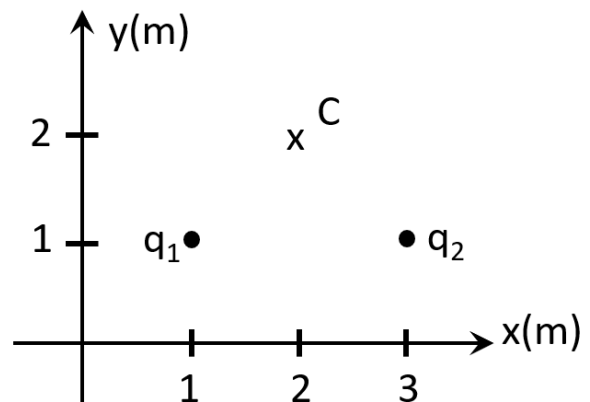
Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 2a) y elegir una de las restantes de este bloque.

2a) Explique qué es la energía potencial electrostática y dé la expresión para dos cargas puntuales situadas a una distancia r (1 punto).

2b) ¿Qué trabajo tendríamos que realizar para llevar una carga puntual de 1 nC desde el infinito hasta el punto C de la figura? (0,75 puntos). ¿Cuánto vale el potencial electrostático en ese punto? (0,75 puntos).

2c) Se dispone de una bobina de cobre de radio 15 cm y 250 espiras, que es atravesada por un campo magnético uniforme de 2 T paralelo a su eje. Calcule la fuerza electromotriz (*f.e.m.*) inducida entre los dos extremos de la bobina, si el campo magnético invierte su sentido, reduciéndose hasta cero y después creciendo en sentido contrario, en un tiempo $\Delta t = 500 \text{ ms}$ (1 punto). Si se mantiene constante el campo y se reduce progresivamente el área de la bobina a la mitad en el mismo tiempo, ¿cuál será la fuerza electromotriz inducida? (0,5 puntos).

Datos: Constante de Coulomb: $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$; 1 nC = 10^9 C ; $q_1 = q_2 = 2 \text{ nC}$.



BLOQUE 3: Vibraciones y Ondas (3 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 3a) y elegir dos de las restantes de este bloque.

3a) Se dispone de una cuerda de 75 cm de longitud, tensa y fija en ambos extremos, que oscila con una frecuencia de 440 Hz. Si solo se observa un vientre en la onda, ¿cuál es su longitud de onda? (0,5 puntos). Dibuje la cuerda oscilando en el siguiente armónico e indique los parámetros que considere importantes (0,5 puntos). ¿A qué frecuencia se producirá este armónico? (0,5 puntos).

3b) Calcule la velocidad de propagación de la onda del apartado **3a)** (0,25 puntos) y la posición de los vientres en el armónico que tiene cuatro nodos (0,5 puntos).

3c) Justifique mediante un trazado de rayos la posición en la que se debe poner un objeto para obtener una imagen virtual y derecha usando una lente delgada convergente (0,5 puntos). Si la lente tiene una focal de 15 cm y colocamos un objeto de 2 cm de altura a 5 cm a la izquierda de la misma, ¿dónde se formará la imagen y que tamaño tendrá? (0,25 puntos).

3d) La expresión de un M.A.S. es $x(t) = 0,85 \cos(1,5\pi t + \phi)$ m. ¿Cuál es el valor de la fase inicial ϕ para que se cumpla que $x(1) = 0,3$ m? (0,35 puntos). Determine el periodo de la oscilación (0,2 puntos) y la velocidad máxima (0,2 puntos).

BLOQUE 4: Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas (2 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 4a) y elegir una de las restantes de este bloque.

4a) Defina el trabajo de extracción (o función trabajo) de un material y el potencial de frenado, enmarcando ambos conceptos dentro del efecto fotoeléctrico (1 punto).

4b) Se tiene un metal cuyo trabajo de extracción o función trabajo es de 4 eV, calcule la mínima frecuencia de la luz con la que se conseguiría arrancar electrones del metal (0,5 puntos). Si se ilumina con una frecuencia doble de la obtenida, ¿cuál sería el potencial de frenado de los electrones? (0,5 puntos).

Datos: 1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ J; velocidad de la luz: $3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck: $6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s.

4c) Si al cabo de 40 días y 5 horas la actividad radiactiva de un compuesto ha descendido al 25%, ¿cuál es la constante de desintegración del compuesto? (0,5 puntos). ¿Cuál es el periodo de semidesintegración? (0,5 puntos).

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El examen contiene 4 bloques, que corresponden a los saberes básicos. A su vez, cada uno de los bloques contiene una pregunta de carácter obligatorio y varias preguntas extra de las cuales se deben elegir una o dos, dependiendo del bloque.

BLOQUE 1: Campo gravitatorio (2,5 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 1a) y elegir una pregunta de las restantes de este bloque.

1a) Suponiendo que los planetas del Sistema Solar se mueven en órbitas circulares con los radios orbitales dados en la siguiente tabla, obtenga la masa del Sol (0,75 puntos) y el periodo orbital de Venus y Marte (0,75 puntos).

Planeta	Venus	Tierra	Marte
Radio orbital (millones de km)	106	147	223
Radio del planeta (veces el radio de la Tierra)	0,95	1,00	0,53
Masa (veces la masa de la Tierra)	0,72	1,00	
Periodo orbital (días terrestres)		365	

Solución:

De los datos de la Tierra se puede obtener la masa del Sol, ya que es el astro en torno al que orbita. Usando la tercera ley de Kepler,

$$\frac{T^2}{r^3} = 4 \frac{\pi^2}{G M} \rightarrow M = 4 \frac{\pi^2 r^3}{G T^2} = 1,884 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

Utilizando la misma ley, una vez tenemos la masa del Sol,

$$\frac{T^2}{r^3} = 4 \frac{\pi^2}{G M} \rightarrow T = \sqrt{4 \frac{\pi^2 r^3}{G M}} = \begin{cases} T_{Venus} = 1,928 \cdot 10^7 \text{ s} = 223,15 \text{ días} \\ T_{Marte} = 5,914 \cdot 10^7 \text{ s} = 684,48 \text{ días} \end{cases}$$

1b) Explique qué es el potencial gravitatorio y dé la expresión del potencial gravitatorio generado por una masa m a una distancia r (1 punto).

Solución:

Puntuación a criterio del corrector.

1c) Calcule la energía mecánica del planeta Venus en su órbita (0,5 puntos) y la masa de Marte en términos de la masa Terrestre, si la velocidad de escape de Marte es la mitad que la de la Tierra (0,5 puntos).

La energía en órbita del planeta Venus, supuesta circular es

$$E_V = -\frac{1}{2} \frac{GMm_V}{r_V} = -2,55 \cdot 10^{33} \text{ J.}$$

Y la velocidad de escape de la superficie de un planeta viene dada por

$$v_{esc} = \sqrt{2 G \frac{M}{R}}$$

Aplicando los datos de la tabla:

$$v_{esc,Marte} = \sqrt{2 G \frac{M_M}{R_M}} = \frac{1}{2} \sqrt{2 G \frac{M_T}{R_T}} \rightarrow \frac{M_M}{R_M} = \frac{M_T}{4 R_T} \rightarrow M_M = \frac{R_M}{4 R_T} M_T = \frac{0,53 \cdot R_T}{4 R_T} M_T = 0,1325 M_T$$

Datos: Constante de gravitación universal: $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; Radio de la Tierra: 6370 km; Masa de la Tierra: $5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

BLOQUE 2: Campo electromagnético (2,5 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 2a) y elegir una de las restantes de este bloque.

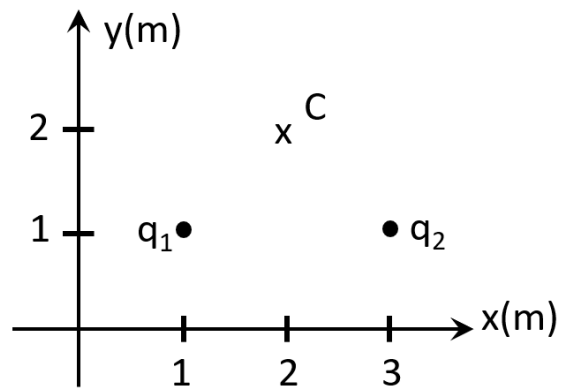
2a) Explique qué es la energía potencial electrostática y dé la expresión para dos cargas puntuales situadas a una distancia r (1 punto).

Solución:

Puntuación a criterio del corrector.

2b) ¿Qué trabajo tendríamos que realizar para llevar una carga puntual de 1 nC desde el infinito hasta el punto C de la figura? (0,75 puntos). ¿Cuánto vale el potencial electrostático en ese punto? (0,75 puntos).

Datos: Constante de Coulomb: $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$; $1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$; $q_1 = q_2 = 2 \text{ nC}$.



Solución:

El trabajo realizado por el campo electrostático viene dado por la siguiente expresión

$$W = -\Delta U_p = -\left(K \frac{q_1 q}{r_{1C}} + K \frac{q_2 q}{r_{2C}} - 0 \right) = -2,55 \cdot 10^{-8} \text{ J}$$

Con lo que el trabajo que tendríamos que realizar será $+2,55 \cdot 10^{-8} \text{ J}$

Por otro lado, el potencial electrostático en el punto C, lo podemos calcular como la energía potencial en el punto dividido por la carga, resultando: $25,5 \text{ V}$

2c) Se dispone de una bobina de cobre de radio 15 cm y 250 espiras, que es atravesada por un campo magnético uniforme de 2 T paralelo a su eje. Calcule la fuerza electromotriz (*f.e.m.*) inducida entre los dos extremos de la bobina, si el campo magnético invierte su sentido, reduciéndose hasta cero y después creciendo en sentido contrario, en un tiempo $\Delta t = 500 \text{ ms}$ (1 punto). Si se mantiene constante el campo y se reduce progresivamente el área de la bobina a la mitad en el mismo tiempo, ¿cuál será la fuerza electromotriz inducida? (0,5 puntos).

$$\epsilon = -\frac{N \Delta \phi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta(B \cdot A)}{\Delta t} = -N A \frac{\Delta B}{\Delta t} = -N \pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} \cong -N \pi r^2 \frac{\Delta B}{\Delta t} = -141,37 \text{ V}.$$

Se considerará válido el resultado positivo.

$$\epsilon' = -N \frac{\Delta(B \cdot A \cdot \cos \phi)}{\Delta t} = -N \cdot B \cdot \cos \phi \frac{\Delta A}{\Delta t} = -N \cdot B \cdot \cos \phi \frac{-\frac{A}{2}}{\Delta t} = 35,34 \text{ V}$$

BLOQUE 3: Vibraciones y Ondas (3 puntos).

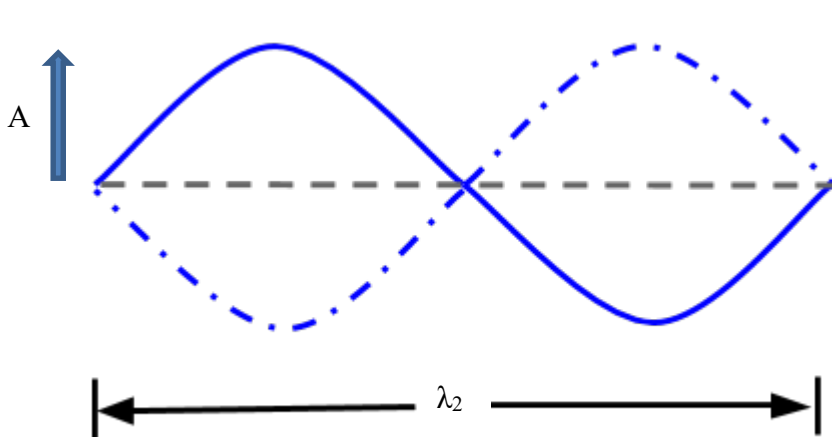
Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 3a) y elegir dos de las restantes de este bloque.

3a) Se dispone de una cuerda de 75 cm de longitud, tensa y fija en ambos extremos, que oscila con una frecuencia de 440 Hz. Si solo se observa un vientre en la onda, ¿cuál es su longitud de onda? (0,5 puntos). Dibuje la cuerda oscilando en el siguiente armónico e indique los parámetros que considere importantes (0,5 puntos). ¿A qué frecuencia se producirá este armónico? (0,5 puntos).

Solución:

Si solo se observa un vientre en la onda, corresponde a media longitud de onda, con lo que la longitud de onda será dos veces la longitud de la cuerda, $\lambda_2 = 1.5$ m.

El siguiente armónico se producirá al doble de frecuencia, es decir a $f_2 = 880$ Hz.



3b) Calcule la velocidad de propagación de la onda del apartado 3a) (0,25 puntos) y la posición de los vientres en el armónico que tiene cuatro nodos (0,5 puntos).

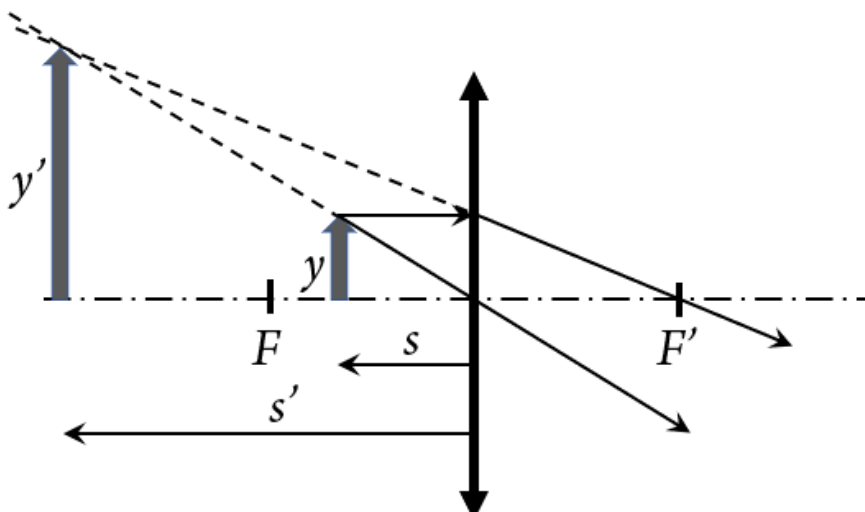
Solución:

La velocidad se puede obtener como $v = \lambda_1 f_1 = 660$ m/s.

Al tener 4 nodos, tendrá 3 vientres en las posiciones: $L/6$; $L/2$ y $5L/6 = 12,5$ cm; $37,5$ cm y $62,5$ cm.

3c) Justifique mediante un trazado de rayos la posición en la que se debe poner un objeto para obtener una imagen virtual y derecha usando una lente delgada convergente (0,5 puntos). Si la lente tiene una focal de 15 cm y colocamos un objeto de 2 cm de altura a 5 cm a la izquierda de la misma, ¿dónde se formará la imagen y que tamaño tendrá? (0,25 puntos).

Solución:



Aplicamos la ecuación de lentes delgadas

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} \rightarrow s' = s \frac{f'}{f' + s} = -5 \cdot \frac{15}{15 - 5} = -7,5 \text{ cm}$$

Calculamos el aumento

$$M = -\frac{7,5}{-5} = 1,5$$

Y de ahí el tamaño de la imagen

$$y' = M y = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ cm}$$

3d) La expresión de un M.A.S. es $x(t) = 0,85 \cos(1,5\pi t + \phi)$ m. ¿Cuál es el valor de la fase inicial ϕ para que se cumpla que $x(1) = 0,3$ m? (0,35 puntos). Determine el periodo de la oscilación (0,2 puntos) y la velocidad máxima (0,2 puntos).

Solución:

Despejamos ϕ de la ecuación resultando

$$\phi = \arccos\left(\frac{x(t)}{0,85}\right) - 1,5\pi t = \arccos\left(\frac{0,3}{0,85}\right) - 1,5\pi = 1,21 - 1,5\pi = -3,5 \text{ rad}$$

El periodo de oscilación es $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{1,5\pi} = 1,334$ s.

Y la velocidad máxima $v_{\text{max}} = A \omega = 0,85 \cdot 1,5\pi = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

BLOQUE 4: Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas (2 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 4a) y elegir una de las restantes de este bloque.

4a) Defina el trabajo de extracción (o función trabajo) de un material y el potencial de frenado, enmarcando ambos conceptos dentro del efecto fotoeléctrico (1 punto).

Solución:

Puntuación a criterio del corrector.

4b) Se tiene un metal cuyo trabajo de extracción o función trabajo es de 4 eV, calcule la mínima frecuencia de la luz con la que se conseguiría arrancar electrones del metal (0,5 puntos). Si se ilumina con una frecuencia doble de la obtenida, ¿cuál sería el potencial de frenado de los electrones? (0,5 puntos).

Datos: 1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ J; velocidad de la luz: $3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck: $6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s.

Solución:

$$W = h f_{\text{min}} \rightarrow f_{\text{min}} = \frac{W}{h} = \frac{4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,626 \cdot 10^{-34}} = 9,66 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f' = 2 f_{\text{min}} = 19,32 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \rightarrow E = h \cdot f' = 12,8 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 8 \text{ eV} \rightarrow E_c = E - W = 4 \text{ eV} \rightarrow V_0 = 4 \text{ V}$$

4c) Si al cabo de 40 días y 5 horas la actividad radiactiva de un compuesto ha descendido al 25%, ¿cuál es la constante de desintegración del compuesto? (0,5 puntos). ¿Cuál es el periodo de semidesintegración? (0,5 puntos).

Solución:

Aplicamos la ley de desintegración

$$0,25 = e^{-\lambda (40 \cdot 24 + 5) \cdot 3600} \rightarrow \lambda = 4 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

El tiempo de desintegración se define como

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 1737000 \text{ s} = 482,5 \text{ h} = 20 \text{ días y } 2,4 \text{ horas}$$

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

El examen contiene 4 bloques, que corresponden a los saberes básicos. A su vez, cada uno de los bloques contiene una pregunta de carácter obligatorio y varias preguntas extra de las cuales se deben elegir una o dos, dependiendo del bloque.

BLOQUE 1: Campo gravitatorio (2,5 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 1a) y elegir una pregunta de las restantes de este bloque.

1a) Explique el concepto de energía potencial gravitatoria (0,5 puntos). ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra de masa M ? (0,5 puntos).

1b) De forma simplificada, la fuerza gravitatoria de la Tierra mantiene a la Luna orbitando a su alrededor. Sabiendo que la Luna tarda 28 días en realizar una órbita completa, ¿a qué distancia del centro de la Tierra se encuentra? (0,5 puntos). ¿Cuánto vale la fuerza gravitatoria que se ejercen ambos astros el uno al otro? Dibuje el sistema Tierra-Luna y la fuerza gravitatoria que actúa sobre la Luna debida a la Tierra (1 punto).

1c) La densidad promedio lunar es de $3,34 \text{ g/cm}^3$. ¿Cuál será su radio promedio? (0,75 puntos) ¿Y el valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de la Luna? (0,75 puntos).

Datos: Constante de gravitación universal: $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; Masa de la Tierra: $5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; Masa de la Luna: $7,349 \times 10^{22} \text{ kg}$.

BLOQUE 2: Campo electromagnético (2,5 puntos).

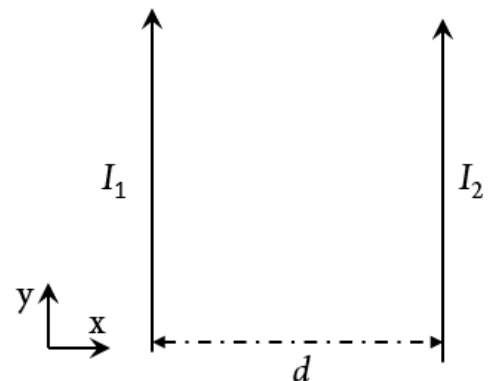
Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 2a) y elegir una de las restantes de este bloque.

2a) Los dos cables de la figura son infinitos, paralelos y están separados una distancia $d = 12 \text{ cm}$. Además conducen sendas corrientes de $I_1 = 2 \text{ A}$ e $I_2 = 3 \text{ A}$, en los sentidos indicados en la figura. Calcule la fuerza por unidad de longitud que se ejercen entre ellos y haga un dibujo que muestre la dirección y sentido de la fuerza que actúa sobre cada una de las corrientes (1 punto).

2b) ¿Qué forma tienen las líneas de campo magnético generadas por la corriente I_1 ? (0,5 puntos). ¿Existe algún punto del eje x donde se anule el campo magnético total generado por ambas corrientes? Justifique la respuesta y dé la distancia del punto respecto a la corriente I_1 (1 punto).

2c) Si se activa un campo eléctrico uniforme perpendicular a las corrientes de la figura y hacia la derecha (sentido positivo del eje x), $E = 150 \text{ V/m}$, calcule la fuerza electrostática que sufrirá cada uno de los electrones de la corriente I_2 (0,75 puntos). Haga un dibujo de esta fuerza en la que se vea claramente su dirección y sentido (0,75 puntos).

Datos: Permeabilidad magnética del vacío: $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$; Carga del electrón: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.



BLOQUE 3: Vibraciones y Ondas (3 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 3a) y elegir dos de las restantes de este bloque.

3a) Frente a un espejo cóncavo de radio $R = 12$ cm se coloca un objeto de 4 cm de altura a una distancia de 20 cm. Calcule la posición y el tamaño de la imagen dada por el espejo (0,5 puntos). ¿Se trata de una imagen derecha o invertida? Haga un trazado de rayos del problema para justificarlo (0,5 puntos).

3b) Se dispone de un péndulo simple de 87 cm de longitud que oscila respecto a su posición de equilibrio con un ángulo muy pequeño. Obtenga la frecuencia angular de oscilación y el periodo (0,5 puntos). Escriba la ecuación de la posición en función del tiempo si la amplitud inicial es de $A = 2$ cm y $x(t = 0 \text{ s}) = A$, (0,25 puntos). ¿Cuál es la velocidad del péndulo al pasar por la vertical? (0,25 puntos).

Datos: Aceleración de la gravedad: $9,8 \text{ m/s}^2$.

3c) Se desea fabricar un instrumento musical de viento con una tubería de PVC. Para ello se corta la tubería en trozos de distintos tamaños con los dos extremos abiertos. Si el primer trozo tiene una longitud de 25 cm, calcule la frecuencia del armónico fundamental que producirá (0,5 puntos). ¿De qué tamaño habrá que cortar el siguiente trozo para que produzca una onda estacionaria cuya frecuencia del armónico fundamental sea $2/3$ de la frecuencia del armónico fundamental del primer tubo? (0,25 puntos). Dé la longitud de onda de ambos sonidos (0,25 puntos).

Datos: Velocidad del sonido en el aire: 346 m/s .

3d) Un barco se aproxima al puerto haciendo sonar su sirena, de 500 W de potencia. El aparato con el que se detecta el sonido tiene un umbral sonoro de 60 dB , con lo que no detecta ningún sonido por debajo de este nivel sonoro. ¿A qué intensidad corresponde este nivel sonoro? (0,5 puntos) ¿A qué distancia empezará a detectar el sonido si la sirena emite de manera uniforme en una semiesfera? (0,5 puntos).

Datos: intensidad umbral de audición: 10^{-12} W/m^2 .

BLOQUE 4: Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas (2 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 4a) y elegir una de las restantes de este bloque.

4a) Escriba la ecuación de De Broglie y comente su significado e importancia física (1 punto).

4b) Se lanza un electrón a una velocidad de $2,04 \cdot 10^6 \text{ km/h}$, calcule su energía cinética y su longitud de onda asociada (1 punto).

Datos: Masa del electrón: $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; Constante de Planck: $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

4c) Un láser de He-Ne emite fotones de longitud de onda igual a $632,8 \text{ nm}$. Calcule la frecuencia de cada fotón y la energía asociada (1 punto).

Datos: Velocidad de la luz: $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; Constante de Planck: $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El examen contiene 4 bloques, que corresponden a los saberes básicos. A su vez, cada uno de los bloques contiene una pregunta de carácter obligatorio y varias preguntas extra de las cuales se deben elegir una o dos, dependiendo del bloque.

BLOQUE 1: Campo gravitatorio (2,5 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 1a) y elegir una pregunta de las restantes de este bloque.

1a) Explique el concepto de energía potencial gravitatoria (0,5 puntos). ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra de masa M ? (0,5 puntos).

Solución: Puntuación a criterio del corrector.

1b) De forma simplificada, la fuerza gravitatoria de la Tierra mantiene a la Luna orbitando a su alrededor. Sabiendo que la Luna tarda 28 días en realizar una órbita completa, ¿a qué distancia del centro de la Tierra se encuentra? (0,5 puntos). ¿Cuánto vale la fuerza gravitatoria que se ejercen ambos astros el uno al otro? Dibuje el sistema Tierra-Luna y la fuerza gravitatoria que actúa sobre la Luna debida a la Tierra (1 punto).

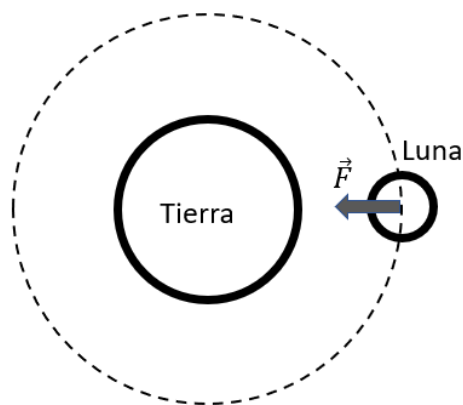
Solución:

Usando la tercera ley de Kepler, despejamos el radio orbital de la Luna

$$\frac{T^2}{r^3} = 4 \frac{\pi^2}{G M_T} \rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{G M_T T^2}{4 \pi^2}} = 3,894 \cdot 10^8 \text{ m}$$

Una vez que sabemos la distancia entre ambos astros, usamos la Ley de Gravitación Universal

$$F = G \frac{M_T M_L}{r^2} = 1,93 \cdot 10^{20} \text{ N}$$



1c) La densidad promedio lunar es de $3,34 \text{ g/cm}^3$. ¿Cuál será su radio promedio? (0,75 puntos) ¿Y el valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de la Luna? (0,75 puntos).

Solución:

El volumen de una esfera es $V = \frac{4}{3} \pi R^3$, y la densidad es $\rho = m/V$, por lo que

$$\rho = \frac{M_L}{\frac{4}{3}\pi R_L^3} \rightarrow R_L = \sqrt[3]{\frac{3M_L}{4\pi\rho}} = 1738 \text{ km}$$

La aceleración gravitatoria la calculamos como

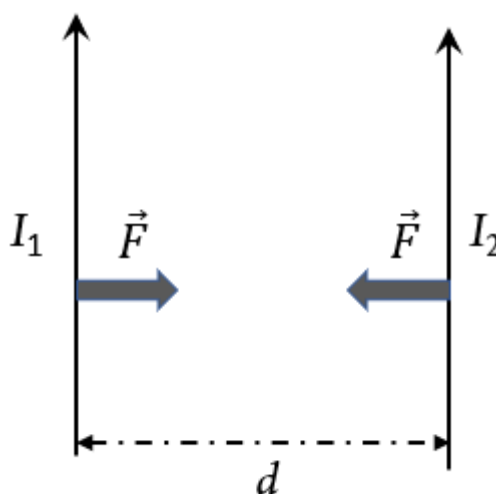
$$g_L = G \frac{M_L}{R_L^2} = 1,62 \text{ m/s}^2$$

Datos: Constante de gravitación universal: $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$; Masa de la Tierra: $5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; Masa de la Luna: $7,349 \times 10^{22} \text{ kg}$.

BLOQUE 2: Campo electromagnético (2,5 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 2a) y elegir una de las restantes de este bloque.

2a) Los dos cables de la figura son infinitos, paralelos y están separados una distancia $d = 12 \text{ cm}$. Además conducen sendas corrientes de $I_1 = 2 \text{ A}$ e $I_2 = 3 \text{ A}$, en los sentidos indicados en la figura. Calcule la fuerza por unidad de longitud que se ejercen entre ellos y haga un dibujo que muestre la dirección y sentido de la fuerza que actúa sobre cada una de las corrientes (1 punto).



Solución:

El módulo de la fuerza será:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{2 \cdot 3}{2\pi \cdot 0,12} = 10^{-5} \text{ N}$$

La dirección y sentido se muestra en la Figura. Dos corrientes en el mismo sentido se atraen.

2b) ¿Qué forma tienen las líneas de campo magnético generadas por la corriente I_1 ? (0,5 puntos). ¿Existe algún punto del eje x donde se anule el campo magnético total generado por ambas corrientes? Justifique la respuesta y dé la distancia del punto respecto a la corriente I_1 (1 punto).

Solución:

Tienen forma circular con centro en la corriente.

El campo creado por cada corriente está dado por

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

De anularse el campo magnético total, será entre las dos corrientes, si llamamos x a la distancia al cable 1, el campo total será:

$$B_T = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi x} - \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(d-x)}$$

Igualando a cero y despejando x , se obtiene

$$x = \frac{I_1 d}{I_1 + I_2} = 2 \cdot \frac{0,12}{2 + 3} = 0,048 \text{ m} = 4,8 \text{ cm}$$

2c) Si se activa un campo eléctrico uniforme perpendicular a las corrientes de la figura y hacia la derecha (sentido positivo del eje x), $E = 150 \text{ V/m}$, calcule la fuerza electrostática que sufrirá cada uno de los electrones

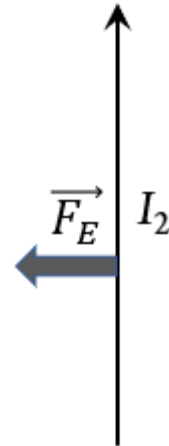
de la corriente I_2 (0,75 puntos). Haga un dibujo de esta fuerza en la que se vea claramente su dirección y sentido (0,75 puntos).

Solución:

La fuerza es

$$F_E = q E = 1,6 \cdot 10^{-19} * 150 = 2,4 \cdot 10^{-17} \text{ N}$$

La dirección es en el eje x y el sentido hacia la izquierda, como se ve en la figura.



Datos: Permeabilidad magnética del vacío: $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$; Carga del electrón: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

BLOQUE 3: Vibraciones y Ondas (3 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 3a) y elegir dos de las restantes de este bloque.

3a) Frente a un espejo cóncavo de radio $R = 12 \text{ cm}$ se coloca un objeto de 4 cm de altura a una distancia de 20 cm . Calcule la posición y el tamaño de la imagen dada por el espejo (0,5 puntos). ¿Se trata de una imagen derecha o invertida? Haga un trazado de rayos del problema para justificarlo (0,5 puntos).

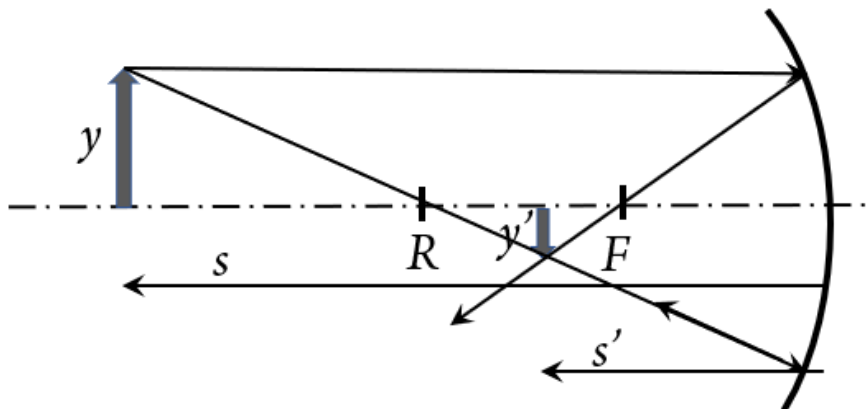
Solución:

Según las normas DIN, todas las distancias y tamaños que da el enunciado son negativos. Además $f=R/2$. Calcularemos la posición mediante la ecuación de los espejos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \rightarrow s' = s \cdot \frac{f}{(s - f)} = -0,2 \cdot \frac{-0,06}{-0,2 + 0,06} = -0,086 \text{ m} = -8,6 \text{ cm}$$

El tamaño lo obtenemos como

$$y' = -y \frac{s'}{s} = -0,04 \cdot \frac{-0,086}{-0,2} = -0,0172 \text{ m} = -1,72 \text{ cm}$$



3b) Se dispone de un péndulo simple de 87 cm de longitud que oscila respecto a su posición de equilibrio con un ángulo muy pequeño. Obtenga la frecuencia angular de oscilación y el periodo (0,5 puntos). Escriba la ecuación de la posición en función del tiempo si la amplitud inicial es de $A = 2$ cm y $x(t = 0 \text{ s}) = A$, (0,25 puntos). ¿Cuál es la velocidad del péndulo al pasar por la vertical? (0,25 puntos).

Datos: Aceleración de la gravedad: $9,8 \text{ m/s}^2$.

Solución:

La frecuencia angular viene dada por

$$\omega = \sqrt{g/L} = \sqrt{9,8/0,87} = 3,36 \text{ rad /s}$$

Y el periodo

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 1,87 \text{ s}$$

La ecuación de la posición es

$$x(t) = 2 \cos(3,36 t) \text{ cm}$$

La velocidad al pasar por la vertical es la máxima, es decir, $v = A\omega = 0,0672 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 6,72 \text{ cm/s}$

3c) Se desea fabricar un instrumento musical de viento con una tubería de PVC. Para ello se corta la tubería en trozos de distintos tamaños con los dos extremos abiertos. Si el primer trozo tiene una longitud de 25 cm, calcule la frecuencia del armónico fundamental que producirá (0,5 puntos). ¿De qué tamaño habrá que cortar el siguiente trozo para que produzca una onda estacionaria cuya frecuencia del armónico fundamental sea $2/3$ de la frecuencia del armónico fundamental del primer tubo? (0,25 puntos). Dé la longitud de onda de ambos sonidos (0,25 puntos).

Datos: Velocidad del sonido en el aire: 346 m/s .

Solución:

La longitud de onda del armónico fundamental será el doble de la longitud del tubo: 50 cm , con lo que la frecuencia será:

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{346}{0,5} = 692 \text{ Hz}$$

La frecuencia del otro tubo debe ser $461,34 \text{ Hz}$, con lo que la longitud de onda será

$$\lambda' = \frac{v}{f'} = \frac{346}{461,34} = 0,75 \text{ m}$$

Y la longitud del tubo: $L' = \frac{\lambda'}{2} = 0,375 \text{ m} = 37,5 \text{ cm}$.

3d) Un barco se aproxima al puerto haciendo sonar su sirena, de 500 W de potencia. El aparato con el que se detecta el sonido tiene un umbral sonoro de 60 dB, con lo que no detecta ningún sonido por debajo de este nivel sonoro. ¿A qué intensidad corresponde este nivel sonoro? (0,5 puntos) ¿A qué distancia empezará a detectar el sonido si la sirena emite de manera uniforme en una semiesfera? (0,5 puntos).

Datos: intensidad umbral de audición: 10^{-12} W/m².

Solución:

$$\beta_I = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \rightarrow I = I_0 \cdot 10^{\frac{\beta_I}{10}} = 10^{-12} \cdot 10^6 = 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

La potencia de la sirena y el umbral del aparato están dados. Si emite en la semiesfera, se relacionan como

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{2\pi d^2}$$

(si se responde considerando emisión esférica y el resultado es correcto, se puntuará con 0,4 puntos)

Despejando d

$$d = \sqrt{\frac{P}{2\pi I}} = \sqrt{\frac{500}{2\pi \cdot 10^{-6}}} = 8920,6 \text{ m} = 8,92 \text{ km}$$

BLOQUE 4: Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas (2 puntos).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 4a) y elegir una de las restantes de este bloque.

4a) Escriba la ecuación de De Broglie y comente su significado e importancia física (1 punto).

Solución: Puntuación a criterio del corrector.

4b) Se lanza un electrón a una velocidad de $2,04 \cdot 10^6$ km/h, calcule su energía cinética y su longitud de onda asociada (1 punto).

Datos: Masa del electrón: $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; Constante de Planck: $6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s.

La energía cinética se obtiene como

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (5,556 \cdot 10^5)^2 = 1,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Y la longitud de onda:

$$p = m v = 5,06 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \rightarrow \lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{5,06 \cdot 10^{-25}} = 1,28 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

4c) Un láser de He-Ne emite fotones de longitud de onda igual a 632,8 nm. Calcule la frecuencia de cada fotón y la energía asociada (1 punto).

Datos: Velocidad de la luz: $3 \cdot 10^8$ m/s; Constante de Planck: $6,626 \cdot 10^{-34}$ J·s.

Solución:

La frecuencia viene dada por

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{632,8 \cdot 10^{-9}} = 4,74 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Y la energía del fotón por

$$E = h f = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 4,74 \cdot 10^{14} = 3,14 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Se debe contestar como máximo a 4 de las 8 preguntas.

1. (2,5 puntos) El planeta Marte tiene dos satélites naturales, Fobos y Deimos. El radio orbital de Fobos es de 12767 km,
- Obtén el periodo orbital de Fobos. (0,75 puntos)
 - Utiliza la tercera ley de Kepler para obtener el periodo orbital de Deimos, cuyo radio orbital es de 26950 km. (1 punto).
 - Calcula la velocidad de escape de un cohete desde la superficie de Fobos, suponiendo que el satélite es esférico. (0,75 puntos).

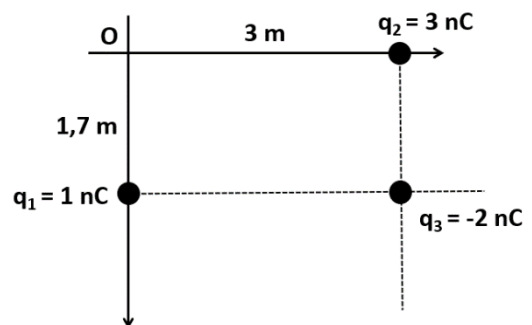
Datos: masa de Marte: $M_{\text{Marte}} = 6,39 \cdot 10^{23}$ kg, radio de Fobos: $R_{\text{Fobos}} = 21$ km, masa de Fobos: $M_{\text{Fobos}} = 1,08 \cdot 10^{16}$ kg, constante de gravitación universal: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg².

2. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:
- Describe el concepto de potencial gravitatorio y da su expresión para una masa puntual a una distancia r . (0,75 puntos)
 - Calcula las energías cinética y mecánica del satélite marciano Fobos. (1,75 puntos)

Datos: masa de Marte: $M_{\text{Marte}} = 6,39 \cdot 10^{23}$ kg, masa de Fobos: $M_{\text{Fobos}} = 1,08 \cdot 10^{16}$ kg, radio orbital de Fobos: $r_{\text{Fobos}} = 9377$ km, constante de gravitación universal: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg².

3. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:
- Explica el concepto de campo eléctrico y da la expresión del campo electrostático producido por una carga puntual q a una distancia r . (0,8 puntos)
 - Calcula el vector campo electrostático producido por el sistema de cargas de la figura en el origen de coordenadas. (1,7 puntos)

Datos: constante de Coulomb: $K = 9 \cdot 10^9$ N·m²/C².



4. (2,5 puntos) Las líneas de alta tensión transportan gran cantidad de energía con una corriente relativamente pequeña, minimizando las pérdidas. Si se tienen dos cables separados 1,5 m de distancia por los que circula una corriente de 0,8 A,
- Calcula el módulo de la fuerza por unidad de longitud entre ellos. (0,75 puntos)
 - Haz dos esquemas en los cuales se muestren las fuerzas que actúan sobre los cables en el caso de que las corrientes circulen en el mismo sentido y en el caso de que circulen en sentido contrario. (0,75 puntos)
 - Si insertamos un tercer cable por el que circulan también 0,8 A de corriente entre los dos primeros, pero a 0,4 m de uno de ellos, ¿Cuál es la máxima fuerza por unidad de longitud que puede sufrir? ¿En qué sentidos circularán las tres corrientes en este caso? (1 punto)

Datos: permeabilidad magnética del vacío: $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ Wb/A·m.

5. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:
- Enuncia y explica la hipótesis de De Broglie. (0,5 puntos)
 - Un electrón se acelera de forma que adquiere una energía cinética de 980 eV. ¿Cuál es la longitud de onda asociada al electrón? (1 punto)
 - Si se desea frenar el electrón, ¿a qué diferencia de potencial electrostático habrá que someterlo? Haz un dibujo mostrando hacia dónde se desplaza el electrón y las dos placas, positiva y negativa, entre las que se introduce la diferencia de potencial electrostático. (1 punto)

Datos: constante de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s; carga del electrón: $q_e = -1,60 \cdot 10^{-19}$ C; masa del electrón: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; 1 eV = $1,60 \cdot 10^{-19}$ J.

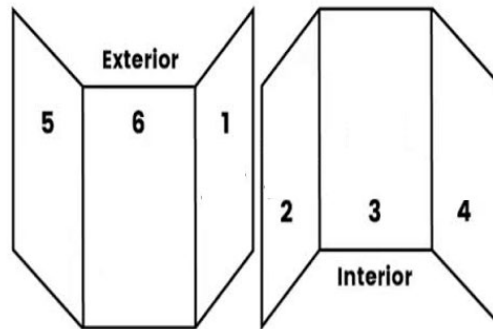
6. (2,5 puntos) Un elefante se balanceaba verticalmente sobre la tela de una araña de forma que describía un M.A.S.. Si el elefante tiene una masa de 2200 kg y realiza una oscilación completa cada 13 s,
- Calcula la constante elástica de la tela de araña. (1 punto) Si el estiramiento máximo es de 80 cm, ¿cuál es la fuerza elástica máxima que sufrirá el elefante? (1 punto)
 - Haz un gráfico de posición en función del tiempo, indicando las magnitudes que consideres importantes y sus unidades. (0,5 puntos)
7. (2,5 puntos) Disponemos de una lente divergente de focal $f' = -30$ cm,
- Determina la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 2,5 cm de altura situado a 50 cm de la lente (1 punto) y haz un trazado de rayos del problema (0,75 puntos).
 - ¿Cuál es la potencia de la lente? (0,75 puntos)
8. (2,5 puntos) Se pretende afinar una guitarra eléctrica en "Re vago" de forma que en la sexta cuerda suene un Re, cuya frecuencia es 293,66 Hz. La longitud de la cuerda es de 79 cm. Si Re es el armónico fundamental,
- ¿A qué velocidad se desplazarán las ondas viajeras en la cuerda? (0,75 puntos)
 - ¿Qué frecuencia tendrá el siguiente armónico? (0,75 puntos) ¿A qué tensión deberá estar sometida la cuerda si su densidad lineal es de $3,99 \cdot 10^{-4}$ kg/m? (1 punto)

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El estudiante deberá elegir un máximo de 4 preguntas a su elección. No es necesario que elija una pregunta de cada bloque. La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado. Si el estudiante ha contestado a más de 4 preguntas, no habiendo tachado claramente todas ellas menos 4, se corregirán aquellas que aparezcan por orden según la numeración de páginas del alumno. De no haber numeración en las páginas se tendrá en cuenta lo siguiente:

Elementos de un Tríptico



Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes apartados. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Si no se pide explícitamente en el enunciado no es necesario realizar una gráfica, aunque en algunos casos puede ayudar a resolver el problema con más facilidad. Cuando se trata de una cuestión práctica no es necesario hacer una introducción teórica previa a la resolución del ejercicio.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto. Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente lo siguiente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

La falta de unidades en cualquier resultado, sea final o intermedio conllevará una penalización de 0,2 puntos por cada falta.

1. (2,5 puntos) El planeta Marte tiene dos satélites naturales, Fobos y Deimos. El radio orbital de Fobos es de 12767 km
- Obtén el periodo orbital de Fobos. (0,75 puntos)
 - Utiliza la tercera ley de Kepler para obtener el periodo orbital de Deimos, cuyo radio orbital es de 26950 km. (1 punto).
 - Calcula la velocidad de escape de un cuerpo de la superficie de Fobos, suponiendo que no está sujeto a la atracción de Marte. (0,75 puntos).
- Datos: masa de Marte: $M_{Marte} = 6,39 \cdot 10^{23}$ kg, constante de gravitación universal: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg², masa de Fobos: $M_{Fobos} = 1,08 \cdot 10^{16}$ kg.**

Solución:

- Obtén el periodo orbital de Fobos.
Plantear correctamente la ecuación (0,5 puntos) y obtener el resultado correcto (0,25 puntos).

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4 \pi^2}{G M_{Marte}} \rightarrow T = \sqrt{\frac{4 \pi^2 r^3}{G M_{Marte}}} = 43903 \text{ s} = 12,19 \text{ h}$$

- Utiliza la tercera ley de Kepler para obtener el periodo orbital de Deimos, cuyo radio orbital es de 23560 km.
Plantear correctamente la ecuación (0,75 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$\frac{T_D^2}{r_D^3} = \frac{T_F^2}{r_F^3} \rightarrow T_D = T_F \sqrt{\frac{r_D^3}{r_F^3}} = 134647,7 \text{ s} = 37,4 \text{ h}$$

- Calcula la velocidad de escape de un cuerpo de la superficie de Fobos, suponiendo que no está sujeto a la atracción de Marte.
Plantear la ecuación correctamente (0,5 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$v_e = \sqrt{\frac{2 G M_{Fobos}}{R_F}} = 0,82 \text{ m/s}$$

2. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:
- Describe el concepto de potencial gravitatorio y da su expresión para una masa puntual a una distancia r . (0,75 puntos)
 - Calcula las energías cinética y mecánica del satélite marciano Fobos. (1,75 puntos)
- Datos: masa de Marte: $M_{Marte} = 6,39 \cdot 10^{23}$ kg, masa de Fobos: $M_{Fobos} = 1,08 \cdot 10^{16}$ kg, radio orbital de Fobos: $r_{Fobos} = 9377$ km, constante de gravitación universal: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg².**

Solución:

- Describe el concepto de potencial gravitatorio y da su expresión para una masa puntual a una distancia r .
Puntuación a criterio del corrector. A modo orientativo puede tenerse en cuenta lo siguiente:
El potencial gravitatorio en un punto es el trabajo que debe realizar una fuerza para desplazar la unidad de masa sometida al campo gravitatorio desde el infinito hasta el punto. Para una masa puntual, la expresión es:

$$V = - \frac{G m}{r}$$

- Calcula las energías cinética y mecánica del satélite marciano Fobos.
Plantear correctamente las ecuaciones (0,5 puntos cada una) y obtener los resultados (0,375 cada uno).

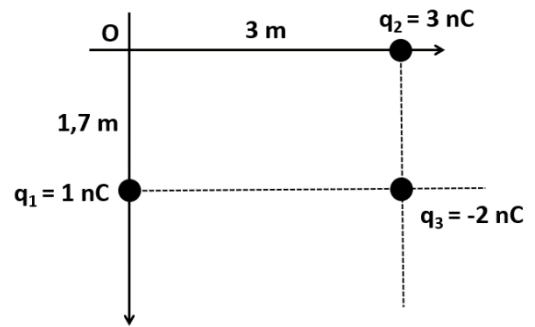
$$E_c = \frac{G M_{Marte} M_{Fobos}}{2 r} = 2,45 \cdot 10^{22} \text{ J}$$

$$E_m = - \frac{G M_{Marte} M_{Fobos}}{2 r} = -2,45 \cdot 10^{22} \text{ J}$$

3. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:

- Explica el concepto de campo eléctrico y da la expresión del campo electrostático producido por una carga puntual q a una distancia r . (0,8 puntos)
- Calcula el vector campo electrostático producido por el sistema de cargas de la figura en el origen de coordenadas. (1,7 puntos)

Datos: constante de Coulomb: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.



Solución:

- Explica el concepto de campo electrostático y da la expresión del campo electrostático producido por una carga puntual q a una distancia r .

Puntuación a criterio del corrector. A modo orientativo puede considerarse lo siguiente:

El campo eléctrico en un punto se define como la fuerza eléctrica que actúa sobre la unidad de carga positiva en ese punto. La expresión del campo generado por una carga puntual q a una distancia r es:

$$\vec{E} = k \frac{q}{r^2} \hat{u}$$

- Calcula el vector campo electrostático producido por el sistema de cargas de la figura en el origen de coordenadas.

Por el cálculo correcto de cada uno de los tres campos (0,4 puntos) y el cálculo final (0,5 puntos)

$$\vec{E}_1 = k \frac{q_1}{r_1^2} \hat{j} = 3,114 \hat{j} \text{ V/m}$$

$$\vec{E}_2 = k \frac{q_2}{r_2^2} \hat{i} = -3 \hat{i} \text{ V/m}$$

$$\vec{E}_3 = k \frac{q_3}{r_3^2} \hat{u}_3 = 1,316 \hat{i} - 0,745 \hat{j} \text{ V/m}$$

$$\vec{E}_T = -1,68 \hat{i} + 2,37 \hat{j} \text{ V/m}$$

4. (2,5 puntos) Las líneas de alta tensión transportan gran cantidad de energía con una corriente relativamente pequeña, minimizando las pérdidas. Si se tienen dos cables separados 1,5 m de distancia por los que circula una corriente de 0,8 A,

- Calcula el módulo de la fuerza por unidad de longitud entre ellos. (0,75 puntos)
- Haz dos esquemas en los cuales se muestren las fuerzas que actúan sobre los cables en el caso de que las corrientes circulen en el mismo sentido y en el caso de que circulen en sentido contrario. (0,75 puntos)
- Si insertamos un tercer cable por el que circulan también 0,8 A de corriente entre los dos primeros, pero a 0,4 m de uno de ellos, ¿Cuál es la máxima fuerza por unidad de longitud que puede sufrir? ¿En qué sentidos circularán las tres corrientes en este caso? (1 punto)

Datos: permeabilidad magnética del vacío: $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb/A} \cdot \text{m}$.

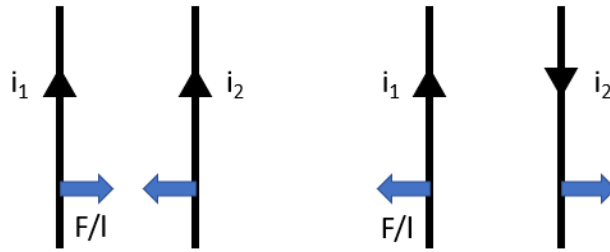
Solución:

- Calcula el módulo de la fuerza por unidad de longitud entre ellos.
Plantear la ecuación correctamente (0,5 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2 \pi d} = 8,53 \cdot 10^{-8} \text{ N/m}$$

- Haz dos esquemas en los cuales se muestren las fuerzas que actúan sobre los cables en el caso de que las corrientes circulen en el mismo sentido y en el caso de que circulen en sentido contrario.

Puntuación a criterio del corrector. Los esquemas correctos son los siguientes:



- c) Si insertamos un tercer cable por el que circulan también 0,8 A de corriente entre los dos primeros, pero a 0,4 m de uno de ellos, ¿Cuál es la máxima fuerza por unidad de longitud que puede sufrir? ¿En qué sentidos circularán las tres corrientes en este caso? Plantear el problema a resolver correctamente (0,5 puntos), obtener la fuerza por unidad de longitud sobre el tercer cable (0,25 puntos) y dar el sentido de las corrientes (0,25 puntos)

Para que la fuerza sea máxima, ambas corrientes deben ejercer fuerza en el mismo sentido. Para que esto ocurra entre ellas, deben circular en sentidos contrarios. La fuerza por unidad de longitud será:

$$\frac{F}{l} = i_3((\mu_0 i_1)/(2 \pi d_1) + (\mu_0 i_2)/(2 \pi d_2)) = 4,36 \cdot 10^{-7} \text{ N/m}$$

5. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:
- Enuncia y explica la hipótesis de De Broglie. (0,5 puntos)
 - Un electrón se acelera de forma que adquiere una energía cinética de 980 eV. ¿Cuál es la longitud de onda asociada al electrón? (1 punto)
 - Si se desea frenar el electrón, ¿a qué diferencia de potencial electrostático habrá que someterlo? Haz un dibujo mostrando hacia dónde se desplaza el electrón y las dos placas, positiva y negativa, entre las que se introduce la diferencia de potencial electrostático. (1 punto)
- Datos: constante de Planck: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; carga del electrón: $q_e = -1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; masa del electrón: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.**

Solución:

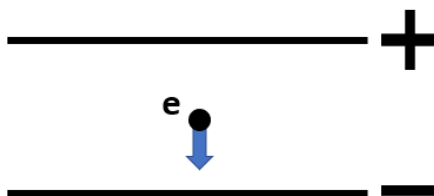
- Enuncia y explica la hipótesis de De Broglie.
Puntuación a criterio del corrector. A modo de ejemplo puede considerarse lo siguiente:
Toda la materia presenta características tanto ondulatorias como corpusculares, dependiendo del experimento realizado.
- Un electrón se acelera de forma que adquiere una energía cinética de 980 eV. ¿Cuál es la longitud de onda asociada al electrón?
Plantear la ecuación correctamente (0,7 puntos) y obtener el resultado (0,4 puntos). Por los cálculos intermedios se podrá puntuar hasta 0,5 puntos.

$$\lambda = \frac{h}{m_e \sqrt{\frac{2 E_c}{m_e}}} = 3,92 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

- Si se desea frenar el electrón, ¿a qué diferencia de potencial electrostático habrá que someterlo? Haz un dibujo mostrando hacia dónde se desplaza el electrón y las dos placas, positiva y negativa, entre las que se introduce la diferencia de potencial electrostático.
Plantear la ecuación correcta (0,5 puntos), obtener el resultado (0,25 puntos) y hacer el dibujo correctamente (0,25 puntos).

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = q \Delta V \rightarrow \Delta V = \frac{1}{2 q} m_e v^2 = 980 \text{ V}$$

El estudiante ha podido contestar -980 V y debe considerarse correcto.



6. (2,5 puntos) Un elefante se balanceaba verticalmente sobre la tela de una araña de forma que describía un M.A.S.. Si el elefante tiene una masa de 2200 kg y realiza una oscilación completa cada 13 s,
- Calcula la constante elástica de la tela de araña. (1 punto) Si el estiramiento máximo es de 80 cm, ¿cuál es la fuerza elástica máxima que sufrirá el elefante? (1 punto)
 - ¿Haz un gráfico de posición en función del tiempo, indicando las magnitudes que consideres importantes y sus unidades. (0,5 puntos)

Solución:

- Calcula la constante elástica de la tela de araña.
Plantear correctamente la ecuación (0,75 puntos) y obtener el resultado correcto (0,25 puntos).

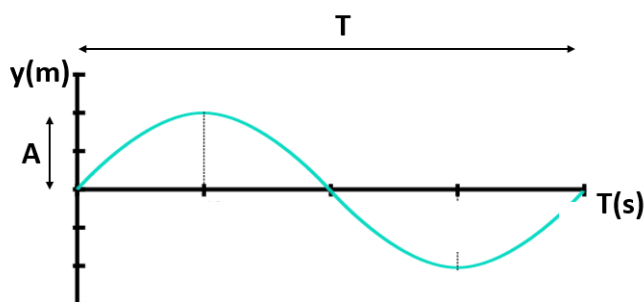
$$\omega^2 = \frac{k}{m} \rightarrow k = m \omega^2 = 513,92 \text{ N/m}$$

Si el estiramiento máximo es de 80 cm, ¿cuál es la fuerza elástica máxima que sufrirá el elefante?
Plantear la ecuación correctamente (0,75 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$F = k x_{\text{máx}} = 411,13 \text{ N}$$

También puede calcularse como $F = m a_{\text{máx}}$ y debe contarse como correcto.

- ¿Haz un gráfico de posición en función del tiempo, indicando las magnitudes que consideres importantes y sus unidades.
Puntuación a criterio del corrector. El gráfico correcto es el siguiente:



Como no se indica el punto inicial, el gráfico puede estar desplazado en horizontal y se debe contar como correcto.

7. (2,5 puntos) Disponemos de una lente divergente de focal $f' = -30 \text{ cm}$,
- Determina la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 2,5 cm de altura situado a 50 cm de la lente (1 punto) y haz un trazado de rayos del problema (0,75 puntos).
 - ¿Cuál es la potencia de la lente? (0,75 puntos)

Solución:

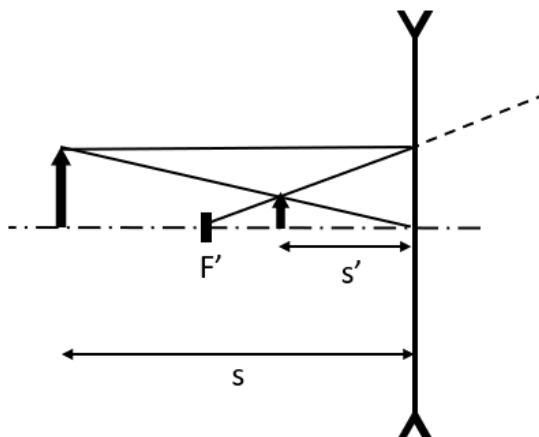
- Determina la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 2,5 cm de altura situado a 50 cm de la lente
Plantear las ecuaciones correctamente (0,3 puntos cada una) y obtener los resultados correctos (0,2 puntos cada uno).

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow s' = -18,75 \text{ cm}$$

$$y' = y \frac{s'}{s} = 0,9375 \text{ cm}$$

y haz un trazado de rayos del problema.

Puntuación a criterio del corrector. El trazado de rayos correcto es el siguiente:



b) ¿Cuál es la potencia de la lente?

Plantear bien la ecuación (0,5 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$P = \frac{1}{f'} = -3,33 \text{ m}^{-1} \text{ (o Dioptrías)}$$

8. (2,5 puntos) Se pretende afinar una guitarra eléctrica en “Re vago” de forma que en la sexta cuerda suene un Re, cuya frecuencia es 293,66 Hz. La longitud de la cuerda es de 79 cm. Si Re es el armónico fundamental,

a) ¿A qué velocidad se desplazarán las ondas viajeras en la cuerda? (0,75 puntos)

b) ¿Qué frecuencia tendrá el siguiente armónico? (0,75 puntos) ¿A qué tensión deberá estar sometida la cuerda si su densidad lineal es de $3,99 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}$? (1 punto)

Solución:

a) ¿A qué velocidad se desplazarán las ondas viajeras en la cuerda?

Plantear la ecuación correcta (0,5 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$v = \lambda f = 2 L f = 464 \text{ m/s}$$

b) ¿Qué frecuencia tendrá el siguiente armónico?

Plantear el cálculo o razonarlo (0,5 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos). Como es sencillo, se podrá puntuar completo si sólo dan el resultado.

$$f_1 = 2 f_0 = 587,32 \text{ Hz}$$

¿A qué tensión deberá estar sometida la cuerda si su densidad lineal es de $3,99 \cdot 10^{-4} \text{ kg/m}$?

Plantear la ecuación correcta (0,75 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \rightarrow T = v^2 \mu = 85,89 \text{ N}$$

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Se debe contestar como máximo a 4 de las 8 preguntas. La puntuación está indicada en cada apartado.

1. (2,5 puntos) El satélite meteorológico *Flexible Combined Imager*, con una masa de 2000 kg, fue lanzado por la Agencia Europea del Espacio el 13 de diciembre de 2022 y está revolucionando la predicción meteorológica en Europa.

- a) ¿Qué energía hubo que transmitirle para ponerlo en órbita circular a una altitud de 36.000 km, despreciando la energía cinética inicial? (1 punto)
b) ¿Cuáles serán su velocidad y su periodo una vez en órbita? (1,5 puntos)

Datos: constante de gravitación universal: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, radio de la Tierra: $R_T = 6370 \text{ km}$, masa de la Tierra: $M_T = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

2. (2,5 puntos) El astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler enunció sus tres famosas leyes en 1609 (las dos primeras) y 1619 (la tercera).

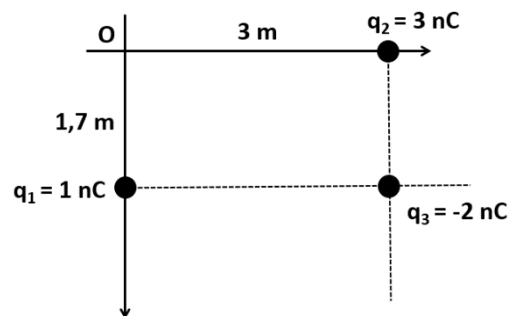
- a) Enuncia y explica las tres leyes de Kepler. Indica qué magnitudes están involucradas y cuáles son sus unidades. (1 punto)
b) Utiliza la tercera Ley de Kepler para calcular la masa de la Tierra, sabiendo que la Luna tarda 27,32 días en dar una vuelta completa a la Tierra y que su radio orbital promedio es de 384.402 km. (1,5 puntos)

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

3. (2,5 puntos)

- a) Explica el concepto de potencial electrostático y da la expresión del potencial electrostático producido por una carga puntual q a una distancia d . (0,5 puntos)
b) Calcula el potencial electrostático producido en el origen de coordenadas por el sistema de cargas de la figura. (1 punto)
c) Si quisiera anular el potencial electrostático en el origen, ¿a qué distancia del mismo debería colocar una carga de -1 nC ? (1 punto)

Datos: constante de Coulomb: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, $1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$.



4. (2,5 puntos) El núcleo de la Tierra está formado en parte por metales ferromagnéticos fundidos, a cuyo movimiento debemos el campo magnético terrestre, que en el ecuador tiene un valor de $40 \mu\text{T}$. Si se lanza un catión de Helio (He^{2+}) perpendicular al campo magnético a una velocidad de 540 m/s ,

- a) Explica el tipo de trayectoria que seguirá el catión despreciando la influencia gravitatoria. (0,75 puntos)
b) Calcula el radio de curvatura de la trayectoria. (1 punto)
c) Si el campo magnético terrestre cesase de repente, ¿qué trayectoria seguiría el núcleo de Helio, si se sigue despreciando la atracción gravitatoria? (0,75 puntos)

Datos: masa del núcleo de Helio: $m_{\text{núcleo}} = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, carga del protón: $q_{\text{protón}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $1 \mu\text{T} = 10^{-6} \text{ T}$.

5. (2,5 puntos) En 1949, el químico Willard Libby se interesó por la antigüedad que tenía nuestro planeta y descubrió que el carbono 14 podía convertirse en un método de datación.

- a) Describe en qué consiste el método del carbono 14 (0,75 puntos) y obtén su vida media si su periodo de semidesintegración es de 5730 años. (1 punto)
b) ¿Cuál es la edad de un fósil en el que la actividad radiactiva del carbono 14 es un 15% de la inicial? (0,75 puntos)

6. (2,5 puntos) El umbral de dolor sonoro para el oído humano es de 120 decibelios (dB).
- a) Define el concepto de decibelio. (0,5 puntos)
 - b) ¿A qué intensidad sonora, medida en W/m^2 , corresponde el valor de 120 dB? (1 punto).
 - c) Si el motor de un avión a reacción emite una potencia de 10^6 W distribuida por igual en todas las direcciones del espacio, ¿a qué distancia mínima debemos situarnos para no sentir dolor en los oídos? (1 punto).

Datos: intensidad sonora umbral: $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

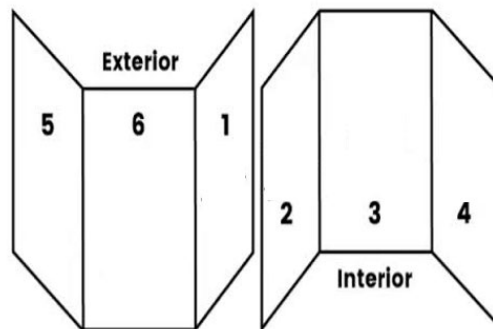
7. (2,5 puntos) Se dispone de un espejo cóncavo de focal 80 mm extraído de un pequeño telescopio.
- a) Muestra mediante un trazado de rayos, dónde se formará la imagen de un objeto situado a 15 cm del vértice del espejo y de qué tipo será: ¿real o virtual?; ¿derecha o invertida? (0,5 puntos)
 - b) ¿Qué aumento proporcionará el espejo con el objeto a la citada distancia? (1 punto)
 - c) Si sustituimos el espejo cóncavo por uno convexo con la misma focal, ¿Cuál sería el resultado del apartado b)? (1 punto)
8. (2,5 puntos) Un método usado para pesar a los astronautas consiste en hacerles oscilar verticalmente sobre un muelle de forma que, conociendo la constante elástica, se puede determinar la masa del astronauta.
- a) Si el periodo de oscilación del muelle, supuesto ideal, con una silla anclada de 29,7 kg es de 3,5 s, calcula la constante elástica del muelle. (1 punto)
 - b) ¿Cuál será la masa del astronauta sentado en la silla si el periodo de oscilación se duplica al hacerlo oscilar con el astronauta sentado en la silla? (1,5 puntos)

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El estudiante deberá elegir un máximo de 4 preguntas a su elección. No es necesario que elija una pregunta de cada bloque. La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado. Si el estudiante ha contestado a más de 4 preguntas, no habiendo tachado claramente todas ellas menos 4, se corregirán aquellas que aparezcan por orden según la numeración de páginas del alumno. De no haber numeración en las páginas se tendrá en cuenta lo siguiente:

Elementos de un Tríptico



Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes apartados. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Si no se pide explícitamente en el enunciado no es necesario realizar una gráfica, aunque en algunos casos puede ayudar a resolver el problema con más facilidad. Cuando se trata de una cuestión práctica no es necesario hacer una introducción teórica previa a la resolución del ejercicio.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto. Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente lo siguiente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

La falta de unidades en cualquier resultado, sea final o intermedio conllevará una penalización de 0,2 puntos por cada falta.

1. (2,5 puntos) El satélite meteorológico *Flexible Combined Imager*, con una masa de 2000 kg, fue lanzado por la Agencia Europea del Espacio el 13 de diciembre de 2022 y está revolucionando la predicción meteorológica en Europa.

a) ¿Qué energía hubo que transmitirle para ponerlo en órbita circular a una altitud de 36.000 km? (1 punto)

b) ¿Cuáles serán su velocidad y su periodo una vez en órbita? (1,5 puntos)

Datos: constante de gravitación universal: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, radio de la Tierra: $R_T = 6370 \text{ km}$, masa de la Tierra: $M_T = 5,972 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Solución:

a) ¿Qué energía hubo que transmitirle para ponerlo en órbita circular a una altitud de 36.000 km? Plantear la ecuación correctamente (0,75 puntos). Obtener el resultado correcto (0,25 puntos).

$$\Delta E = E_{orb} - E_{sup} = -\frac{G M_T m}{2(R_T + h)} + \frac{G M_T m}{R_T} = 1,15 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

b) ¿Cuáles serán su velocidad y su periodo una vez en órbita?

Plantear bien la ecuación (0,5 puntos) y obtener el resultado correcto (0,25 puntos).

$$v = \sqrt{\frac{G M_T}{R_T + h}} = 3066,15 \text{ m/s}$$

Plantear bien la ecuación (0,5 puntos) y obtener el resultado correcto (0,25 puntos).

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4 \pi^2}{G M_T} \rightarrow T = \sqrt{\frac{4 \pi^2 (R_T + h)^3}{G M_T}} = 86840 \text{ s} = 24,12 \text{ h}$$

O también como $v = \frac{2 \pi (R_T + h)}{T} \rightarrow T = \frac{2 \pi (R_T + h)}{v}$

2. (2,5 puntos) El astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler enunció sus tres famosas leyes en 1609 (las dos primeras) y 1619 (la tercera).

a) Enuncia y explica las tres leyes de Kepler. Indica qué magnitudes están involucradas en la tercera ley y cuáles son sus unidades. (1 punto)

b) Utiliza la tercera Ley de Kepler para calcular la masa de la Tierra, sabiendo que la Luna tarda 27,32 días en dar una vuelta completa a la Tierra y que su radio orbital promedio es de 384.402 km. (1,5 puntos)

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

Solución:

a) Enuncia y explica las tres leyes de Kepler. Indica qué magnitudes están involucradas y cuáles son sus unidades.

Puntuación a criterio del corrector. De forma orientativa se puede seguir lo siguiente:

Enunciar las tres leyes (0,75 puntos) e indicar las magnitudes y unidades (0,25 puntos).

Las tres leyes de Kepler son:

- Todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas. El Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse.
- El radio vector que une un planeta y el Sol recorre áreas iguales en tiempos iguales.
- Para cualquier planeta, el cuadrado de su periodo orbital es directamente proporcional al cubo de la longitud del semieje mayor de su órbita elíptica.

La tercera ley puede escribirse de esta manera:

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4 \pi^2}{G M}$$

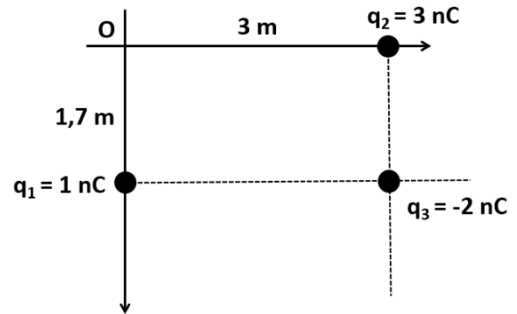
donde T es el periodo orbital (segundos en el SI), r es el radio orbital (metros en el SI), G es la constante de gravitación universal ($\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ en el SI) y M es la masa del astro que genera la rotación (kg en el SI).

- b) Utiliza la tercera Ley de Kepler para calcular la masa de la Tierra, sabiendo que la Luna tarda 27,32 días en dar una vuelta completa a la Tierra y que su radio orbital promedio es de 384.402 km. Establecer correctamente la ecuación necesaria (0,75 puntos) y obtener el resultado final (0,75 puntos).

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} \rightarrow M_T = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = 5,99 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

3. (2,5 puntos)

- a) Explica el concepto de potencial electrostático en un punto y da la expresión del potencial electrostático producido por una carga puntual q a una distancia d . (0,5 puntos)
- b) Calcula el potencial electrostático producido en el origen de coordenadas por el sistema de cargas de la figura. (1 punto)
- c) Si quisiera anular el potencial electrostático en el origen, ¿a qué distancia del mismo debería colocar una carga de -1 nC ? (1 punto)



Datos: constante de Coulomb: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$, $1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$.

Solución:

- a) Explica el concepto de potencial electrostático y da la expresión del potencial electrostático producido por una carga puntual q a una distancia d .
Puntuación a criterio del corrector. De forma orientativa puede tenerse en cuenta lo siguiente:
El potencial electrostático en un punto es el trabajo realizado para trasladar la unidad de carga positiva desde el infinito hasta un punto. La expresión para el potencial electrostático debido a una carga q a una distancia d es:

$$V = K \frac{q}{d}$$

- b) Calcula el potencial electrostático producido en el origen de coordenadas por el sistema de cargas de la figura.
Escribir correctamente la ecuación como suma algebraica de los potenciales individuales (0,75 puntos) y obtener el resultado correcto (0,25 puntos).

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 = 9,08 \text{ V}$$

- c) Si quisiera anular el potencial electrostático en el origen, ¿a qué distancia del mismo debería colocar una carga de -1 nC ?
Plantear correctamente la ecuación (0,75 puntos) y obtener el resultado correcto (0,25 puntos).
Debería contrarrestar el potencial generado por el resto de cargas, con lo que

$$d = K \frac{q}{V_T} = 0,99 \text{ m}$$

4. (2,5 puntos) El núcleo de la Tierra está formado en parte por metales ferromagnéticos fundidos, a cuyo movimiento debemos el campo magnético terrestre, que en el ecuador tiene un valor de $40 \mu\text{T}$. Si se lanza un catión de Helio (He^{2+}) perpendicular al campo magnético a una velocidad de 540 m/s ,
- a) Explica el tipo de trayectoria que seguirá el catión despreciando la influencia gravitatoria. (0,75 puntos)
- b) Calcula el radio de curvatura de la trayectoria. (1 punto)
- c) Si el campo magnético terrestre cesase de repente, ¿qué trayectoria seguiría el núcleo de Helio? Razona la respuesta. (0,75 puntos)

Datos: masa del núcleo de Helio: $m_{\text{núcleo}} = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$, carga del protón: $q_{\text{protón}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $1 \mu\text{T} = 10^{-6} \text{ T}$.

Solución:

a) Explica el tipo de trayectoria que seguirá el catión despreciando la influencia gravitatoria.
Puntuación a criterio del corrector. De forma orientativa puede tenerse en cuenta lo siguiente:
La fuerza magnética ejercida por un campo magnética sobre una carga puntual es central, con lo que la trayectoria será circular.

b) Calcula el radio de curvatura de la trayectoria.
Plantear la ecuación correctamente (0,75 puntos) y obtener el resultado correcto (0,25 puntos).

$$F = m a = q v B \rightarrow m \frac{v^2}{R} = q v B \rightarrow R = \frac{m v}{2 q_{\text{protón}} B} = 0,28 \text{ m}$$

c) Si el campo magnético terrestre cesase de repente, ¿qué trayectoria seguiría el núcleo de Helio?
Razona la respuesta.

Puntuación a criterio del corrector. De forma orientativa puede tenerse en cuenta lo siguiente: al desaparecer el campo, desaparece la fuerza y también la aceleración normal. El núcleo se desplazaría en línea recta partiendo del punto y dirección en la que estuviera cuando cese el campo magnético.

5. (2,5 puntos) En 1949, el químico Willard Libby se interesó por la antigüedad que tenía nuestro planeta y descubrió que el carbono 14 podía convertirse en un método de datación.

a) Describe en qué consiste el método del carbono 14 (0,75 puntos) y obtén su vida media si su periodo de semidesintegración es de 5730 años. (1 punto)

b) ¿Cuál es la edad de un fósil en el que la actividad radiactiva del carbono 14 es un 15% de la inicial? (0,75 puntos)

Solución:

a) Describe en qué consiste el método del carbono 14

Puntuación a criterio del corrector. De forma orientativa puede tenerse en cuenta lo siguiente:
El método consiste en medir la cantidad de isótopos de carbono 14 presentes en la muestra. Estos isótopos se generan constantemente en la atmósfera y son absorbidos por las plantas que después son ingeridas por los animales. El isótopo no es estable y su cantidad decae con el tiempo, con lo que viendo la proporción de isótopos en una muestra se puede datar.

y obtén su vida media si su periodo de semidesintegración es de 5730 años.

Plantear las ecuaciones correctamente (0,6 puntos) y obtener los resultados correctos (0,4 puntos).

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ años}^{-1}$$

b) ¿Cuál es la edad de un fósil en el que la actividad radiactiva del carbono 14 es un 15% de la inicial?
Plantear correctamente la ecuación (0,5 puntos) y obtener el resultado correcto (0,25 puntos).

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \rightarrow t = -\frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = 15682,8 \text{ años}$$

6. (2,5 puntos) El umbral de dolor sonoro para el oído humano es de 120 decibelios (dB).

a) Define el concepto de decibelio. (0,5 puntos)

b) ¿A qué intensidad sonora, medida en W/m^2 , corresponde el valor de 120 dB? (1 punto).

c) Si el motor de un avión a reacción emite una potencia de 10^6 W distribuida por igual en todas las direcciones del espacio, ¿a qué distancia mínima debemos situarnos para no sentir dolor en los oídos? (1 punto).

Datos: intensidad sonora umbral: $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

Solución:

a) Define el concepto de decibelio.

Puntuación a criterio del corrector. De forma orientativa puede tenerse en cuenta lo siguiente:

El decibelio (de intensidad sonora) es una unidad logarítmica utilizada para medir la intensidad de un sonido tomando como referencia el umbral auditivo del oído humano.

- b) ¿A qué intensidad sonora, medida en W/m^2 , corresponde el valor de 120 dB?
Plantear correctamente la ecuación (0,75 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$I = I_0 10^{-\beta/10} = 1 W/m^2$$

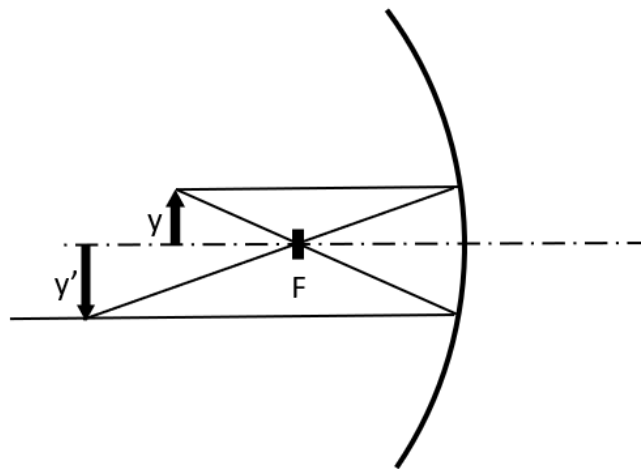
- c) Si el motor de un avión a reacción emite una potencia de $10^6 W$ distribuida por igual en todas las direcciones del espacio, ¿a qué distancia mínima debemos situarnos para no sentir dolor en los oídos?
Plantear la ecuación correctamente (0,75 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4 \pi r^2} \rightarrow r = \sqrt{\frac{P}{4 \pi I}} = 282 m$$

7. (2,5 puntos) Se dispone de un espejo cóncavo de focal 80 mm extraído de un pequeño telescopio.
- Muestra mediante un trazado de rayos, dónde se formará la imagen de un objeto situado a 15 cm del vértice del espejo y de qué tipo será: ¿real o virtual?; ¿derecha o invertida? (0,5 puntos)
 - ¿Qué aumento proporcionará el espejo con el objeto a la citada distancia? (1 punto)
 - Si sustituimos el espejo cóncavo por uno convexo con la misma focal, ¿Cuál sería el resultado del apartado b)? (1 punto)

Solución:

- a) Muestra mediante un trazado de rayos, dónde se formará la imagen de un objeto situado a 15 cm del vértice del espejo y de qué tipo será: ¿real o virtual?; ¿derecha o invertida?
Puntuación a criterio del corrector. El trazado de rayos correcto es el siguiente:



La imagen será invertida, real y más grande que el objeto.

- b) ¿Qué aumento proporcionará el espejo con el objeto a la citada distancia?
Plantear las ecuaciones correctamente (0,3 puntos cada una) y obtener el resultado (0,2 puntos cada uno).

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \rightarrow s' = -0,17 m$$

$$m_L = \frac{-s'}{s} = -1,14$$

- c) Si sustituimos el espejo cóncavo por uno convexo con la misma focal, ¿Cuál sería el resultado del apartado b)?
Plantear las ecuaciones correctamente (0,3 puntos cada una) y obtener el resultado (0,2 puntos cada uno).

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \rightarrow s' = 0,052 \text{ m}$$

$$m_L = \frac{-s'}{s} = 0,35$$

8. (2,5 puntos) Un método usado para pesar a los astronautas consiste en hacerles oscilar verticalmente sobre un muelle de forma que, conociendo la constante elástica, se puede determinar la masa del astronauta.
- a) Si el periodo de oscilación del muelle con una silla anclada de 29,7 kg es de 3,5 s, calcula la constante elástica del muelle. (1 punto)
- b) ¿Cuál será la masa del astronauta sentado en la silla si el periodo de oscilación se duplica? (1,5 puntos)

Solución:

- a) Si el periodo de oscilación del muelle con una silla anclada de 29,7 kg es de 3,5 s, calcula la constante elástica del muelle.
Plantear correctamente la ecuación (0,75 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow k = m \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = 95,71 \text{ N/m}$$

- b) ¿Cuál será la masa del astronauta sentado en la silla si el periodo de oscilación se duplica?
Plantear la ecuación correctamente (0,5 puntos). Si obtiene la masa conjunta del astronauta y silla (0,75 puntos) y además si obtiene la masa del astronauta (0,25 puntos).

$$m_T = \frac{k}{\omega^2} = 118,79 \text{ kg} \rightarrow m_a = 89,1 \text{ kg}.$$

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

1. (2,5 puntos) Se desea colocar en órbita circular un satélite geoestacionario de forma que una vez en su órbita parezca inmóvil en el cielo para un observador en la Tierra.
- ¿A qué distancia del centro de la Tierra debe ponerse en órbita el satélite para que esto ocurra? (1 punto).
 - ¿Cuánta energía se le debe proporcionar para ponerlo en órbita desde la superficie de la Tierra si el satélite tiene una masa de 120 kg? Despreciar la energía cinética inicial debida a la rotación de la Tierra. (0,75 puntos).
 - Escribe la expresión de la energía potencial gravitatoria del satélite una vez en órbita, explicando cada una de sus variables y sus unidades. (0,75 puntos).

Datos: Masa de la Tierra: $5,972 \times 10^{24}$ kg; cte. de Gravitación universal: $6,67 \times 10^{-11}$ N m²/kg²; radio de la Tierra: 6371 km; periodo de rotación de la Tierra: 1 día.

2. (2,5 puntos) Suponiendo que la Luna traza una órbita circular alrededor de la Tierra de radio $3,84 \times 10^8$ m,
- Deduca la 3ª ley de Kepler aplicando la dinámica newtoniana al caso de órbitas circulares. (0,5 puntos).
 - ¿Calcula la velocidad orbital y el periodo de la órbita lunar? (1,2 puntos).
 - Si la Luna tuviera el doble de masa y orbitara a la misma distancia, ¿Cuál sería el periodo de la órbita? Justifica la respuesta. (0,8 puntos).

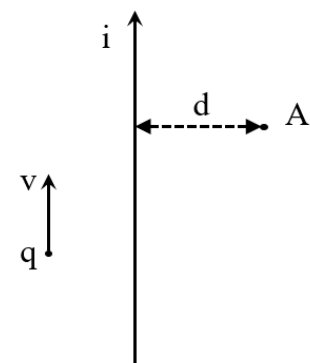
Datos: Masa de la Tierra: $5,972 \times 10^{24}$ kg; cte. de Gravitación universal: $6,67 \times 10^{-11}$ N m²/kg²;

3. (2,5 puntos) Una partícula de masa $m = 3,2 \times 10^{-15}$ kg y cargada con $q = 3$ mC es acelerada desde el reposo haciendo uso de un campo electrostático uniforme de $E_1 = 325$ V/m a lo largo de 3 metros.
- ¿A qué velocidad saldrá la partícula del campo electrostático? (1 punto).
 - Seguidamente, entra en otro campo electrostático de magnitud $E_2 = 125$ V/m y sentido opuesto al primero. ¿Cuánta distancia recorrerá hasta detenerse? (1 punto).
 - Describe la expresión de la fuerza electrostática entre dos cargas puntuales y explica sus magnitudes y unidades. (0,5 puntos).

4. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:

- Explica las similitudes y diferencias entre la fuerza electrostática y la fuerza de Lorentz. (0,75 puntos).
- Dibuja el campo magnético generado por la corriente de la figura en el punto A. ¿Se acerca o aleja del lector? Calcula su valor para una corriente de 3 A, a $d=1$ metro de distancia? (1 punto).
- Dibuja la fuerza que actúa sobre la carga $+q$ de la figura cuando se desplaza a velocidad v . (0,75 puntos).

Datos: Permeabilidad magnética del vacío: $\mu_0=1,257 \times 10^{-6}$ T m /A.



5. (2,5 puntos) La siguiente ecuación describe un Movimiento Armónico Simple de una masa de 2 kg colgada de un muelle, $A(t) = 5 \sin(14\pi t - \pi/2)$, expresada en milímetros.
- Obtén la frecuencia angular y el periodo de la oscilación. (1 punto).
 - ¿En qué momento o momentos del movimiento adquirirá su velocidad máxima? Calcúlala. (0,75 puntos).
 - Obtén la energía mecánica del oscilador para el punto en el que la velocidad es máxima. (0,75 puntos).
6. (2,5 puntos) Un haz de luz incide en la superficie de separación entre aire y aceite con un ángulo de 30° . Si el ángulo del rayo que penetra en el aceite es de 21° ,
- Determina el índice de refracción del aceite. (1 punto).
 - Explica el significado físico del índice de refracción. (0,5 puntos).
 - Si debajo del aceite hay agua ($n_{\text{agua}}=1,33$), ¿Con qué ángulo se refractará? (1 punto).
7. (2,5 puntos) Se desea capturar una imagen de un objeto situado a 80 cm usando una lente delgada convergente de distancia focal $f=120$ mm.
- Haz un trazado de rayos de la lente, un objeto y su imagen en el que queden claramente dibujados y anotados todos los elementos y distancias involucradas. (1 punto).
 - ¿A qué distancia de la lente se formará la imagen del objeto? (0,75 puntos).
 - Si la altura del objeto es de 15 cm, ¿Cuál será su altura en el plano imagen? (0,75 puntos).
8. (2,5 puntos) Si al cabo de 30 días, la actividad radiactiva de cierto elemento ha descendido un 20%,
- ¿Cuál es la constante de desintegración, λ ? (0,75 puntos).
 - ¿Cuál es el periodo de semidesintegración? (0,75 puntos).
 - Explica la Ley de desintegración radiactiva. (1 punto).

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El estudiante deberá elegir un máximo de 4 preguntas a su elección. No es necesario que elija una pregunta de cada bloque. La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Si no se pide explícitamente en el enunciado no es necesario realizar una gráfica, aunque en algunos casos puede ayudar a resolver el problema con más facilidad. Cuando se trata de una cuestión práctica no es necesario hacer una introducción teórica previa a la resolución del ejercicio.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto. Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

Si un resultado se muestra sin unidades o son incorrectas, se restarán 0,25 puntos.

Véase cada apartado para el reparto de puntuación

1. (2,5 puntos) *Se desea colocar en órbita circular un satélite geoestacionario de forma que una vez en su órbita parezca inmóvil en el cielo para un observador en la Tierra.*

a) *¿A qué distancia del centro de la Tierra debe ponerse en órbita el satélite para que esto ocurra?*
(1 punto)

- ✓ El planteamiento se puntuará con 0,5 puntos y la obtención del resultado correcto con 0,5 puntos.

Este apartado puede resolverse al menos de dos maneras y deben tenerse en cuenta las dos.

El periodo de rotación de la Tierra entorno a su eje es de $T = 24 \text{ h} \times 3600 \text{ s} = 86400 \text{ s}$, con lo que la velocidad angular resulta $\omega = 2\pi / T = 7,27 \times 10^{-5} \text{ rad / s}$. Tanto el periodo de la órbita como la velocidad angular del satélite deben ser la misma que los de la Tierra para ser geoestacionario.

Opción 1: aplicamos la 2ª Ley de Newton al movimiento del satélite:

$$\frac{GMm}{r^2} = ma_n = m\omega^2 r, \quad (1)$$

De donde

$$r = \sqrt[3]{\frac{GM}{\omega^2}} = 42,24 \times 10^6 \text{ m} = 42240 \text{ km}. \quad (2)$$

Opción 2: Usando la 3ª Ley de Kepler directamente. $T^2 / r^3 = cte = 4\pi^2 / GM$, aunque realmente es la misma expresión con ambas. No se penalizará si se usa directamente la expresión.

b) ¿Cuánta energía cinética se le debe proporcionar para ponerlo en órbita desde la superficie de la Tierra, si el satélite tiene una masa de 120 kg? (0,75 puntos)

✓ El planteamiento se puntuará con 0,5 puntos y la obtención del resultado correcto con 0,25 puntos.

Se debe aplicar la conservación de la energía mecánica.

$$E_{m,f} = E_{m,i} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{GMm}{r} = E_{c,i} - \frac{GMm}{R_T}, \quad (3)$$

de donde podemos despejar la Energía Cinética inicial

$$E_{c,i} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{GMm}{r} + \frac{GMm}{R_T} = GMm \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{2r} \right) = 6,93 \times 10^9 \text{ J}. \quad (4)$$

c) Escribe la expresión de la energía potencial gravitatoria del satélite una vez en órbita, explicando cada una de sus variables y sus unidades. (0,75 puntos)

✓ Escribir la expresión correctamente (0,25 puntos). Cada una de las magnitudes con sus unidades (0,125 cada una (G, M, m y r)).

$$E_p = -\frac{GMm}{r}, \quad (5)$$

G es la constante de gravitación universal (N·m/kg²), M es la masa de la Tierra (kg), m es la masa del satélite (kg) (o al revés) y r es la distancia del satélite al centro de la Tierra (m).

2. (2,5 puntos) Suponiendo que la Luna traza una órbita circular alrededor de la Tierra de radio $3,84 \times 10^8 \text{ m}$,

a) Deduce la 3ª ley de Kepler aplicando la dinámica newtoniana al caso de órbitas circulares. (0,5 puntos)

✓ Plantear la ecuación (0,25 puntos) y obtener la 3ª ley (0,25 puntos).

$$F = ma \rightarrow \frac{GMm}{r^2} = ma = m\omega^2 r \rightarrow \omega^2 = \frac{GM}{r^3} \left\{ \begin{array}{l} T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} = cte, \\ \omega = \frac{2\pi}{T} \end{array} \right. \quad (6)$$

b) ¿Calcula la velocidad orbital y el periodo de la órbita lunar? (1,2 puntos)

✓ Velocidad orbital (0,6 puntos) y periodo (0,6 puntos).

Aplicamos la 2ª Ley de Newton al movimiento, supuesto circular

$$\frac{GMm}{r^2} = ma_n = m \frac{v^2}{r}, \quad (7)$$

Y despejamos la velocidad

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = 1,02 \times 10^3 \text{ m/s}, \quad (8)$$

Si se calcula a partir de la 3ª Ley de Kepler también se debe contar como correcto.

Por otro lado, el periodo resulta

$$T = \sqrt{4\pi^2 r^3 / GM} = 2,37 \times 10^6 \text{ s} = 658 \text{ h} = 27,41 \text{ días}, \quad (9)$$

c) Si la Luna tuviera el doble de masa y orbitara a la misma distancia, ¿Cuál sería el periodo de la órbita? (0,8 puntos)

✓ Tanto si lo hacen con cálculos como si lo razonan, se les debe contar como correcto.

Sería el mismo, ya que en la 3ª Ley de Kepler no interviene la masa del objeto en órbita (la Luna en este caso).

3. (2,5 puntos) Una partícula de masa $m = 3,2 \times 10^{-15} \text{ kg}$ y cargada con $q = 3 \text{ mC}$ es acelerada desde el reposo haciendo uso de un campo electrostático uniforme de $E_1 = 325 \text{ V/m}$ a lo largo de 3 metros.

a) ¿A qué velocidad saldrá la partícula del campo electrostático? (1 punto)

✓ Planteamiento del apartado completo (0,5 puntos), obtener la aceleración (0,25 puntos) y obtener la velocidad (0,25 puntos).

La fuerza electrostática es la que dotará de aceleración a la partícula. Aplicando la 2ª Ley de Newton al movimiento podemos despejar la aceleración

$$F_e = ma \rightarrow qE = ma \rightarrow a = \frac{qE}{m} = 3,05 \times 10^{14} \text{ m/s}^2, \quad (10)$$

Aplicamos las ecuaciones de cinemática para el movimiento uniformemente acelerado.

$$v_f^2 - v_i^2 = 2ad \rightarrow v_f = \sqrt{2ad + v_i^2} = 4,28 \times 10^7 \text{ m/s}, \quad (11)$$

También se puede hacer por conservación de la energía mecánica y debe contarse como correcto.

b) Seguidamente, entra en otro campo electrostático de magnitud $E_2 = 125 \text{ V/m}$ y sentido opuesto al primero. ¿Cuánta distancia recorrerá hasta detenerse? (1 punto)

- ✓ Planteamiento del apartado completo (0,5 puntos), obtener la aceleración (0,25 puntos) y obtener la distancia (0,25 puntos).

La desaceleración en este caso es de $a = \frac{qE_2}{m} = -1,17 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$ y aplicando las ecuaciones de cinemática

$$2ad = v_f^2 - v_i^2 \rightarrow d = -v_i^2 / 2a = 7,81 \text{ m}, \quad (12)$$

También puede hacerse por conservación de la energía y debe contarse como correcto.

c) Describe la expresión de la fuerza electrostática entre dos cargas puntuales y explica sus magnitudes y unidades. (0,5 puntos)

- ✓ Tienen que decir al menos lo que se muestra a continuación. Por cada omisión o error se restarán 0,1 puntos, hasta un máximo de 0,5 puntos.

$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{r^2} \hat{r}$. La fuerza es proporcional al producto entre sus cargas e inversamente

proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. La dirección es en la línea que une las dos cargas y su sentido depende del signo de ambas, atractivo si tienen distinto signo y repulsivo

si son del mismo signo. ϵ_0 es la permitividad dieléctrica del vacío y $K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ es la constante de

Coulomb. Las cargas se miden en culombios en el sistema internacional, y la distancia en metros. Las unidades de la constante de Coulomb son $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

4. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:

a) Explica las similitudes y diferencias entre la fuerza electrostática y la fuerza de Lorentz. (0,75 puntos)

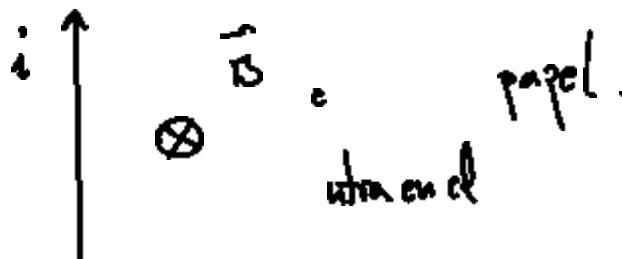
- ✓ Tienen que decir al menos lo que se muestra a continuación. Por cada omisión o error se restarán 0,15 puntos, hasta un máximo de 0,75 puntos.

Similitudes: ambas fuerzas son proporcionales a la magnitud de la causa del campo.

Diferencias: La fuerza de Lorentz sólo actúa sobre cargas en movimiento y la fuerza electrostática sobre cualquier carga, en reposo y en movimiento. Además, la fuerza electrostática actúa en la misma dirección que el campo y la fuerza de Lorentz en una dirección perpendicular al campo.

b) Dibuja el campo magnético generado por la corriente de la figura en el punto A. ¿Sale o entra en el papel? Calcula su valor para una corriente de 3 A a $d=1$ metro de distancia? (1 punto).

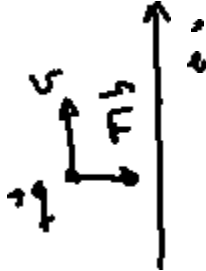
- ✓ Hacer el dibujo correctamente (0,5 puntos) y calcular el campo (0,5 puntos). Pueden usar la fórmula necesaria directamente, sin deducirla.



El valor del campo magnético resulta $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi d} = 6 \times 10^{-7} \text{ T}$.

c) Dibuja la fuerza que actúa sobre la carga $+q$ de la figura cuando se desplaza a velocidad v . (0,75 puntos).

✓ Dibujarla correctamente (0,75 puntos).



5. (2,5 puntos) La siguiente ecuación describe un Movimiento Armónico Simple de una masa de 2 kg colgada de un muelle, $A(t) = 5 \text{ sen}(14\pi t - \pi/2)$, expresada en milímetros.

a) Obtén la frecuencia angular y el periodo de la oscilación. (1 punto)

✓ Frecuencia angular (0,5 puntos) y periodo de oscilación (0,5 puntos).

$$A(t) = 5 \text{ sen}(14\pi t - \pi/2)$$

la frecuencia angular multiplica al tiempo en el argumento, por lo tanto es $\omega = 14\pi \text{ rad/s}$. El periodo se puede obtener a partir de la frecuencia angular como $T = 2\pi/\omega = 0,143 \text{ s}$.

b) ¿En qué momento o momentos del movimiento adquirirá su velocidad máxima? Calcúlala. (0,75 puntos)

✓ Explicar en qué momentos adquiere la velocidad máxima (0,5 puntos), calcularla (0,25 puntos).

La velocidad máxima ocurre cada vez que pasa por la posición de equilibrio, es decir, para múltiplos impares de $T/4$.

La velocidad máxima es $v_{\text{max}} = A \omega = 5 * 14\pi = 70\pi \text{ mm/s} = 219,91 \text{ mm/s}$.

c) Obtén la energía mecánica del oscilador para el punto en el que la velocidad es máxima (0,75 puntos)

✓ Obtener la energía mecánica (0,75 puntos). Si la obtienen como suma de potencial más cinética, también debe considerarse como correcto.

La energía mecánica es constante en un MAS, $E = \frac{1}{2} k A^2$. En primer lugar calculamos la constante elástica como $k = m \omega^2 = 2 \cdot (14\pi)^2 = 3868,9 \text{ N/m}$. De aquí la energía es

$$E = \frac{1}{2} \cdot 3868,9 \cdot 0,005^2 = 0,048 \text{ J}$$

6. (2,5 puntos) Un haz de luz incide en la superficie de separación entre aire y aceite con un ángulo de 30° . Si el ángulo del rayo que penetra en el aceite es de 21° ,

a) Determina el índice de refracción del aceite. (1 punto)

✓ Plantear correctamente la Ley de Snell (0,5 puntos), obtener el resultado correcto (0,5 puntos).

Aplicamos la ley de Snell a la interfaz aire-aceite,

$$n_0 \sin \theta_0 = n_a \sin \theta_a \rightarrow n_a = \frac{n_0 \sin \theta_0}{\sin \theta_a} = \frac{1 \sin 30}{\sin 21} = 1,395.$$

b) Explica el significado físico del índice de refracción. (0,5 puntos).

- ✓ Debe decir que relaciona la velocidad de la luz en el medio con la velocidad de la luz en el vacío (0,5 puntos).

El índice de refracción es el cociente entre la velocidad de la luz en el medio y la velocidad de la luz en el vacío.

c) Si debajo del aceite hay agua ($n_{agua}=1,33$), ¿Con qué ángulo se refractará? (1 punto).

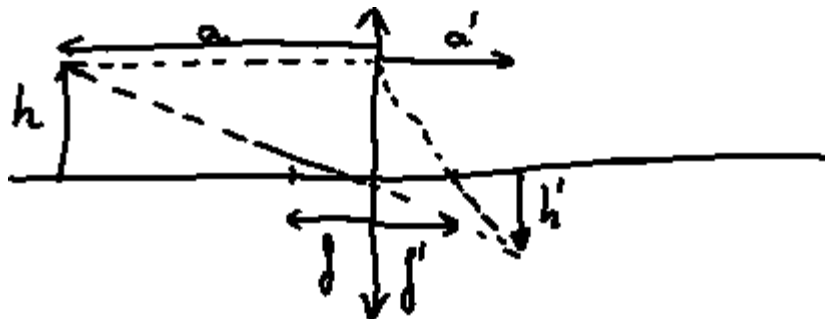
- ✓ Plantear la Ley de Snell (0,5 puntos) y obtener el resultado (0,5 puntos).

$$n_a \sin \theta_a = n_{agua} \sin \theta_{agua} \rightarrow \theta_{agua} = \text{asin} \left(\frac{n_a \sin \theta_a}{n_{agua}} \right) = \text{asin} \left(\frac{1,395 \sin 21}{1,33} \right) = 22,07^\circ$$

7. (2,5 puntos) Se desea capturar una imagen de un objeto situado a 80 cm usando una lente delgada convergente de distancia focal $f'=120$ mm.

a) Haz un trazado de rayos de la lente, un objeto y su imagen en el que queden claramente dibujados y anotados todos los elementos y distancias involucradas. (1 punto).

- ✓ Deben aparecer todos los elementos del dibujo. Por cada error u omisión se restará 0,2 puntos hasta un máximo de 1 punto.



b) ¿A qué distancia de la lente se formará la imagen del objeto? (0,75 puntos).

- ✓ Planteamiento de la ecuación de la lente simple, incluidos signos (0,5 puntos), cálculo correcto (0,25 puntos).

La película fotográfica debe estar en el plano en el que se forma la imagen del objeto. Aplicamos

la relación de lentes simples $\frac{1}{a'} - \frac{1}{a} = \frac{1}{f'} \rightarrow a' = \frac{a f'}{a + f'} = \frac{-0,8 \times 0,12}{-0,8 + 0,12} = 14,12 \text{ cm}.$

c) Si la altura del objeto es de 15 cm, ¿Cuál será su altura en el plano de la película? (0,75 puntos)

- ✓ Obtener el aumento (0,25 puntos), obtener el tamaño (0,5 puntos).

El aumento lateral de la lente es $m = \frac{a'}{a} = \frac{14,12}{80} = 0,15$. El tamaño de la imagen será

$y' = m y = 0,15 \cdot 15 = 2,25 \text{ cm}$ y es negativo

8. (2,5 puntos) Si al cabo de 30 días, la actividad radiactiva de cierto elemento ha descendido un 20%,

a) ¿Cuál es la constante de desintegración, λ ? (0,75 puntos)

✓ Saber la ecuación y despejar la constante (0,5 puntos), obtener el resultado (0,25 puntos).

De la Ley de desintegración, $N = N_0 e^{-\lambda t}$, despejo la constante de desintegración,

$$\lambda = -\frac{\ln(N/N_0)}{t} = -\frac{\ln(0,2)}{30 \times 24 \times 3600} = 8,6 \times 10^{-8} s^{-1}. \text{ También pueden expresarlo}$$

en días⁻¹ o cualquier otra unidad de tiempo.

b) ¿Cuál es el periodo de semidesintegración? (0,75 puntos)

✓ Plantear la ecuación (0,25 puntos), obtener el resultado (0,5 puntos).

El tiempo de semidesintegración cumple $0,5 = e^{-\lambda t}$.

Despejando, $t' = -\ln(0,5)/\lambda = 8051487,4 \text{ s} = 93,2 \text{ días}$.

c) Explica la Ley de desintegración radiactiva. (1 punto)

✓ Debe contener al menos los datos que se muestran a continuación. Por cada error u omisión se restarán 0,2 puntos hasta un máximo de 1 punto.

La ley dice que la probabilidad por unidad de tiempo de que un núcleo se desintegre es constante, independiente del tiempo transcurrido. Viene dada por la siguiente expresión $N = N_0 e^{-\lambda t}$, donde N_0 es el número inicial de átomos y λ es la constante de desintegración.

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

1. (2,5 puntos) Un satélite de 80 kg se encuentra en órbita circular alrededor de la Tierra a una altura de 586 km sobre la superficie.

- Calcula el campo gravitatorio de la Tierra a dicha altura y la Energía Mecánica del satélite. (0,75 puntos).
- ¿Cuál es el periodo de la órbita del satélite alrededor de la Tierra? (0,95 puntos).
- Explica el concepto de Energía potencial gravitatoria y da su expresión para una masa m que orbita a una distancia r de otra masa M . (0,8 punto).

Datos: Radio de la Tierra: 6370 km, cte. de Gravitación universal: $6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$, Masa de la Tierra: $5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$.

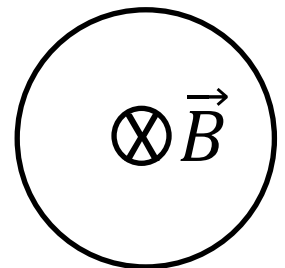
2. (2,5 puntos) Europa es uno de los satélites más grandes de Júpiter, con una masa de $4,80 \times 10^{22} \text{ kg}$ y un radio de 1561 km.

- Calcula la velocidad de escape en Europa. (1,65 puntos).
- Explica el concepto de campo gravitatorio y da la expresión del campo generado por una masa M a una distancia r . (0,85 punto).

Datos: Cte. de gravitación universal: $6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$.

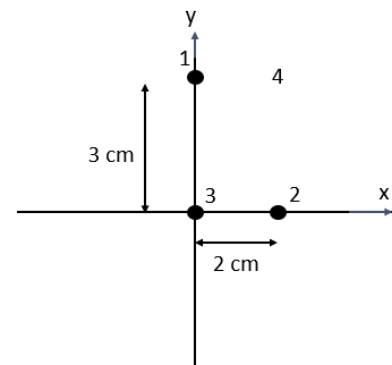
3. (2,5 puntos) Se tiene una espira conductora circular de radio 4 cm en el seno de un campo magnético paralelo al eje de la espira, tal y como se muestra en la figura (hacia dentro del papel, alejándose del observador). Si el campo magnético disminuye 50 T en 2 s,

- ¿Cuál es la fuerza electromotriz promedio inducida en la espira? (0,75 puntos).
- ¿En qué sentido se produce la corriente inducida en la espira (horario o antihorario)? Haz un dibujo en el que quede claro el sentido del campo y de la corriente y justifica tu respuesta. (1 punto).
- Si ahora aumenta el campo magnético 50 T en 2 s, ¿en qué sentido circularía la corriente inducida en la espira? Razona la respuesta. (0,75 puntos).



4. (2,5 puntos) Se tienen tres partículas cargadas con +2 mC cada una en los vértices 1, 2 y 3 de un triángulo rectángulo, tal y como se muestra en la figura.

- Calcula la fuerza electrostática total (módulo y ángulo) que hacen las partículas 1 y 2 sobre la partícula 3. (1 punto).
- Calcula (módulo y ángulo) y dibuja el campo electrostático que crea la partícula 3 en el punto 4, situado en el punto (2cm, 3 cm). (1 punto).
- Explica el concepto de campo electrostático y da la expresión del campo creado por una carga puntual $+q$ a una distancia r . (0,5 puntos).



5. (2,5 puntos) Se tiene una masa de 2 kg oscilando verticalmente en un muelle de constante elástica 50 N/m.

- Obtén el periodo de la oscilación. (0,75 puntos).
- Si la velocidad máxima es de 37 cm/s, ¿Cuál es la amplitud máxima de la oscilación? (1 punto).
- Si el muelle se estira hasta el punto más bajo y se suelta, dibuja un gráfico de la posición en función del tiempo. (0,75 puntos).

6. (2,5 puntos) Responde a las siguientes preguntas:

a) Explica que es la intensidad y el tono de una onda sonora. Indica sus unidades. (0,6 puntos).

Se desea construir un instrumento de viento cuya frecuencia fundamental sea $f = 174,6 \text{ Hz}$. Si se comporta como un tubo con un extremo cerrado y uno abierto,

b) ¿Cuál debe ser su longitud? Dibuja el tubo y la onda estacionaria en su interior. (0,95 puntos). Suponer la velocidad del sonido 340 m/s.

c) Dibuja el siguiente armónico que se formaría en el tubo y obtén su longitud de onda. (0,95 puntos).

7. (2,5 puntos) Un espejo de maquillaje cóncavo produce una imagen derecha aumentada del sujeto.

a) Haz un trazado de rayos en el que se demuestre su funcionamiento. ¿De qué tipo es la imagen, real o virtual? (1,25 puntos).

b) Si al colocar la cara a 20 cm del espejo se observa una imagen con el doble de tamaño, ¿qué tamaño tendrá la imagen de un objeto de 3 cm al colocarlo a 30 cm del espejo? ¿A qué distancia se formará dicha imagen? (1,25 puntos).

8. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:

a) Enuncia la hipótesis de De Broglie e indica de qué depende la longitud de onda asociada a una partícula. (0,5 puntos).

b) Un protón que parte del reposo es acelerado mediante un campo electrostático entre dos puntos con una diferencia de potencial de $\Delta V = 203 \text{ V}$. Calcula la energía cinética que adquiere. (1 punto).

c) Calcula la velocidad final del protón y su longitud de onda asociada. (1 punto).

Datos: Carga del protón: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, Constante de Planck: $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, Masa del protón: $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El estudiante deberá elegir un máximo de 4 preguntas a su elección. No es necesario que elija una pregunta de cada bloque. La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Si no se pide explícitamente en el enunciado no es necesario realizar una gráfica, aunque en algunos casos puede ayudar a resolver el problema con más facilidad. Cuando se trata de una cuestión práctica no es necesario hacer una introducción teórica previa a la resolución del ejercicio.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto. Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

Si un resultado se muestra sin unidades o son incorrectas, se restarán 0,25 puntos.

Véase cada apartado para el reparto de puntuación

1. (2,5 puntos) *Un satélite de 80 kg se encuentra en órbita alrededor de la Tierra a una altura de 586 km sobre la superficie.*

Datos: Radio de la Tierra: 6370 km, cte. de Gravitación universal: $6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$, Masa de la Tierra: $5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$.

- a) *Calcula el campo gravitatorio de la Tierra a dicha altura y de la Energía Mecánica del satélite. (0,75 puntos).*

- ✓ Obtener el campo gravitatorio (0,375 puntos), obtener la energía mecánica (0,375 puntos). Plantear las ecuaciones pero con resultado erróneo se puntuará con 0,2 puntos cada una.

El campo gravitatorio se obtiene como:

$$U_g = G \frac{M}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{5,972 \cdot 10^{24}}{(6,37 \cdot 10^6 + 5,86 \cdot 10^5)^2} = 8,23 \text{ m} / \text{s}^2$$

Y la energía mecánica se obtendrá como la suma de la energía potencial gravitatoria y la energía cinética, que para un objeto en órbita resulta la mitad de la energía potencial:

$$E_m = G \frac{Mm}{2r} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{5,972 \cdot 10^{24} \cdot 80}{2(6,37 \cdot 10^6 + 5,86 \cdot 10^5)} = 2,29 \cdot 10^9 \text{ J}$$

b) Suponiendo una órbita circular, ¿Cuál es el periodo de la órbita del satélite alrededor de la Tierra? (0,95 puntos).

✓ Planteamiento (0,5 puntos) y obtener el resultado correcto (0,45 puntos). También se puede hacer con la tercera ley de Kepler y debe contarse como correcto.

La velocidad de la órbita es: $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$, y debe recorrer una longitud $d = 2\pi r$, con lo que el periodo orbital resulta:

$$T = \frac{d}{v} = \frac{2\pi r}{\sqrt{G \frac{M}{r}}} = \frac{2\pi(6,37 \cdot 10^6 + 5,86 \cdot 10^5)}{\sqrt{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{5,972 \cdot 10^{24}}{6,37 \cdot 10^6 + 5,86 \cdot 10^5}}} = 5775,59 \text{ s} = 1,6 \text{ horas}$$

c) Explica el concepto de Energía potencial gravitatoria y da su expresión para una masa m que orbita a una distancia r de otra masa M . (0,8 puntos).

✓ Explicar (0,1 puntos), escribir la expresión correctamente (0,1 puntos). Cada una de las magnitudes con sus unidades (0,2 cada una, masa, distancia y constante).

La energía potencial gravitatoria es la energía que posee un objeto por estar en las cercanías de otro, simplemente por tener ambos cierta masa. Su expresión es $E_p = -G \frac{Mm}{r}$, donde G es la constante de gravitación universal, M y m son las masas y r la distancia entre sus centros. Las masas se miden en kg, la distancia en m y la constante de gravitación en $\text{N m}^2/\text{kg}^2$.

2. (2,5 puntos) Europa es uno de los satélites más grandes de Júpiter, con una masa de $4,80 \times 10^{22} \text{ kg}$ y un radio de 1561 km.

Datos: Masa de la Tierra: $5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$, radio de la Tierra: 6370 km, Cte. de gravitación universal: $6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$.

a) Calcula la velocidad de escape de Europa. (1,65 puntos).

✓ Plantear la ecuación (1 punto) y obtener el resultado (0,65 puntos).

La velocidad de escape se calcula mediante

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 4,8 \cdot 10^{22}}{1561 \cdot 10^3}} = 2,025 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

b) Explica el concepto de campo gravitatorio y da la expresión del campo generado por una masa M a una distancia r . (0,85 puntos).

- ✓ Se debe poner al menos lo que se muestra a continuación (0,45 puntos). Por cada error u omisión se restará 0,15 puntos hasta un máximo de 0,45 puntos). Expresar la ecuación correctamente (0,4 puntos), Cada error u omisión restará 0,1 puntos hasta un máximo de 0,4 puntos.

El campo gravitatorio es un campo vectorial generado por un cuerpo con una determinada masa, que apunta siempre hacia ella. Es proporcional a la masa e inversamente proporcional a la distancia al cuadrado.

La expresión del campo generado por una masa puntual a una distancia r es: $\vec{g} = -G \frac{M}{r^2} \hat{r}$.

3. (2,5 puntos) Se tiene una espira conductora circular de radio 4 cm en el seno de un campo magnético paralelo al eje de la espira, tal y como se muestra en la figura. Si el campo magnético disminuye 50 T en 2 s,

a) ¿Cuál es la fuerza electromotriz promedio inducida en la espira? (0,75 puntos).

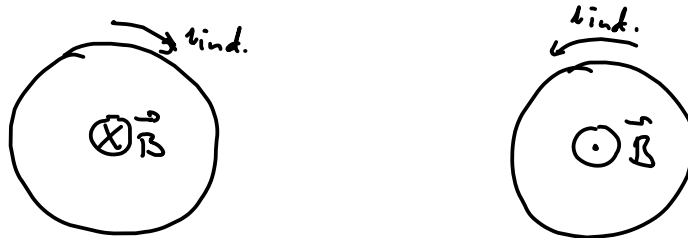
- ✓ Plantear la ecuación $\varepsilon = -\frac{\pi r^2 \Delta B}{\Delta t}$ (0,4 puntos) y obtener el resultado correcto (0,35 puntos).

Aplicamos la Ley de Faraday-Lenz

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt} \approx -\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{A\Delta B}{\Delta t} = -\frac{\pi r^2 \Delta B}{\Delta t} = -\frac{\pi \cdot 0,04^2 \cdot (-50)}{2} = 0,1256 \text{ V}$$

b) ¿En qué sentido se produce la corriente inducida en la espira (horario o antihorario)? Haz un dibujo en el que quede claro el sentido del campo y de la corriente y justifica tu respuesta. (1 punto).

- ✓ Dependiendo desde donde se mire pueden hacer dos dibujos. Deben contarse ambos como correctos. Dibujo (0,5 puntos) y explicación/justificación (0,5 puntos).



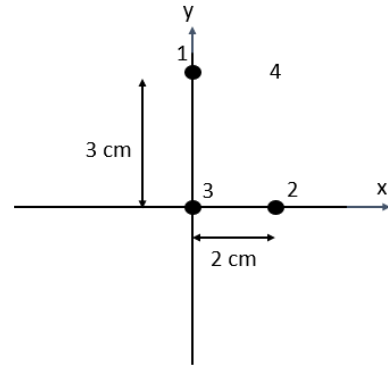
Cómo el campo magnético se reduce, el flujo de campo magnético lo hace también y la espira debe generar una corriente inducida que supla esa reducción. Por lo tanto el sentido de la corriente será horario si el campo va hacia dentro del papel y antihorario si sale del papel.

c) Si ahora aumenta el campo magnético 50 T en 2 s, ¿en qué sentido circularía la corriente inducida en la espira? Razona la respuesta. (0,75 puntos).

- ✓ Respuesta correcta (0,25 puntos) y explicación (0,5 puntos).

La fem sería la misma, pero de signo contrario y por lo tanto la corriente sería en sentido contrario. Al aumentar el campo magnético, aumenta el flujo de campo magnético y la espira debe generar una corriente que contrarreste el aumento, por lo tanto, generará un campo en sentido contrario.

4. (2,5 puntos) Se tienen tres partículas cargadas con $+2 \text{ mC}$ cada una en los vértices 1, 2 y 3 de un triángulo rectángulo, tal y como se muestra en la figura.



- a) Calcula la fuerza electrostática total (módulo y ángulo) que hacen las partículas 1 y 2 sobre la partícula 3. (1 punto).
- ✓ Planteamiento correcto del problema completo (0,5 puntos), módulo de la fuerza correcto (0,25 puntos) y ángulo correcto (0,25 puntos).

Calculamos la fuerza que hace 1 sobre 3 y 2 sobre 3:

$$\vec{F}_{13} = K \frac{q_1 q_3}{d_{13}^2} (-\hat{j}) = -9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{0,03^2} \hat{j} = -4 \cdot 10^5 \hat{j} \text{ N}$$

$$\vec{F}_{23} = K \frac{q_2 q_3}{d_{23}^2} (-\hat{i}) = -9 \cdot 10^9 \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{0,02^2} \hat{i} = -9 \cdot 10^5 \hat{i} \text{ N}$$

Cómo son perpendiculares, calculamos directamente el módulo y el ángulo con el eje x.

$$F = \sqrt{F_{13}^2 + F_{23}^2} = \sqrt{(-4 \cdot 10^5)^2 + (-9 \cdot 10^5)^2} = 9,85 \cdot 10^5 \text{ N}$$

$$\alpha = \text{atan} \left(\frac{F_{13}}{F_{23}} \right) = \text{atan} \left(\frac{-4 \cdot 10^5}{-9 \cdot 10^5} \right) = 203,96^\circ \text{ (tercer cuadrante)}$$

- b) Calcula (módulo y ángulo) y dibuja el campo electrostático que crea la partícula 3 en el punto 4. (1 punto).

- ✓ Escribir la expresión de la fuerza correctamente, con las magnitudes vectoriales (0,25 puntos), obtener el resultado (0,5 puntos).

Calculamos la distancia entre 3 y 4 usando el teorema de Pitágoras ($d_{34} = 3,6 \text{ cm}$), y después el campo y el ángulo, por trigonometría.

$$\beta = \text{atan} \left(\frac{3}{2} \right) = 56,31^\circ$$

$$|\vec{E}_3| = K \frac{q_3}{d_{34}^2} = 1,38 \cdot 10^{10} \text{ V/m}$$

- c) Explica el concepto de campo electrostático y da la expresión del campo creado por una carga puntual $+q$ a una distancia r . (0,5 puntos).

- ✓ Al menos debe decir lo que muestro a continuación. Explicar el concepto (0,25 puntos) y dar la expresión correcta (0,25 puntos).

El campo electrostático es un campo vectorial producido por las cargas eléctricas y que transporta la interacción eléctrica entre estas.

La expresión para una carga puntual es

$$\vec{E} = k \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

5. (2,5 puntos) Se tiene una masa de 2 kg oscilando verticalmente en un muelle de constante elástica 50 N/m.

a) Obtén el periodo de la oscilación. (0,75 puntos).

✓ Saber que ecuación hay que aplicar (0,5 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

Aplicamos la ecuación para el periodo de oscilación de un MAS:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2}{50}} = 1,256 \text{ s}$$

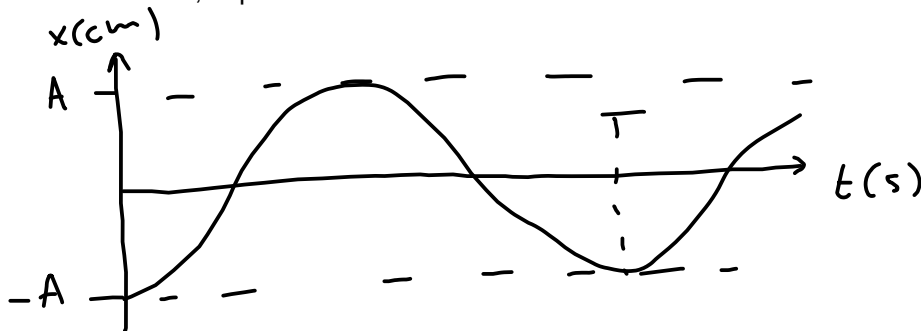
b) Si la velocidad máxima es de 37 cm/s, ¿Cuál es la amplitud máxima de la oscilación? (1 punto).

✓ Saber que ecuación hay que aplicar (0,5 puntos) y obtener el resultado (0,25 puntos).

$$v_{\max} = A\omega \rightarrow A = \frac{v_{\max}}{\omega} = \frac{v_{\max}}{\sqrt{\frac{k}{m}}} = \frac{v_{\max}}{\sqrt{\frac{k}{m}}} = \frac{37}{\sqrt{\frac{50}{2}}} = 7,4 \text{ cm / s}$$

c) Si el muelle se estira hasta el punto más bajo y se suelta, dibuja un gráfico de la posición en función del tiempo. (0,75 puntos).

✓ Por cada elemento que falte, comparado con el dibujo a continuación, restar 0,2 puntos, hasta un máximo de 0,75 puntos.



6. (2,5 puntos) Responde a las siguientes preguntas:

a) Explica que es la intensidad y el tono de una onda sonora. Indica sus unidades. (0,6 punto).

✓ Explicar cada uno 0,15 puntos y cada una de las unidades 0,15 puntos.

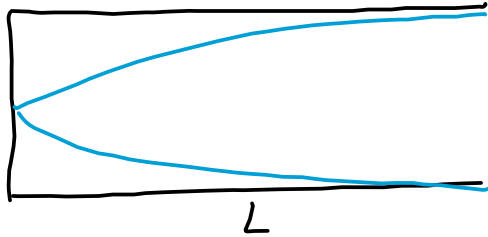
La intensidad es la potencia sonora por unidad de superficie y se mide en W/m^2 . El tono es la frecuencia fundamental (la cualidad que nos permite distinguir entre grave y agudo). Las unidades son Hercios.

Se desea construir un instrumento de viento cuya frecuencia fundamental sea $f = 174,6 \text{ Hz}$. Si se comporta como un tubo con un extremo cerrado y uno abierto,

- b) ¿Cuál debe ser su longitud? Dibuja el tubo y la onda estacionaria en su interior. (0,95 puntos).
Suponer la velocidad del sonido 340 m/s.

✓ Obtener la longitud correcta (0,5 puntos) y dibujar la onda (0,45 puntos).

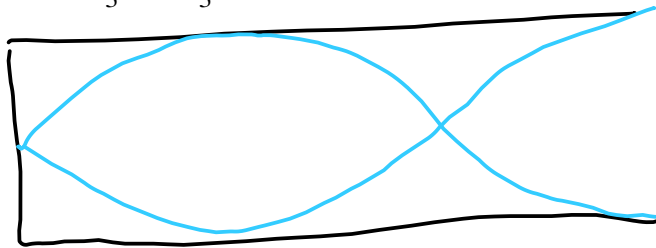
La longitud debe ser $L = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4f} = \frac{340}{4 \cdot 4176,4} = 0,4819 \text{ m} = 48,19 \text{ cm}$ y la onda en el tubo será



- c) ¿Dibuja el siguiente armónico que se formaría en el tubo y obtén su longitud de onda. (0,95 puntos).

✓ Plantear la ecuación a resolver (0,5 puntos) y obtener el resultado (0,45 puntos).
El siguiente armónico será el correspondiente a $n=3$. La longitud de onda será

$$\lambda_3 = \frac{4L}{3} = \frac{4 \cdot 0,4819}{3} = 0,6425 \text{ m}$$

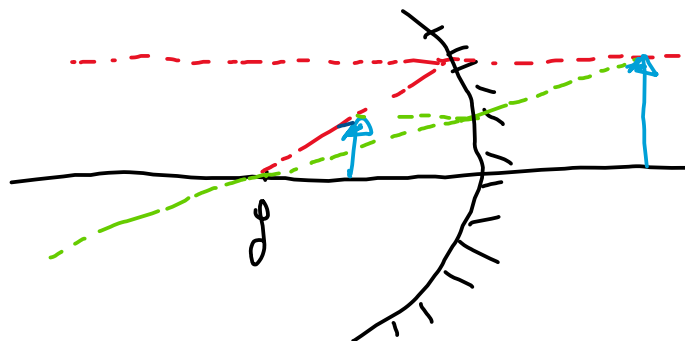


7. (2,5 puntos) Un espejo de maquillaje cóncavo produce una imagen derecha aumentada del sujeto.

- a) Haz un trazado de rayos en el que se demuestre su funcionamiento. ¿De qué tipo es la imagen, real o virtual? (1,25 puntos).

✓ El dibujo tiene que ser aproximadamente como el que se muestra a continuación. Por cada error debe descontarse 0,2 puntos hasta un máximo de 1 punto. Tipo de imagen (0,25 puntos).

La imagen es virtual ya que no se puede acceder a ella. El objeto debe situarse entre el punto focal y el espejo.



- b) Si al colocar la cara a 20 cm del espejo se observa una imagen con el doble de tamaño, ¿qué tamaño tendrá la imagen de un objeto de 3 cm al colocarlo a 30 cm del espejo? ¿A qué distancia se formará dicha imagen? (1,25 puntos).

✓ Obtener los aumentos (0,55 puntos), el tamaño (0,35 puntos) y la distancia (0,35 puntos).

El aumento es de $m=2$. De ahí obtenemos a qué distancia se forma la imagen si se coloca la cara a 20 cm como $s'=m \cdot s=40$ cm. Utilizamos la ecuación de la lente simple y obtenemos la focal imagen:

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow f' = \frac{ss'}{s+s'} = \frac{-0,2 \cdot (0,4)}{0,2} = -0,4 \text{ m} = -40 \text{ cm}.$$

A continuación, el segundo supuesto coloca el objeto a 30 cm, de la ecuación anterior se obtiene la distancia a la que se formará la imagen

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \rightarrow s' = \frac{f' \cdot s}{(s - f')} = \frac{-0,4 \cdot (-0,3)}{(-0,3 + 0,4)} = 1,2 \text{ m} = 120 \text{ cm}.$$

Por lo tanto, el aumento a esa distancia es $m= 120/30= 4$ y la imagen medirá 12 cm.

8. (2,5 puntos) Contesta a las siguientes preguntas:

Datos: Carga del protón: $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, Constante de Planck: $6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s, Masa del protón: $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.

- a) Enuncia la hipótesis de De Broglie e indica de qué depende la longitud de onda asociada a una partícula. (0,5 puntos).

✓ Más o menos debe decirse lo que indico a continuación. Enuncia (0,25 puntos) y dar la dependencia de la longitud de onda asociada (0,25 puntos).

La hipótesis de De Broglie consiste en que, al igual que un fotón lleva consigo una cantidad de movimiento $p=E/c=h/\lambda$, un electrón moviéndose con velocidad v y teniendo, por lo tanto, una cantidad de movimiento $p=mv$ (m es la masa del electrón), tiene una longitud de onda asociada $\lambda=h/p$. Y lo mismo puede asumirse para el resto de partículas.

- b) Un protón que parte del reposo es acelerado mediante un campo electrostático entre dos puntos con una diferencia de potencial de $\Delta V = 203$ V. Calcula la energía cinética que adquiere. (1 punto).

✓ Aplicar conservación de la energía mecánica (0,5 puntos) y obtener el resultado correcto (0,5 puntos).

Aplicamos conservación de la energía mecánica: $E_c = q\Delta V = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 203 = 3,248 \cdot 10^{-17}$ J

- c) Calcula la velocidad final del protón y su longitud de onda asociada. (1 punto).

✓ Velocidad (0,5 puntos) y longitud de onda (0,5 puntos).

$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,248 \cdot 10^{-17}}{1,67 \cdot 10^{-27}}} = 1,97 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 1,97 \cdot 10^5} = 2,01 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elige cuatro de las ocho preguntas propuestas. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

1. (2,5 puntos)

- a) Escribe la ecuación de la elongación de un movimiento vibratorio armónico simple y comenta el significado físico de las magnitudes que aparecen en dicha ecuación. (1 punto)

Una partícula de masa m inicia un movimiento armónico simple en el extremo de su trayectoria y le cuesta 0,1 s llegar al centro de ella. Si la distancia entre ambas posiciones es de 20 cm, calcula:

- b) El periodo del movimiento y la frecuencia angular. (0,5 puntos)
c) La ecuación de la posición de la partícula en función del tiempo. Determina la posición de la partícula 1 s después de iniciado el movimiento. (1 punto)

2. (2,5 puntos)

- a) La intensidad del sonido puede medirse en decibelios (dB). Explica en qué consiste la escala decibélica de intensidad acústica (o sonoridad). (1 punto)

Un agente secreto está grabando con un teléfono móvil, a través de una pared, una conversación de un espía enemigo. La distancia entre ambos es de 5 m y, debido a la pared, al teléfono sólo le llega un 2% de la intensidad que le llegaría si no hubiera pared. El nivel de intensidad sonora de una conversación a 1 m es de 50 dB.

- b) Calcula el nivel de intensidad sonora que llega al móvil. Si el teléfono es capaz de grabar conversaciones a 100 metros de distancia, ¿cuál es el nivel más bajo de intensidad sonora que es capaz de medir? (1,5 puntos)

Dato: Intensidad umbral del oído humano $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$.

3. (2,5 puntos)

Galileo observó por primera vez las lunas de Júpiter en 1610. Encontró que Io, el satélite más cercano a Júpiter que pudo observar en su época, poseía un periodo orbital de 1,8 días y el radio de su órbita era, aproximadamente, 3 veces el diámetro de Júpiter. Asimismo, encontró que el periodo orbital de Calisto (la cuarta luna más alejada de Júpiter) era de 16,7 días. Con esos datos, suponiendo órbitas circulares, calcula:

- a) La masa de Júpiter. (1 punto)
b) El radio de la órbita de Calisto. (1 punto)
c) Determina el valor de la aceleración de la gravedad en la superficie de Júpiter. (0,5 puntos)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$;

Radio de Júpiter $R_J = 7,15 \times 10^7 \text{ m}$.

4. (2,5 puntos)

- a) Enuncia y explica la ley de gravitación universal. (1 punto)

Una sonda espacial de 300 Kg de masa se encuentra en órbita circular alrededor de la Luna, a 150 Km de su superficie. Calcula:

- b) La energía mecánica y la velocidad orbital de la sonda. La velocidad de escape de la atracción lunar desde esa posición. (1,5 puntos)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$;

radio de la Luna $R_L = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$;

masa de la Luna $M_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$.

5. (2,5 puntos)

- a) ¿Qué potencial electrostático crea una carga puntual q en cualquier punto de su entorno? Explica el significado físico del potencial. (1 punto)

En el punto O, origen de un sistema de coordenadas cartesianas, existe una carga de $-0,05$ nC, y en el punto B de coordenadas (5 cm, 0 cm), una de $0,09$ nC.

- b) Determina el punto P situado en el segmento entre O y B en el que el potencial eléctrico se anula. Calcula el potencial eléctrico en el punto Q de coordenadas (4 cm, 0 cm). (1 punto)

- c) Se deja un electrón en reposo en el punto P. Calcula con qué velocidad llegará al punto Q. (0,5 puntos)

Datos: Constante de Coulomb $K = 9 \times 10^9$ N m² C⁻²;

masa del electrón $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg;

carga del electrón $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C;

1 nC = 10^{-9} C.

6. (2,5 puntos)

Dos conductores rectilíneos, verticales y paralelos, A a la izquierda y B a la derecha, distan entre sí 10 cm. Por A pasa una corriente $I_A = 20$ A hacia arriba.

- a) Determina la intensidad de la corriente en el segundo cable sabiendo que el campo magnético es cero en un punto situado a 4,0 cm a la derecha de A. (1 punto)

- b) ¿Cuál es la fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada cable? ¿Cuál de ellos se encuentra sometido a mayor fuerza? Dibuja un esquema para indicar la dirección y el sentido de las fuerzas. (1,5 puntos)

Dato: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ m·kg·C⁻².

7. (2,5 puntos)

- a) Define las siguientes magnitudes asociadas a los procesos de desintegración radiactiva: Actividad radiactiva (A), periodo de semidesintegración (T) y vida media (τ). (1 punto)

- b) El tritio ^3H se utiliza para la datación de vinos. Tiene un periodo de semidesintegración de 12,33 años. Calcula cuanto tiempo ha estado envasado un vino si su actividad actual es un 10% de la inicial. (1,5 puntos)

8. (2,5 puntos)

- a) Enuncia y explica las leyes de la reflexión y de la refracción para la luz. (1 punto)

Considera la refracción de un rayo de luz monocromática que proviene del aire e incide en un líquido de índice de refracción n_L .

- b) El rayo forma con la vertical un ángulo de 46° en el aire, y de 30° en el líquido. ¿Qué valor tiene el índice de refracción n_L del líquido? (0,75 puntos)

- c) Si se cambia el líquido por otro con un índice de refracción 1,72 y el rayo incide desde el líquido hacia el aire, ¿a partir de qué ángulo se produce reflexión total? (0,75 puntos)

Dato: Índice de refracción del aire $n = 1$.

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El estudiante deberá elegir un máximo de 4 preguntas a su elección. No es necesario que elija una pregunta de cada bloque. La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Si no se pide explícitamente en el enunciado no es necesario realizar una gráfica, aunque en algunos casos puede ayudar a resolver el problema con más facilidad. Cuando se trata de una cuestión práctica no es necesario hacer una introducción teórica previa a la resolución del ejercicio.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto. Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

1 a) Escribe (0,5 puntos); comenta (0,5 puntos).

1 b) Periodo (0,25 puntos); frecuencia (0,25 puntos).

1 c) Ecuación (0,5 puntos); posición (0,5 puntos).

2 b) Intensidad sonora teléfono (0,75 puntos); nivel más bajo intensidad sonora (0,75 puntos).

4 a) Enuncia (0,5 puntos); explica (0,5 puntos).

4 b) Energía mecánica (0,5 puntos); velocidad orbital (0,5 puntos); velocidad de escape (0,5 puntos).

5 a) Potencial electrostático (0,5 puntos); significado físico potencial (0,5 puntos).

5 b) Potencial en P (0,5 puntos); potencial en Q (0,5 puntos)

6 b) Fuerza (0,75 puntos); mayor fuerza (0,25 puntos); esquema: dirección (0,25 puntos); sentido (0,25 puntos).

7 a) Actividad (0,5 puntos); periodo (0,25 puntos); vida media (0,25 puntos).

8 a) Reflexión (0,5 puntos); refracción (0,5 puntos).

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elige cuatro de las ocho preguntas propuestas. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

1. (2,5 puntos)

Una partícula de masa $m = 5$ g oscila armónicamente a lo largo del eje OX en la forma $x(t) = A \operatorname{sen}(\omega t)$ con una amplitud de 10 cm y un periodo de oscilación $T = 0,4$ s.

- Determina la velocidad de la partícula en función del tiempo y represéntala gráficamente (1 punto)
- Calcula las energías cinética y potencial en el punto $x = 5$ cm. Calcula la energía mecánica de dicha partícula. (1,5 puntos)

2. (2,5 puntos)

- Se desea construir una flauta de forma que cuando estén tapados todos los agujeros emita como armónico fundamental la nota musical Do de 522 Hz. Si la flauta se comporta como un tubo sonoro de extremos abiertos, determina la longitud de la misma y representa gráficamente dentro de la flauta, la onda que se genera. Toma como velocidad de propagación del sonido en el aire $v = 340$ m/s. (1,25 puntos)
- Para dicha frecuencia, la sonoridad de la flauta es de 20 dB a una distancia $d = 15$ m. Suponiendo que la flauta se comporta como un foco emisor puntual, determina la máxima distancia a la que se escuchará dicho sonido. (1,25 puntos)

Dato: Intensidad umbral del oído humano $I_0 = 10^{-12}$ W/m².

3. (2,5 puntos)

- Enuncia y explica la ley de gravitación universal. (1 punto)

La luna es aproximadamente esférica, con radio $R = 1,74 \times 10^6$ m y masa $M = 7,35 \times 10^{22}$ kg.

- Calcula la aceleración de la gravedad en la superficie de la Luna. (0,75 puntos)
- Si se deja caer una piedra desde una altura de 1 m sobre la superficie lunar, ¿cuál será su velocidad al chocar con la superficie? (0,75 puntos)

Dato: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻².

4. (2,5 puntos)

- Enuncia y explica brevemente las leyes de Kepler. (1 punto)

Fobos es un satélite de Marte que gira en una órbita circular de 9380 km de radio respecto al centro del planeta, y un periodo de revolución de 7,65 horas. Otro satélite de Marte, Deimos, gira en una órbita de 23460 km de radio. Determina:

- La masa de Marte. (0,75 puntos)
- El periodo de revolución del satélite Deimos. (0,75 puntos)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻²;
masa de Fobos $M_F = 1,1 \times 10^{16}$ kg;
masa de Deimos $M_D = 2,4 \times 10^{15}$ kg.

5. (2,5 puntos)

- Explica el concepto de energía potencial eléctrica. ¿Qué energía potencial eléctrica tiene una partícula de carga q_2 situada a una distancia r de otra carga q_1 ? (1 punto)
- Una partícula de carga $q_1 = 0,1$ μC está fija en el vacío. Se sitúa una segunda partícula de carga $q_2 = 0,5$ μC y masa $m = 0,1$ g a una distancia $r = 10$ cm de la primera. Si se suelta q_2 con velocidad inicial nula, se moverá alejándose de q_1 . ¿Por qué? Calcula su velocidad cuando pasa por un punto a una distancia $3r$ de q_1 . (1,5 puntos)

Datos: Constante de Coulomb $K = 9 \times 10^9$ N m² C⁻².

6. (2,5 puntos)

- a) Escribe la expresión de la Fuerza de Lorentz que actúa sobre una partícula de carga q que se mueve con velocidad \vec{v} en una región donde hay un campo magnético \vec{B} . Explica las características de esta fuerza. (1 punto)

Una partícula de carga $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C se mueve en un campo magnético uniforme de valor $B = 0,2$ T, describiendo una circunferencia con período $3,2 \times 10^{-7}$ s y velocidad de $3,8 \times 10^6$ m/s en un plano perpendicular a la dirección del campo magnético. Calcula:

- b) El radio de la circunferencia descrita. (0,75 puntos)
c) La masa de la partícula. (0,75 puntos)

7. (2,5 puntos)

- a) Dualidad onda-corpúsculo. Hipótesis de De Broglie. (1 punto)

En una zona del espacio sometida a un campo electrostático constante se coloca un protón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de 10 V. Calcula:

- b) La energía cinética que adquiere el protón expresada en julios y en eV y su velocidad en m/s. (0,75 puntos)
c) La longitud de onda de De Broglie asociada al protón moviéndose con la velocidad anterior. (0,75 puntos)

Datos: Carga del protón $q_p = 1,6 \times 10^{-19}$ C;
masa del protón $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg;
constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J s

8. (2,5 puntos)

- a) Explica cuál debe ser la posición de un objeto respecto a una lente delgada convergente para obtener una imagen virtual y derecha. Justifícalo gráficamente mediante un trazado de rayos. (1 punto)
b) Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 8 cm delante de una lente convergente de 10 cm de distancia focal. Determina la posición, tamaño y tipo (real o virtual) de la imagen formada. (1,5 puntos)

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El estudiante deberá elegir un máximo de 4 preguntas a su elección. No es necesario que elija una pregunta de cada bloque. La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Si no se pide explícitamente en el enunciado no es necesario realizar una gráfica, aunque en algunos casos puede ayudar a resolver el problema con más facilidad. Cuando se trata de una cuestión práctica no es necesario hacer una introducción teórica previa a la resolución del ejercicio.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto. Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

- 1 a)** Velocidad (0,5 puntos); representación gráfica (0,5 puntos).
- 1 b)** Energía cinética (0,5 puntos); energía potencial (0,5 puntos); energía mecánica (0,5 puntos).
- 2 a)** Longitud de onda (0,75 puntos); representación gráfica de la onda (0,5 puntos).
- 4 a)** Enuncia (0,5 puntos); explica (0,5 puntos).
- 5 a)** Definición (0,5 puntos); energía potencial de la partícula (0,5 puntos).
- 5 b)** ¿Por qué? (0,75 puntos); velocidad (0,75 puntos).
- 6 a)** Expresión de la fuerza (0,5 puntos); características (0,5 puntos).
- 7 a)** Energía en julios (0,25 puntos); en eV (0,25 puntos); velocidad (0,25 puntos).
- 8 a)** Posición (0,5 puntos); justificación gráfica (0,5 puntos)
- 8 b)** Posición de la imagen (0,5 puntos); tamaño (0,25 puntos); tipo (0,25 puntos).



PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija cuatro de las ocho preguntas propuestas. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

1. (2,5 puntos)

Una masa de 3 kg está unida a un muelle horizontal cuya constante recuperadora es $K = 12 \text{ N/m}$. El muelle se estira 4 cm desde la posición de equilibrio ($x = 0$) y se deja en libertad. Determina:

- La expresión de la posición de la masa en función del tiempo, $x = x(t)$ considerando $t=0$ cuando atraviesa el punto en el que la velocidad es máxima. (0,5 puntos)
- Los módulos de la velocidad y de la aceleración de la masa en un punto situado a 2 cm de la posición de equilibrio. (1 punto)
- La energía mecánica del sistema oscilante. (1 punto)

2. (2,5 puntos)

Considera una cuerda de una guitarra de una longitud $L = 1,0 \text{ m}$. Cuando se excita transversalmente con una frecuencia $f = 120 \text{ Hz}$ se forma una onda estacionaria con dos vientres.

- Calcula la longitud de onda y la velocidad de propagación de ondas en dicha cuerda. (1,25 puntos)
- ¿Para qué frecuencia inferior a la dada se formará onda estacionaria en la cuerda? (1,25 puntos)

3. (2,5 puntos)

- Escribe y comenta la ley de Gravitación Universal. (1 punto)

La Estación Espacial Internacional (ISS) realiza 15,49 revoluciones por día alrededor de la Tierra. Considerando que sigue una órbita aproximadamente circular:

- ¿A qué altura por encima de la superficie terrestre se encuentra la estación espacial ISS? (0,75 puntos)
- ¿A qué velocidad se desplaza? (0,75 puntos)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M_{\text{Tierra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Tierra}} = 6371 \text{ km}$

4. (2,5 puntos)

- Explica el concepto de campo gravitatorio. (1 punto)

Un satélite artificial con una masa de 5000 kg está en órbita circular alrededor de la Tierra con una velocidad orbital de 7563 m/s. Calcular:

- La altura de la órbita sobre la superficie terrestre y su periodo de revolución. (0,75 puntos)
- La energía que tendría que ganar para salir del campo gravitatorio terrestre. (0,75 puntos)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M_{\text{Tierra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Tierra}} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$.

5. (2,5 puntos)

a) Escribe y comenta la Ley de Coulomb. (1 punto)

Dos pequeñas esferas, de masa $m = 5 \text{ g}$ y con carga q , cada una, se suspenden del mismo punto mediante hilos iguales, de masa despreciable y longitud $L = 0,5 \text{ m}$, en presencia del campo gravitatorio terrestre.

b) ¿Cuál debe ser el valor de la carga q para que, en equilibrio, los hilos formen un ángulo $\alpha = 90^\circ$? (1,5 puntos)

Datos: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, $K = 9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

6. (2,5 puntos)

a) ¿Qué fuerza actúa sobre una partícula, de masa m y carga eléctrica q , que penetra con velocidad \vec{v} en una región del espacio donde existe un campo magnético \vec{B} uniforme? Explica dicha ecuación analizando cómo intervienen cada una de las magnitudes que determinan la fuerza creada por el campo magnético. (1 punto)

b) Un protón y un electrón se mueven perpendicularmente a un campo magnético uniforme, con igual velocidad. ¿Qué tipo de trayectoria realiza cada uno de ellos? Determina la relación entre los radios que describe cada una de las partículas. (1,5 puntos)

Datos: Se considera que la masa del protón es igual, aproximadamente, a 1836 veces la masa del electrón.

7. (2,5 puntos)

a) Enuncia y explica la Ley de desintegración exponencial radiactiva. (1 punto)

b) Para realizar una tomografía de emisión de positrones (PET) a un paciente, se inyecta un contraste con ^{18}F , que es un isótopo radiactivo. Este isótopo del flúor tiene un periodo de semidesintegración de 76,1 minutos. ¿Al cabo de cuánto tiempo quedará en el organismo del paciente sólo el 10% de la cantidad inicial? (1,5 puntos)

8. (2,5 puntos)

a) Explica qué es una lente convergente y una lente divergente. ¿Dónde están situados los focos objeto e imagen en cada una de ellas? (1 punto)

b) Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 10 cm delante de una lente convergente de 5 cm de distancia focal. Determina la posición, tamaño y tipo (real o virtual) de la imagen formada. (1 punto)

c) Realiza el trazado de rayos correspondiente para obtener la posición y tamaño de la imagen. (0,5 puntos)

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El estudiante deberá elegir un máximo de 4 preguntas a su elección. No es necesario que elija una pregunta de cada bloque. La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto. Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Si no se pide explícitamente en el enunciado no es necesario realizar una gráfica, aunque en algunos casos puede ayudar a resolver el problema con más facilidad. Cuando se trata de una cuestión práctica no es necesario hacer una introducción teórica previa a la resolución del ejercicio.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

- 1 b)** Módulo de la velocidad (0,5 puntos); módulo de la aceleración (0,5 puntos).
- 2 a)** Longitud de onda (0,75 puntos); velocidad de propagación (0,5 puntos).
- 3 a)** Escribe (0,5 puntos; comenta (0,5 puntos).
- 4 b)** Altura (0,25 puntos); periodo (0,5 puntos).
- 5 a)** Escribe (0,5 puntos; comenta (0,5 puntos).
- 6 a)** Fuerza que actúa (0,5 puntos); explicar la ecuación (0,5 puntos).
- 6 b)** Tipo de trayectoria (0,5 puntos); relación de radios (1 punto).
- 7 a)** Enuncia (0,5 puntos; explica (0,5 puntos).
- 8 a)** Características de las lentes convergentes y divergentes (0,5 puntos); situación de los focos (0,5 puntos).
- 8 b)** Posición de la imagen (0,5 puntos); tamaño (0,25 puntos); tipo (0,25 puntos).

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija cuatro de las ocho preguntas propuestas. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

1. (2,5 puntos)

Una partícula de masa 100 g realiza un movimiento armónico simple de amplitud 3 m y cuya aceleración viene dada por la expresión $a = -9\pi^2x$ m/s². Sabiendo que se ha empezado a contar el tiempo cuando la aceleración adquiere su valor absoluto máximo en los desplazamientos positivos, calcula:

- El periodo y la constante recuperadora del sistema. (0,5 puntos)
- La expresión matemática del desplazamiento en función del tiempo, $x = x(t)$. (1 punto)
- Las energías cinética y potencial en el punto donde tiene velocidad máxima. (1 punto)

2. (2,5 puntos)

Una fuente sonora puntual emite con una potencia de 10^{-6} W.

- Determina el nivel de intensidad expresado en decibelios a 1 m de la fuente sonora. (1,25 puntos)
- ¿A qué distancia de la fuente sonora el nivel de intensidad se ha reducido a la mitad del valor anterior? (1,25 puntos)

Dato: La intensidad umbral del oído humano es $I_0 = 10^{-12}$ W/m².

3. (2,5 puntos)

- Enuncia y explica las Leyes de Kepler. (1 punto).
- Calcula la masa del Sol, considerando que la Tierra describe una órbita circular de 150 millones de kilómetros de radio y emplea 365,25 días en recorrerla por completo. (1,5 puntos).

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻²

4. (2,5 puntos)

- Explica el concepto de campo gravitatorio. (1 punto)

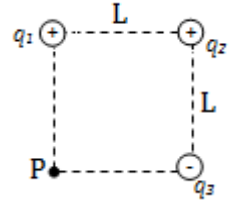
Se coloca un satélite meteorológico de 1000 kg de masa en órbita circular, a 300 km sobre la superficie terrestre. Calcular:

- El periodo de la órbita y la velocidad orbital. (0,75 puntos)
- La energía que se requiere para poner en órbita al satélite desde la superficie terrestre. (0,75 puntos)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻²; $M_{\text{Tierra}} = 5,97 \times 10^{24}$ kg; $R_{\text{Tierra}} = 6,37 \times 10^6$ m.

5. (2,5 puntos)

- a) Explica el concepto de potencial eléctrico. ¿Qué potencial eléctrico crea en su entorno una partícula con carga q ? Dibuja sus superficies equipotenciales. (1 punto)
- b) Las tres partículas de la figura, con cargas $q_1 = q_2 = 1 \mu\text{C}$ y $q_3 = -1 \mu\text{C}$ están fijas en tres vértices de un cuadrado de lado $L = 0,9 \text{ m}$. Determina el potencial eléctrico en el punto P, vértice vacante del cuadrado. (1,5 puntos)



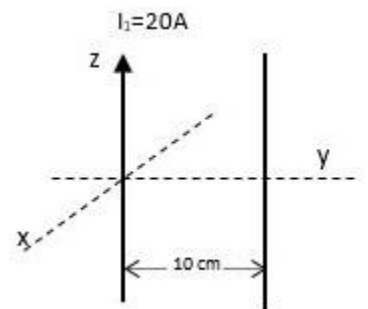
Datos: Constante de Coulomb: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

6. (2,5 puntos)

- a) Fuerza ejercida entre dos hilos conductores paralelos indefinidos, separados una distancia d y por los que circulan sendas corrientes I_1 e I_2 que llevan el mismo sentido. ¿Cómo se modifica la fuerza entre corrientes en el caso de que las intensidades lleven sentido opuesto? (1 punto)

Por un hilo conductor rectilíneo vertical de longitud infinita situado en el eje z , circula una corriente de 20 A en el sentido positivo de dicho eje. Un segundo hilo conductor, también infinitamente largo y paralelo al anterior, corta el eje y en el punto de coordenada $y = 10 \text{ cm}$. Determina:

- b) La intensidad y el sentido de la corriente del segundo hilo, sabiendo que el campo magnético resultante en el punto del eje y de coordenada $y = 2 \text{ cm}$ es nulo. (0,75 puntos)
- c) La fuerza por unidad de longitud que actúa sobre cada conductor, explicando cuál es su dirección y sentido. (0,75 puntos)



Datos: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m} \cdot \text{A}^{-1}$.

7. (2,5 puntos)

- a) Explica brevemente el efecto fotoeléctrico. ¿Qué es el potencial de frenado (o de corte)? ¿Cómo depende ese potencial de la frecuencia de la luz incidente? (1 punto)

La energía de extracción (o función de trabajo) del potasio es de $2,3 \text{ eV}$.

- b) Calcula el potencial de frenado de los electrones si se ilumina con luz de longitud de onda $\lambda = 405 \text{ nm}$. (1,5 puntos)

Datos: Carga del electrón $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$; $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

8. (2,5 puntos)

- a) Explica cuál debe ser la posición de un objeto respecto a una lente delgada convergente para obtener una imagen real e invertida. Justifícalo gráficamente mediante un trazado de rayos. (1 punto)

Disponemos de una lente cuya distancia focal imagen es $f' = -10 \text{ cm}$.

- b) Calcule la potencia de la lente. (0,5 puntos)
- c) Determine la posición y tamaño de la imagen de un objeto de 5 cm de altura cuando se coloca a 30 cm de la lente. Compruebe gráficamente sus resultados mediante un trazado de rayos. (1 punto)

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El estudiante deberá elegir un máximo de 4 preguntas a su elección. No es necesario que elija una pregunta de cada bloque. La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto. Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Si no se pide explícitamente en el enunciado no es necesario realizar una gráfica, aunque en algunos casos puede ayudar a resolver el problema con más facilidad. Cuando se trata de una cuestión práctica no es necesario hacer una introducción teórica previa a la resolución del ejercicio.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

- 1 a)** Periodo (0,25 puntos); constante recuperadora (0,25 puntos).
- 1 c)** Energía cinética (0,5 puntos); energía potencial (0,5 puntos).
- 3 a)** Enuncia (0,5 puntos); explica (0,5 puntos).
- 4 b)** Periodo (0,5 puntos); velocidad (0,25 puntos).
- 5 a)** Concepto potencial (0,5 puntos); potencial carga (0,25 puntos); dibujo superficies equipotenciales (0,25 puntos).
- 6 a)** Fuerza ejercida (0,5 puntos); cómo se modifica (0,5 puntos).
- 6 b)** Intensidad (0,5 puntos); sentido (0,25 puntos).
- 6 c)** Fuerza por unidad de longitud (0,25 puntos); dirección (0,25 puntos); sentido (0,25 puntos).
- 7 a)** Efecto fotoeléctrico (0,5 puntos); potencial de frenado (0,25 puntos); dependencia con la frecuencia (0,25 puntos).
- 8 a)** Posición (0,5 puntos); justificación gráfica (0,5 puntos).
- 8 c)** Posición (0,5 puntos); tamaño (0,5 puntos).

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija cuatro de las ocho preguntas propuestas. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

1. (2,5 puntos)

- a) Escribe la ecuación de la elongación de un movimiento vibratorio armónico simple y comenta el significado físico de las magnitudes que aparecen en dicha ecuación. (1 punto)

Una partícula realiza un movimiento armónico simple de 10 cm de amplitud y tarda 2 s en efectuar una oscilación completa. Si en el instante $t = 0$ se encuentra en el punto de velocidad cero y elongación positiva. Calcula:

- b) La expresión matemática que representa la elongación en función del tiempo. (0,5 puntos)
c) La velocidad y la aceleración de oscilación en el instante $t = 0,5$ s. (1 punto)

Nota: Considera que los desplazamientos respecto a la posición de equilibrio son positivos cuando el muelle está estirado.

2. (2,5 puntos)

- a) Un tubo de longitud $L = 34$ cm tiene uno de los extremos abierto a la atmósfera y el otro extremo cerrado. Calcula la menor frecuencia de excitación sonora para la que se formará una onda estacionaria en el interior del tubo. (1,25 puntos)
b) ¿Cuál sería su frecuencia si suponemos ahora que el tubo tiene sus dos extremos abiertos a la atmósfera? (1,25 puntos)

Dato: Velocidad de propagación del sonido en el aire $v = 340$ m/s.

3. (2,5 puntos)

Un satélite artificial de masa $m = 800$ kg describe una órbita circular en torno a la Tierra, a una altura $h = 400$ km sobre su superficie.

- a) Calcula el módulo del momento angular del satélite respecto al centro de la Tierra. Si la órbita está en el plano ecuatorial, ¿qué dirección tiene el vector momento angular L ? ¿Es L un vector constante? ¿Por qué? (1,5 puntos)
b) Determina la cantidad de energía que será necesario suministrarle para que pase a estar en una nueva órbita con una altura $h = 800$ Km. (1 punto)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M_{\text{Tierra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Tierra}} = 6371 \text{ km}$

4. (2,5 puntos)

- a) Explica el concepto de energía potencial gravitatoria. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra de masa M ? (1 punto)
b) El nanosatélite Lume-1, desarrollado en la Universidad de Vigo, de masa $m = 2,1$ kg describe una órbita en torno a la Tierra, a una altura $h = 481,44$ km sobre su superficie. Si suponemos que la órbita es circular, calcula su velocidad y su periodo. (1,5 puntos)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M_{\text{Tierra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Tierra}} = 6371 \text{ km}$

5. (2,5 puntos)

- a) ¿Qué potencial electrostático crea una carga puntual q en cualquier punto de su entorno? Explica el significado físico del potencial. (1 punto)
- b) Dos partículas puntuales de cargas $q_1 = 30 \mu\text{C}$ y $q_2 = -20 \mu\text{C}$ están situadas respectivamente en los puntos de coordenadas $(-2a, 0)$ y $(2a, 0)$ con $a = 10 \text{ cm}$. Determina el vector campo electrostático (módulo, dirección y sentido) en el punto $(0, 0)$. (0,75 puntos)
- c) ¿Qué trabajo realiza el campo para, en presencia de las cargas citadas, trasladar una carga puntual $q = 0,2 \mu\text{C}$ desde el punto $(0, 0)$ al punto $(a, 0)$? (0,75 puntos)

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

6. (2,5 puntos)

- a) Enuncia y explica las leyes de Faraday y Lenz sobre inducción electromagnética. (1 punto)

Disponemos de una bobina circular de $N = 200$ espiras y radio $R = 0,2 \text{ m}$. Atraviesa dicha bobina un campo magnético $B = 0,25 \text{ T}$ paralelo a su eje, tal como se muestra en la figura.

- b) Calcula la fuerza electromotriz (fem) inducida en los extremos de la bobina, cuando durante un intervalo de tiempo $\Delta t = 100 \text{ ms}$ y de forma lineal se duplica el campo magnético. Indica en el esquema de la figura el sentido de la corriente inducida y justifica tu respuesta. (1 punto)
- c) ¿Cuánto valdrá dicha fem si en el mismo intervalo Δt invertimos el sentido del campo? (0,5 puntos)

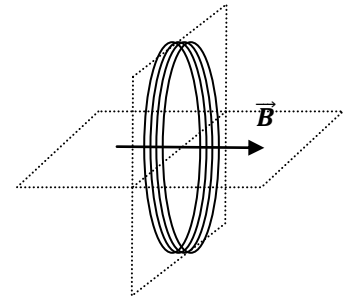


Fig. Esquema de la bobina de 200 espiras

7. (2,5 puntos)

- a) Explica en qué consiste el efecto fotoeléctrico. ¿Qué es la frecuencia umbral? (1 punto)
- b) La energía de extracción de electrones (función de trabajo) del cobre es $4,7 \text{ eV}$. Calcula la frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico en este metal. Si se ilumina con luz de 240 nm de longitud de onda, ¿cuál será el potencial de frenado de los electrones arrancados? (1,5 puntos)

Datos: Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$; carga del electrón $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$; velocidad de la luz en el vacío $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

8. (2,5 puntos)

- a) Características de las lentes convergentes y divergentes. Mediante una interpretación gráfica indica en qué posición debe colocarse un objeto delante de una lente convergente para producir una imagen virtual. (1 punto)

Se desea proyectar sobre una pantalla la imagen de una diapositiva empleando una lente delgada convergente de focal $f' = 5 \text{ cm}$ de forma que la imagen se proyecte invertida y con un tamaño 30 veces mayor que el de la diapositiva.

- b) Calcula las distancias diapositiva-lente y lente-pantalla. (1 punto)
- c) Dibuja un trazado de rayos que explique gráficamente este proceso de formación de la imagen. (0,5 puntos)



CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

- 1a)** Ecuación (0,5 puntos); significado físico (0,5 puntos).
- 1c)** Velocidad (0,5 puntos); aceleración (0,5 puntos).
- 3a)** Módulo (0,5 puntos); dirección (0,25 puntos); vector constante: (0,25 puntos); por qué (0,5 puntos).
- 4a)** Energía potencial gravitatoria (0,5 puntos); de una partícula de masa m (0,5 puntos).
- 4b)** Velocidad (0,75 puntos); periodo (0,75 puntos).
- 5a)** Potencial electrostático (0,75 puntos); significado físico (0,25 puntos).
- 5b)** Módulo (0,25 puntos); dirección (0,25 puntos); sentido (0,25 puntos).
- 6a)** Enunciar (0,5 puntos); explicar (0,5 puntos).
- 6b)** Fuerza electromotriz (0,5 puntos); sentido de la corriente (0,5 puntos).
- 7a)** Efecto fotoeléctrico (0,5 puntos); frecuencia umbral (0,5 puntos).
- 7b)** Frecuencia umbral (0,75 puntos); potencial de frenado (0,75 puntos).
- 8a)** Características (0,5 puntos); posición (0,25 puntos); gráfica (0,25 puntos).
- 8b)** Distancia diapositiva-lente (0,5 puntos); distancia lente-pantalla (0,5 puntos).

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija cuatro de las ocho preguntas propuestas. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

1. (2,5 puntos)

Supón que en el laboratorio estás realizando una práctica con un muelle que tienes colgado verticalmente de un soporte fijo.

a) Al colgar una pesa de masa $m = 100$ g de su extremo inferior, observas que el alargamiento del muelle en equilibrio es $\Delta L = 10,4$ cm. Si sustituyes la pesa por otra de masa $m' = 250$ g, ¿cuál esperas que sea el nuevo alargamiento en equilibrio? (1 punto)

b) Imagina ahora que suspendes del muelle una tercera pesa de masa desconocida. Tras dar un pequeño empujón vertical a la pesa, cronometras el tiempo que tarda en realizar 10 oscilaciones completas y obtienes 7,9 s. Supuesto que la masa del muelle es despreciable, ¿cuál será la masa de esa pesa? (1,5 puntos)

Datos: $g = 9,8$ m/s²

2. (2,5 puntos)

a) La intensidad del sonido puede medirse en decibelios (dB). Explica en qué consiste la escala decibélica de intensidad acústica (o sonoridad). (1 punto)

El nivel de intensidad sonora de la sirena de un barco es de 60 dB a 10 m de distancia. Suponiendo que la sirena es un foco emisor puntual, calcula:

b) El nivel de intensidad sonora a 1 km de distancia. (0,75 puntos)

c) La distancia a la que la sirena deja de ser audible. (0,75 puntos)

Dato: $I_0 = 10^{-12}$ W/m²

3. (2,5 puntos)

a) Explica el concepto de energía potencial gravitatoria. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra de masa M ? (1 punto)

Un satélite de masa $m = 100$ kg realiza una órbita circular terrestre con un radio que es dos veces el de la Tierra, $r = 2 R_{\text{Tierra}}$.

b) Calcula el valor de su energía mecánica. (0,75 puntos)

c) Determina la cantidad de energía que será necesario suministrarle para desplazarlo a una órbita de radio tres veces el terrestre, $r' = 3 R_{\text{Tierra}}$. (0,75 puntos)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m² kg⁻²; $M_{\text{Tierra}} = 5,97 \times 10^{24}$ kg; $R_{\text{Tierra}} = 6371$ km

4. (2,5 puntos)

a) Deduce razonadamente la expresión de la velocidad de escape de un planeta de radio R y masa M . (1 punto)

b) Calcula la velocidad de escape del planeta enano Ceres, considerando su forma aproximadamente esférica, si sabemos que su radio es 469,7 km y su densidad media es de 2077 kg/m³. (1,5 puntos)

Dato: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² kg⁻².

5. (2,5 puntos)

a) Explica el concepto de potencial eléctrico. Superficies equipotenciales. (1 punto)

En una región del espacio existe un campo eléctrico uniforme $E = 1000 \text{ N/C}$. En un punto P de esta región, donde supondremos que el potencial eléctrico es nulo, $V(P) = 0$, liberamos una partícula alfa (He^{++}) con velocidad inicial nula. Una vez que ha recorrido una distancia $d = 10 \text{ cm}$:

b) Calcula su energía potencial en el punto d. (0,75 puntos)

c) Obtén su velocidad. (0,75 puntos)

Datos: carga partícula alfa $= 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; masa partícula alfa $m = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

6. (2,5 puntos)

Dos conductores rectilíneos de gran longitud, verticales y paralelos, están separados una distancia de 50 cm. Si por ellos circulan corrientes iguales de 12 A de intensidad y sentidos opuestos, calcula el módulo del campo magnético resultante en los siguientes puntos:

a) Punto P equidistante a ambos conductores. (1,25 puntos)

b) Punto Q situado a 50 cm de un conductor y a 100 cm del otro. (1,25 puntos)

Dato: $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \text{ T m/A}$

7. (2,5 puntos)

a) Dualidad onda-corpúsculo: escribe la ecuación de De Broglie y comenta su significado e importancia física. (1 punto)

b) Calcula la longitud de onda correspondiente a un electrón con 20 eV de energía cinética. (1,5 puntos)

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

8. (2,5 puntos)

a) Enuncia y explica las leyes de la reflexión y de la refracción para la luz. (1 punto)

Un haz luminoso está constituido por dos rayos de luz superpuestos: uno azul y otro rojo de diferentes longitudes de onda. Si este haz incide desde el aire sobre la superficie plana de un vidrio con un ángulo de incidencia de 30° , calcula:

b) El ángulo que forman entre si los rayos azul y rojo reflejados. (0,75 puntos)

c) El ángulo que forman entre si los rayos azul y rojo refractados. (0,75 puntos)

Datos: Índice de refracción del vidrio para el rayo azul: $n_{\text{azul}} = 1,55$; índice de refracción del vidrio para el rayo rojo: $n_{\text{rojo}} = 1,40$; índice de refracción del aire $n_{\text{aire}} = 1$.



CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes. Se tendrá en cuenta que el alumno reconozca el error en el resultado.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

3a) Energía potencial gravitatoria (*0,5 puntos*); de una masa m (*0,5 puntos*).

5a) Potencial eléctrico (*0,5 puntos*); superficies equipotenciales (*0,5 puntos*).

7a) Ecuación de *De Broglie* (*0,5 puntos*); significado e importancia física (*0,5 puntos*).



PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

Una masa $m=0,3$ kg situada en un plano horizontal sin rozamiento y unida a un muelle horizontal, describe un movimiento vibratorio armónico. Su energía cinética máxima es de 15 J.

a) Si se sabe que entre los dos puntos del recorrido de la masa en los que tiene velocidad nula hay una distancia de 50 cm, calcule la amplitud, la frecuencia angular (o pulsación) y el periodo del movimiento y la constante elástica del muelle. (1 punto)

b) Calcule la posición, la velocidad y la aceleración de la masa en el instante $t=3$ s, teniendo en cuenta que cuando $t=0$ s la masa tiene la energía cinética máxima y se mueve según el sentido positivo del eje x. (1,5 puntos)

2. (2,5 puntos)

a) Explique el concepto de campo gravitatorio. (0,5 puntos)

Un satélite de masa 350 kg describe órbitas circulares alrededor de la Tierra a una altura de 630 km sobre la superficie.

b) ¿Cuánto vale la aceleración centrípeta del satélite? ¿Cuál es su período orbital? (1 punto)

c) ¿Cuánto vale la intensidad del campo gravitatorio creado por la Tierra a esta altura? ¿Cuál es la energía mecánica del satélite? (1 punto)

Datos: $G=6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $M_{\text{Tierra}}=5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Tierra}}=6,37 \times 10^6 \text{ m}$

3. (2,5 puntos)

a) Escriba y comente la Ley de Coulomb. (1 punto)

Las cargas $q_A = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$, $q_B = -4 \times 10^{-6} \text{ C}$ y $q_C = -8 \times 10^{-6} \text{ C}$ están situadas sobre una recta. La carga q_A está situada a 1 m de la carga q_B y la carga q_C se encuentra entre las cargas q_A y q_B .

b) Si la fuerza eléctrica total sobre la carga q_C debida a las otras dos cargas es 0, calcule la distancia entre q_C y q_A . (0,75 puntos)

c) Calcule el trabajo que se debe realizar para trasladar la carga q_C desde la posición en la que se encuentra hasta un punto equidistante de q_A y q_B . Interprete el signo del resultado. (0,75 puntos)

Dato: $k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

4. (2,5 puntos)

a) Explique en qué consiste el efecto fotoeléctrico. ¿Qué es la frecuencia umbral? (1 punto)

b) Iluminamos una muestra con radiación de longitud de onda $\lambda=23,7 \times 10^{-9} \text{ m}$. Los fotoelectrones analizados tienen una energía cinética máxima de 47,7 eV. Calcule la función de trabajo (o trabajo de extracción) del material analizado en J y en eV. (0,75 puntos)

c) Determine la frecuencia umbral para este material. ¿Cómo cambiaría esta frecuencia umbral si se duplicase la intensidad del haz de radiación UV? (0,75 puntos)

Datos: $c=3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$; $h=6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $1 \text{ eV}=1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

OPCIÓN B

1. (2 puntos)

Considere un tubo de órgano lleno de aire, abierto por sus dos extremos en el que se generan ondas estacionarias.

a) Se comprueba que en su tercer armónico el aire vibra con una frecuencia de 510 Hz. ¿Cuál es la longitud del tubo? Dibuje el perfil de la onda estacionaria, indicando la posición de nodos y vientres. (1 punto)

b) Si la nota se toca con una potencia $P=10\text{ W}$ y produce a una distancia de 1 m una intensidad sonora determinada. ¿En cuántos decibelios aumenta esta intensidad sonora a la misma distancia si se toca la nota con una potencia $2P$? (1 punto)

Dato: $v_{\text{sonido}}=340\text{ m/s}$

2. (3 puntos)

a) Enuncie y explique la ley de gravitación universal. (1 punto)

Júpiter es el objeto más másico del sistema solar después del Sol. Su órbita alrededor del Sol se puede considerar circular, con un periodo de 11,86 años. Determinar:

b) La distancia de Júpiter al Sol y la velocidad de Júpiter en su órbita alrededor del Sol. (1 punto)

c) La energía cinética y potencial de Júpiter. (1 punto)

Datos: masa de Júpiter $M_{\text{Júpiter}} = 1,9 \times 10^{27}\text{ kg}$, masa del Sol $M_{\text{Sol}} = 2,0 \times 10^{30}\text{ kg}$, constante de la gravitación universal $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.

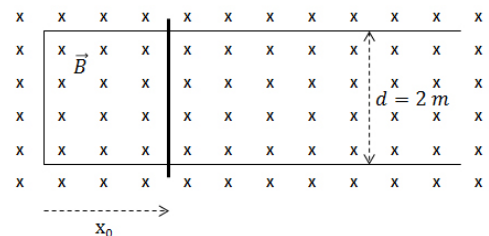
3. (2,5 puntos)

Considere una varilla conductora que desliza en contacto eléctrico con un marco, de material conductor, en forma de U. Los lados paralelos del marco conductor están separados una distancia $d=2\text{ m}$. La varilla describe un movimiento vibratorio armónico simple alrededor de la posición de equilibrio $x_0=1\text{ m}$, según la ecuación del movimiento siguiente (todas las magnitudes están expresadas en el sistema internacional: $x(t) = x_0 - 0,3 \text{ sen}(32t)$). Todo el conjunto se encuentra en el interior de un campo magnético uniforme, perpendicular al plano del marco y en el sentido de entrada al plano del papel, de módulo $B=0,5\text{ T}$.

a) ¿Cuál es el flujo del campo magnético a través de la superficie comprendida entre la varilla y la parte cerrada del marco en el instante $t=0$? (1 punto)

b) Escriba una ecuación que exprese la variación del flujo en función del tiempo. (1 punto)

c) Determine el valor máximo que alcanza la fuerza electromotriz inducida. (0,5 punto)



4. (2,5 puntos)

a) Explique qué es una lente convergente y una lente divergente. ¿Dónde están situados los focos objeto e imagen en cada una de ellas? (1 punto)

b) Determine la posición y tamaño de la imagen de un objeto de 1 cm de altura cuando se coloca a 1 m de una lente de potencia -2 dioptrías. Compruebe gráficamente sus resultados mediante un trazado de rayos. (1,5 puntos)



CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

- 1a)** Amplitud (0,25 puntos), frecuencia angular (0,25 puntos), período (0,25 puntos), constante elástica (0,25 puntos).
- 1b)** Posición (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos), aceleración (0,5 puntos).
- 2b)** Aceleración (0,5 puntos), período (0,5 puntos).
- 2c)** Intensidad (0,5 puntos), energía mecánica (0,5 puntos).
- 3c)** Trabajo (0,5 puntos), signo (0,25 puntos).
- 4a)** Explicar (0,5 puntos), frecuencia umbral (0,5 puntos).
- 4b)** En J (0,5 puntos), en eV (0,25 puntos).
- 4c)** Frecuencia umbral (0,5 puntos), cambio (0,25 puntos).

OPCIÓN B

- 1a)** Longitud de tubo (0,3 puntos), perfil (0,3 puntos), nodos y vientres (0,4 puntos).
- 2a)** Enunciar (0,5 puntos), explicar (0,5 puntos).
- 2b)** Distancia (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos).
- 2c)** Energía cinética (0,5 puntos), Energía potencial (0,5 puntos).
- 4a)** Explicación (0,5 puntos), posición de los focos (0,5 puntos).
- 4b)** Posición (0,5 puntos), tamaño (0,5 puntos), cada rayo (0,25 puntos).



Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

Un muelle de constante $k=125 \text{ N/m}$ tiene un extremo fijo y, en el otro, se sujeta una masa $m = 200 \text{ g}$ que puede deslizar sobre una superficie horizontal sin rozamiento. Alargando el muelle se desplaza la masa 12 cm de la posición de equilibrio, y a continuación se suelta. Determine:

- El periodo y la frecuencia angular (o pulsación) del movimiento armónico resultante. Escriba también la ecuación del movimiento tomando como $t=0$ el instante en el que se ha soltado la masa. (1,5 puntos)
- La velocidad máxima de la masa y los valores máximos de la energía cinética y potencial alcanzados durante el movimiento. (1 punto)

2. (2,5 puntos)

- Explique el concepto de energía potencial gravitatoria. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra partícula de masa M ? (1 punto)

El 4 de octubre de 1957 se lanzó al espacio el primer satélite artificial, el Sputnik, que describió una órbita a 586 km de altura sobre la superficie de la Tierra. Suponiendo que esta órbita era circular y sabiendo que la masa del Sputnik era $83,6 \text{ kg}$, calcule:

- El período de rotación del satélite en la órbita que describió alrededor de la Tierra y la velocidad a la que iba el Sputnik. (0,5 puntos)
- La intensidad del campo gravitatorio en su órbita y la energía mecánica del satélite. (1 punto)

Datos: $G=6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $M_{\text{Tierra}}=5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R_{\text{Tierra}}=6,37 \times 10^6 \text{ m}$

3. (2,5 puntos)

- Escriba y comente la Ley de Coulomb. (1 punto)

Tres cargas eléctricas puntuales y positivas se encuentran situadas en los vértices de un triángulo equilátero de lado $\sqrt{3} \text{ m}$. Dos de ellas tienen carga q y la tercera tiene carga $2q$, siendo $q=10^{-4} \text{ C}$. calcule:

- El campo eléctrico y el potencial eléctrico en el punto medio del lado en el que se encuentran las cargas más pequeñas (punto P). (1 punto)
- El trabajo que debe realizarse para trasladar la carga $2q$ desde el vértice donde se encuentra hasta el punto P. (0,5 puntos)

Dato: $k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

4. (2,5 puntos)

- Enuncie y explique la Ley de desintegración exponencial radiactiva. (1 punto)

Un gramo de unos restos óseos contiene $9,5 \times 10^8$ átomos de carbono 14 (C-14). El análisis de una muestra actual de características similares revela que en el momento de la muerte de los animales los huesos tenían $6,9 \times 10^9$ átomos de C-14 por cada gramo.

- Calcule la constante de desintegración y determine la antigüedad de los restos si sabemos que el período de semidesintegración del C-14 es de 5730 años. (1,5 puntos)

OPCIÓN B

1. (2 puntos)

Las cuerdas de una guitarra vibran entre dos puntos fijos. Considere que la cuerda de una guitarra mide 0,65 m de longitud y vibra con una frecuencia fundamental de 440 Hz.

- ¿Cuál es la longitud de onda del armónico fundamental? Calcule la velocidad de propagación de las ondas que, por superposición, han generado la onda estacionaria de la cuerda. (1 punto)
- Calcule la frecuencia del segundo armónico y dibuje el perfil de su onda estacionaria indicando en qué posiciones de la cuerda se localizan nodos y vientres. (1 punto)

2. (3 puntos)

- Enuncie y explique las leyes de Kepler. (1 punto)
- La Tierra y Venus describen órbitas en torno al Sol, siendo el radio medio de la órbita de Venus 0,72 veces el radio orbital de la Tierra. Suponiendo válida la aproximación de órbitas circulares, calcule la duración del año 'venusiano'. (1 punto)
- Determine la relación de las velocidades orbitales y el cociente entre los momentos angulares de la Tierra y de Venus, con respecto al centro del Sol. (1 punto)

Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$. $M_{\text{Tierra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $M_{\text{Venus}} = 4,87 \cdot 10^{24} \text{ kg}$, año terrestre = 365 días.

3. (3 puntos)

- Escriba la expresión de la Fuerza de Lorentz que actúa sobre una partícula de carga q que se mueve con velocidad \vec{v} en una región donde hay un campo magnético \vec{B} . Explique las características de esta fuerza. (1 punto)

Un protón que lleva una velocidad de $1,00 \times 10^5 \text{ m/s}$ según el sentido positivo del eje x entra en un espectrómetro de masas en el que hay un campo magnético $\vec{B} = 1,00 \times 10^{-2} T \vec{k}$.

- Calcule la fuerza (módulo, dirección y sentido) que actúa sobre el protón. Determine el radio de su trayectoria. (1 punto)
- Calcule el campo magnético (módulo, dirección y sentido) necesario para que, si entra un electrón con la misma velocidad que el protón en el espectrómetro, describa la misma trayectoria. (1 punto)

Datos: $k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; carga del protón $q_p = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$; carga del electrón $q_e = -1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$; masa del electrón $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$; masa del protón $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

4. (2 puntos)

Cuando colocamos un objeto de 1 cm de altura a 12 cm de un espejo esférico cóncavo se forma una imagen virtual a 24 cm del espejo.

- ¿Qué tamaño tendrá la imagen? Calcule el radio de curvatura del espejo y su distancia focal. (1,5 puntos)
- Dibuje el trazado de rayos correspondiente a la situación descrita. (0,5 puntos)

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

- 1a)** Período (0,5 puntos), frecuencia angular (0,5 puntos), ecuación (0,5 puntos).
1b) Velocidad máxima (0,4 puntos), energía cinética (0,3 puntos), energía potencial (0,3 puntos).
2a) Concepto (0,5 puntos), energía potencia de una masa m (0,5 puntos).
2b) Período (0,25 puntos), velocidad (0,25 puntos).
2c) Intensidad (0,5 puntos), energía mecánica (0,5 puntos).
3b) Campo eléctrico (0,5 puntos), potencial eléctrico (0,5 puntos).
4a) Enunciar (0,5 puntos), explicar (0,5 puntos).
4b) Constante (0,5 puntos), antigüedad (1 punto).

OPCIÓN B

- 1a)** Longitud de onda (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos).
1b) Frecuencia (0,3 puntos), perfil (0,3 puntos), nodos y vientres (0,4 puntos).
2c) Relación de velocidades (0,5 puntos), cociente de momentos angulares (0,5 puntos).
3a) Expresión (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).
3b) Módulo (0,25 puntos), dirección (0,25 puntos), sentido (0,25 puntos), radio (0,25 puntos).
3c) Módulo (0,4 puntos), dirección (0,3 puntos), sentido (0,3 puntos).
4a) Tamaño (0,5 puntos), radio (0,5 puntos), focal (0,5 puntos).
4b) Cada rayo (0,25 puntos).

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

Una partícula de masa $m = 10$ g oscila armónicamente a lo largo del eje OX en la forma $x = A \sin \omega t$, con $A = 0,2$ m y $\omega = 10\pi$ rad·s⁻¹.

- Determine y represente gráficamente la fuerza que actúa sobre la partícula en función del tiempo para dos periodos completos de la oscilación. (1 punto)
- Calcule la energía mecánica de la partícula. (0,5 puntos)
- Determine y represente gráficamente la energía cinética de m en función del tiempo para dos periodos completos de la oscilación. (1 punto)

2. (2,5 puntos)

- Momento angular de una partícula respecto de un punto: definición; teorema de conservación. (1 punto)

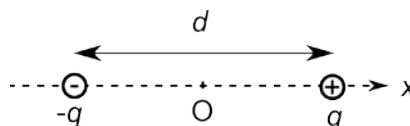
El cometa Halley describe una órbita elíptica de gran excentricidad en torno al sol. La relación de distancias al sol en el afelio, R_a , y en el perihelio, R_p , es $R_a/R_p = 62$.

- Calcule la relación (cociente) entre los valores en el afelio y en el perihelio de las siguientes magnitudes del cometa Halley: momento angular respecto del sol, energía cinética y energía potencial gravitatoria. (1,5 puntos)

3. (2,5 puntos)

- Explique el concepto de *líneas de campo eléctrico* y el de *superficies equipotenciales*. Dibuje las líneas de campo eléctrico y las superficies equipotenciales alrededor de una carga puntual positiva. (1,5 puntos)

Un dipolo eléctrico es un sistema formado por dos cargas iguales, pero de signos contrarios. En la figura se muestra un dipolo cuyas cargas, separadas una distancia d , se colocan sobre el eje x simétricamente respecto al origen de coordenadas.



- Determine el campo eléctrico (módulo, dirección y sentido) y el potencial en el origen de coordenadas (1 punto)

Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ N·m²·C⁻², $q = 1$ μC, $d = 1$ mm, 1 μC = 10^{-6} C.

4. (2,5 puntos)

- Enuncie y explique la *Ley de desintegración exponencial radiactiva*. (1 punto)

Analizando una muestra de material radiactivo se comprueba que al cabo de un año su actividad es una décima parte de la inicial.

- Determine la constante de desintegración del material. (1 punto)
- Calcule el periodo de semidesintegración. (0,5 puntos)

OPCION B

1. (2,5 puntos)

- a)** Explique en qué consiste la *escala decibélica de intensidad acústica* (o *sonoridad*). ¿Qué son el umbral de audición y el umbral de dolor? (1 punto)

Un altavoz emite en el espacio con una potencia de 1 W uniformemente distribuida en todas las direcciones.

- b)** ¿Qué intensidad acústica (medida en dB) recibirá un detector situado a 1 m de distancia del altavoz? ¿A qué distancia habrá que poner el detector para que detecte la mitad de intensidad acústica? (1,5 puntos)

Dato: Intensidad umbral del oído humano $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

2. (2,5 puntos)

Una nave espacial de masa $m = 300 \text{ kg}$ se encuentra en la superficie de Marte.

- a)** Calcule la velocidad de escape de la nave desde la superficie de Marte. (0,5 puntos)

Se le comunica a la nave una velocidad vertical inicial de 4 km/s.

- b)** Calcule la altura máxima que alcanzará la nave respecto de la superficie de Marte. (1,5 puntos)

- c)** Calcule el peso de la nave a dicha altura. (0,5 puntos)

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$; masa y radio de Marte $M_M = 6,42 \cdot 10^{23} \text{ kg}$, $R_M = 3397 \text{ km}$.

3. (2,5 puntos)

- a)** Escriba la expresión de la *fuerza de interacción magnética entre corrientes rectilíneas y paralelas*. Explique el significado de cada uno de los términos de la expresión. Basándose en ella, enuncie la *definición de Amperio*. (1 punto)

Dos hilos conductores rectos, paralelos y de longitud infinita se encuentran separados una distancia $d = 1 \text{ m}$. Por los conductores circulan corrientes en el mismo sentido y la fuerza por unidad de longitud que ejerce un conductor sobre el otro es de 10^{-6} N/m .

- b)** Si por el conductor 1 pasa una corriente $I_1 = 2 \text{ A}$, calcule la corriente que circula por el conductor 2. (0,5 puntos)

- c)** Calcule el campo magnético (módulo, dirección y sentido) en un punto P situado entre los cables, a distancia $d/5$ del conductor 2. (1 punto)

Dato: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ m}\cdot\text{kg}\cdot\text{C}^{-2}$.

4. (2,5 puntos)

Los espejos de garaje producen siempre una imagen derecha de los objetos, independientemente de su posición respecto del espejo.

- a)** ¿Qué tipo de espejo es, convexo o cóncavo? Justifique su respuesta mediante trazado de rayos.. (1,5 puntos)

- b)** Calcule el radio de curvatura de un espejo que permite observar la imagen de un coche, colocado a 3 m de distancia delante del espejo, con la mitad de tamaño que el objeto. (1 punto)



CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

- 1a) Fuerza (0,5 puntos), representación (0,5 puntos).
1c) Energía cinética (0,5 puntos), representación (0,5 puntos).
2a) Definición (0,5 puntos), teorema de conservación (0,5 puntos).
2b) Cada magnitud (0,5 puntos).
3a) Líneas de campo (0,5 puntos), sup. equipotenciales (0,5 puntos), cada dibujo (0,25 puntos).
3b) Campo eléctrico (0,6 puntos), potencial (0,4 puntos).
4a) Enunciado (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).

OPCIÓN B

- 1a) Explicación (0,5 puntos), umbral de audición (0,25 puntos), umbral de dolor (0,25 puntos).
1b) Intensidad en dB (0,7 puntos), distancia (0,8 puntos).
3a) Expresión (0,3 puntos), explicación (0,3 puntos), definición de amperio (0,4 puntos).
4a) Tipo de espejo (0,5 puntos), cada rayo (0,5 puntos).



Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (3 puntos)

- a) ¿Qué es una onda estacionaria? Explique qué condiciones deben cumplirse para que se forme una onda estacionaria en un tubo con los dos extremos abiertos a la atmósfera. (1 punto)

Tenemos un tubo de longitud $L = 1,7$ m que tiene los dos extremos abiertos a la atmósfera.

- b) Calcule las dos frecuencias de excitación sonora más bajas que producirán ondas estacionarias en el tubo. (1 punto)
- c) Represente para cada una de las frecuencias anteriores la onda estacionaria que se forma en el tubo, señalando la posición de los nodos y vientres que aparecen. (1 punto)

Dato: velocidad del sonido en el aire, $v = 340$ m/s.

2. (2 puntos)

- a) Enuncie y explique las *Leyes de Kepler*. (1 punto)

Ío y Calisto son dos satélites que orbitan alrededor de Júpiter. Ío tiene un periodo orbital de 1,8 días y el radio de su órbita es 6 veces el radio de Júpiter. El periodo orbital de Calisto es de 16,7 días.

- b) Suponiendo que Ío y Calisto describen órbitas circulares, calcule el radio de la órbita de Calisto. (1 punto)

Dato: radio de Júpiter, $R_J = 71500$ km.

3. (2,5 puntos)

- a) Enuncie y comente la *Ley de Coulomb*. (1 punto)

Tres partículas cargadas $q_1 = 3$ nC, $q_2 = -3$ nC y $q_3 = -5$ nC están situadas en los puntos de coordenadas $q_1: (-1,1)$, $q_2: (1,1)$ y $q_3: (0,-1)$, expresadas en metros.

- b) Determine la fuerza neta (módulo, dirección y sentido) que actúa sobre la carga q_3 . (1,5 puntos)

Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ N·m²·C⁻², 1 nC = 10⁻⁹ C.

4. (2,5 puntos)

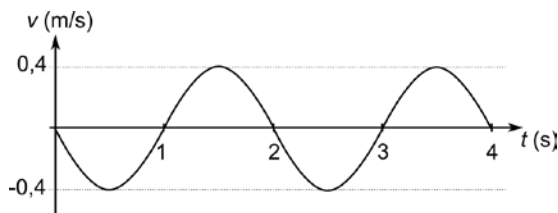
La lente de una máquina fotocopidora se utiliza para capturar la imagen de una hoja situada a 20 cm de distancia de la lente, de forma que la imagen que se forma sobre el sensor de la fotocopidora es invertida y del mismo tamaño que el objeto.

- a) ¿A qué distancia del objetivo debemos colocar el sensor? Calcule la focal imagen que debe tener la lente. ¿Debe ser una lente convergente o divergente? (1,5 puntos)
- b) Compruebe gráficamente los resultados mediante un trazado de rayos. (1 punto)

OPCION B

1. (2,5 puntos)

Una masa $m = 100$ g oscila armónicamente colgada del extremo de un muelle. La velocidad de la masa en función del tiempo se representa en la gráfica.



- Determine la amplitud y la frecuencia de dicha oscilación. Calcule la constante elástica K del muelle. (1,5 puntos)
- Escriba la función $x(t)$ que describe la posición de la masa respecto de la posición de equilibrio. Represente gráficamente $x(t)$ para dos periodos completos de oscilación. (1 punto)

2. (3 puntos)

- Enuncie y comente la *Ley de Gravitación Universal*. (1 punto)

Caronte es un satélite que orbita alrededor de Plutón con una órbita prácticamente circular de periodo 6,39 días.

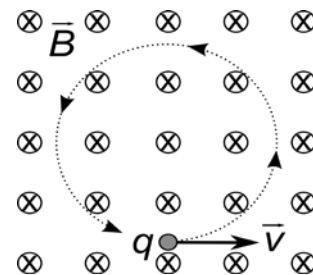
- A partir de los datos de Caronte y Plutón, calcule la masa de Plutón. (1 punto)
- Calcule el campo gravitatorio (módulo, dirección y sentido) en el punto medio de la línea que une los centros de Caronte y Plutón. (1 punto)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$;
masa de Caronte, $M_C = 1,52 \cdot 10^{21} \text{ kg}$; distancia Plutón-Caronte, $r = 19570 \text{ km}$

3. (2,5 puntos)

- Escriba la expresión de la *Fuerza de Lorentz* que actúa sobre una partícula de carga q que se mueve con velocidad \vec{v} en una región donde hay un campo magnético \vec{B} . Explique las características de esta fuerza. (1 punto)

Una partícula de masa m con carga eléctrica q se mueve en el seno de un campo magnético B , en dirección perpendicular al campo, con una velocidad v , de forma que describe una trayectoria circular de radio R , tal como se muestra en la figura.



- Calcule el valor de la carga q y deduzca razonadamente su signo. (1 punto)
- Si la misma carga se moviese en dirección paralela al campo, ¿cuál sería el radio de la trayectoria? (0,5 puntos)

Datos: $m = 3,82 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$, $B = 5 \cdot 10^{-6} \text{ T}$, $v = 4 \text{ m/s}$, $R = 19,1 \text{ cm}$.

4. (2 puntos)

- Explique en qué consiste el *efecto fotoeléctrico*. ¿Qué es el *trabajo de extracción*? (1 punto)

Se observa que se produce efecto fotoeléctrico cuando la luz que incide sobre una muestra de platino tiene una longitud de onda inferior a 209 nm.

- ¿Qué energía cinética máxima, expresada en eV, tendrán los electrones emitidos cuando iluminamos la muestra de platino con luz de 145 nm? (1 punto)

Datos: Constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

1. El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
2. La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

3. El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
4. La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
5. La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
6. La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
7. El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

- 1a) Definición (0,5 puntos), condiciones (0,5 puntos).
- 1b) Cada frecuencia (0,5 puntos).
- 1c) Cada representación (0,5 puntos).
- 3a) Expresión (0,5 p), comentario (0,5 puntos).
- 4a) Distancia (0,5 puntos), focal (0,5 puntos), tipo de lente (0,5 puntos).
- 4b) Cada rayo (0,5 puntos).

OPCIÓN B

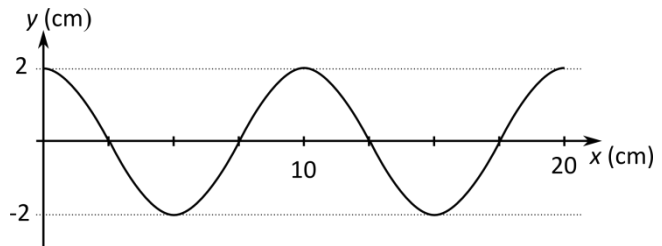
- 1a) Amplitud (0,5 puntos), frecuencia (0,5 puntos), constante elástica (0,5 puntos).
- 1b) Expresión (0,5 puntos), representación (0,5 puntos).
- 3a) Expresión (0,5 puntos), características (0,5 puntos).
- 3b) Valor absoluto de la carga (0,5 puntos), signo (0,5 puntos).
- 4a) Efecto fotoeléctrico (0,5 puntos), trabajo de extracción (0,5 puntos).

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

Por una cuerda tensa se propaga, en el sentido positivo del eje x , una onda armónica transversal. Los puntos de la cuerda oscilan con una frecuencia $f = 4$ Hz. En la gráfica se representa la posición de los puntos de la cuerda en el instante $t = 0$.



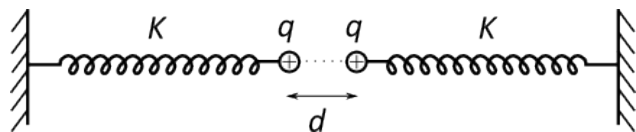
- Determine la longitud de onda y la velocidad de propagación de la onda. (1 punto)
- Escriba la función de onda correspondiente, en unidades S.I. (1 punto)
- Calcule la máxima velocidad de oscilación transversal de los puntos de la cuerda. (0,5 puntos)

2. (2,5 puntos)

- Momento angular de una partícula respecto de un punto: definición; teorema de conservación. (1 punto)
- La órbita de Plutón en torno al Sol es elíptica. La relación de distancia entre su afelio y su perihelio es $5/3$. Calcule la relación (cociente) entre los valores en el afelio y en el perihelio de las siguientes magnitudes de Plutón: momento angular respecto al centro del Sol, energía cinética y energía potencial gravitatoria. (1,5 puntos)

3. (2,5 puntos)

- Escriba y comente la Ley de Coulomb. ¿Qué relación existe entre fuerza electrostática y el campo electrostático? (1,5 puntos)
- Disponemos de un sistema para medir la carga eléctrica compuesto por dos muelles de constante elástica $K = 10$ N/m que tienen en sus extremos unas pequeñas esferas. Cuando las esferas están descargadas se encuentran en contacto y los muelles en su longitud natural. Cuando cargamos las esferas con la misma carga, se separan una distancia de 10 cm. Calcule la carga de las esferas. (1 punto)



Datos: $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ N·m²·C⁻².

4. (2,5 puntos)

- Explique en qué consiste el efecto fotoeléctrico. ¿Qué es la frecuencia umbral? (1 punto)
- La energía de extracción de electrones (función de trabajo) del oro es 5,1 eV. Calcule la frecuencia umbral para el efecto fotoeléctrico de este metal. Calcule el potencial de frenado de los electrones arrancados cuando se ilumina una muestra de oro con luz de 230 nm de longitud de onda. (1,5 puntos)

Datos: 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; carga del electrón $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C; 1 eV = $1,60 \cdot 10^{-19}$ J; 1 nm = 10^{-9} m.

OPCION B

1. (2,5 puntos)

Una partícula describe un movimiento armónico simple a lo largo del eje x , de amplitud $A = 2 \text{ m}$, frecuencia angular $\omega = 2 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$ y fase inicial nula.

a) Determine la posición y la velocidad de la partícula en función del tiempo. (1 punto)

b) Calcule la energía cinética y la energía potencial de la partícula en función del tiempo. Represente la energía cinética para dos periodos de oscilación completos. (1,5 puntos)

Datos: Masa de la partícula: 100 g.

2. (2,5 puntos)

a) Enuncie y explique la ley de gravitación universal. (1 punto)

La nave Apolo 11 permitió la llegada del hombre a la Luna en 1969. Para ello orbitó alrededor de ella con un periodo de 119 minutos y a una distancia media del centro de la Luna de 1850 km. Suponiendo que su órbita fue circular, determine:

b) La velocidad orbital del Apolo 11. (0,5 puntos)

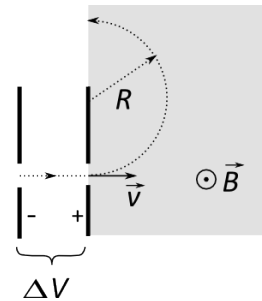
c) La masa de la Luna. (1 punto)

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

3. (2,5 puntos)

a) Escribe la expresión de la *Fuerza de Lorentz* que actúa sobre una partícula de carga q que se mueve con velocidad \vec{v} en una región donde hay un campo magnético \vec{B} . Explica las características de esta fuerza y qué circunstancias deben cumplirse para que la partícula describa una trayectoria circular. (1,5 puntos)

b) Un electrón de velocidad inicial nula es acelerado mediante un campo eléctrico entre dos placas entre las que existe una diferencia de potencial $\Delta V = 500 \text{ V}$. Después penetra en una región donde existe un campo magnético perpendicular a \vec{v} y de intensidad $B = 10^{-3} \text{ T}$. Calcula la velocidad v que tiene el electrón al pasar por la segunda placa y el radio R de la trayectoria que describe en la región de campo \vec{B} . (1 punto)



Datos: Carga del electrón: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; masa del electrón $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

4. (2,5 puntos)

a) Enuncie y explique las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz. (1 punto)

Una lámina de aceite (índice de refracción $n = 1,47$) de caras planas y paralelas y espesor d se encuentra entre el aire y el agua. Un rayo de luz monocromática de frecuencia $f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ incide desde el agua en la lámina.

b) Determine las longitudes de onda del rayo en el agua y en el aceite. (0,5 puntos)

c) Calcule el ángulo de incidencia en la superficie de separación agua-aceite a partir del cual se produce reflexión total interna en la superficie de separación aceite-aire. (1 punto)

Datos: Índice de refracción del agua, $n_{\text{agua}} = 1,33$; índice de refracción del aire, $n_{\text{aire}} = 1$; velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.



El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

1a) Longitud de onda (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos).

2a) Definición (0,5 puntos), teorema conservación (0,5 puntos).

2b) Cada relación (0,5 puntos).

3a) Expresión (0,5 puntos), comentario (0,5 puntos), relación con el campo (0,5 puntos).

4a) Efecto fotoeléctrico (0,5 puntos), frecuencia umbral (0,5 puntos).

4b) Frecuencia umbral (0,5 puntos), potencial de frenado (1 punto).

OPCIÓN B

1a) Posición (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos).

1b) Cada energía (0,5 puntos), representación (0,5 puntos).

2a) Enunciado (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).

3a) Expresión (0,5 puntos), características (0,5 puntos), trayectoria circular (0,5 puntos).

3b) Velocidad (0,5 puntos), radio (0,5 puntos).

4a) Reflexión (0,5 puntos), refracción (0,5 puntos).

4b) En agua (0,25 puntos), en aceite (0,25 puntos).



Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

- a) ¿Qué es una onda estacionaria? Explique qué condiciones deben cumplirse para que se forme una onda estacionaria en una cuerda con los dos extremos fijos. (1 punto)

Considere una cuerda de longitud $L = 1,5$ m con ambos extremos fijos. Cuando se excita transversalmente con una frecuencia $f = 100$ Hz se forma una onda estacionaria con dos vientres.

- b) Calcule la longitud de onda y la velocidad de propagación de ondas en dicha cuerda. (1 punto)
c) ¿Para qué frecuencia inferior a la dada se formará onda estacionaria en la cuerda? (0,5 puntos)

2. (2,5 puntos)

- a) Explique el concepto de *campo gravitatorio*. ¿Qué campo creará una partícula? ¿Y varias partículas? (1 punto)

El planeta Marte es aproximadamente esférico, de radio $R_M = 3,39 \cdot 10^6$ m, y el valor de la gravedad en su superficie es $g_M = 3,71$ m/s²

- b) Calcule la densidad media del planeta Marte y la velocidad de escape desde su superficie. (1 punto)
c) Calcule a qué altura sobre la superficie de Marte el valor de la gravedad se reduce a la mitad (0,5 puntos)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²·kg⁻².

3. (2,5 puntos)

Dos conductores rectilíneos, verticales y paralelos, A a la izquierda y B a la derecha, distan entre sí 20 cm. Por ellos circulan corrientes $I_A > I_B$. Cuando las corrientes circulan en el mismo sentido, el campo magnético en el punto central entre ambas corrientes es de 4 nT, mientras que cuando circulan en sentidos opuestos el campo magnético en dicho punto es de 8 nT.

- a) Dibuje un esquema de los campos creados por cada corriente y del campo total para cada uno de los dos casos indicados (mismo sentido y sentido opuesto de las corrientes). (1 punto)
b) Calcule el valor de I_A e I_B . (1,5 puntos)

Datos: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ m·kg·C⁻², 1nT = 10⁻⁹ T.

4. (2,5 puntos)

- a) Defina las siguientes magnitudes asociadas a los procesos de desintegración radiactiva: Actividad radiactiva (A), periodo de semidesintegración (T) y vida media (τ). (1,5 puntos)
b) El ⁹⁹Tc es un isótopo radiactivo, emisor de rayos gamma, que cuando se inyecta en el cuerpo humano se concentra en los huesos, por lo que se emplea en técnicas de radiodiagnóstico. Tiene un periodo de semidesintegración de 6 horas. Si se inyecta a un paciente una dosis de ⁹⁹Tc. ¿Al cabo de cuánto tiempo quedará en el organismo sólo el 10 % de la cantidad inicial? (1 punto)

OPCION B

1. (2,5 puntos)

- a)** Escribe la función que describe la elongación de un movimiento armónico simple y comenta el significado físico de las magnitudes que aparecen en dicha función. (1 punto)

Un bloque de masa $M = 0,4$ kg desliza sobre una superficie horizontal sin rozamiento sujeto al extremo de un muelle horizontal. La amplitud del movimiento es $A = 20$ cm y la elongación en el instante inicial es $x = -20$ cm. La energía total es 2 J. Calcule:

- b)** La constante elástica del resorte. (0,5 puntos)
c) La función que describe el movimiento del bloque. (1 punto)

2. (3 puntos)

- a)** Explique el concepto de *energía potencial gravitatoria*. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra partícula de masa M ? (1 punto)

Fobos es el satélite más grande de Marte. Tiene una masa $m = 1,072 \cdot 10^{16}$ kg y describe una órbita alrededor de Marte, que supondremos circular, a una altura de 5980 km sobre la superficie de Marte. Calcule:

- b)** El periodo de la órbita de Fobos alrededor de Marte. (1 punto)
c) Su energía mecánica total (energía cinética más potencial). (1 punto)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; radio de Marte, $R_M = 3397$ km; masa de Marte, $M_M = 6,42 \cdot 10^{23}$ kg.

3. (2,5 puntos)

- a)** Escriba y comente la *Ley de Coulomb*. (1 punto)

Tres partículas cargadas $q_1 = 5 \mu\text{C}$, $q_2 = -5 \mu\text{C}$ y q_3 , de carga desconocida, están situadas en los puntos de coordenadas $q_1: (-1, 1)$, $q_2: (1, 1)$ y $q_3: (-1, 0)$, expresadas en metros.

- b)** Determine el valor de la carga q_3 para que una carga situada en el origen de coordenadas no experimente ninguna fuerza neta. (1 punto)
c) Con el valor de q_3 obtenido en el apartado anterior, calcule el potencial electrostático en el origen debido a las 3 cargas. (0,5 puntos)

Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$, $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.

4. (2 puntos)

Deseamos utilizar un espejo para observar una pequeña imperfección de nuestra piel. Queremos que la imagen sea virtual, derecha y 5 veces más grande. Si colocamos la cara a 25 cm del espejo.

- a)** ¿Qué tipo de espejo debemos emplear: convexo, cóncavo o plano? Justifique su elección mediante un trazado de rayos. (1 punto)
b) Determine la posición de la imagen y el radio de curvatura del espejo. (1 punto)



El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

1a) Definición (0,5 puntos), condiciones (0,5 puntos).

1b) Longitud de onda (0,5 puntos), velocidad de propagación (0,5 puntos).

2a) Concepto (0,4 puntos), una partícula (0,3 puntos), varias partículas (0,3 puntos).

2b) Densidad (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos).

3a) Mismo sentido (0,5 puntos), sentido opuesto (0,5 puntos).

4a) Actividad radiactiva (0,5 puntos), periodo de semidesintegración (0,5 puntos), vida media (0,5 puntos).

OPCIÓN B

2a) Concepto (0,5 puntos), una partícula (0,5 puntos).

4a) Tipo (0,4 puntos), cada rayo (0,3 puntos).

4b) Posición (0,5 puntos), radio de curvatura (0,5 puntos).

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

a) Explique el fenómeno de *interferencia* entre dos ondas. (1 punto)

Por una cuerda tensa se propagan dos ondas armónicas $y_1(x,t) = +0,02 \cdot \sin(2\pi t + 20\pi x)$ e $y_2(x,t) = -0,02 \cdot \sin(2\pi t - 20\pi x)$ (expresadas en unidades S.I.). La interferencia de ambas produce una onda estacionaria.

b) Determine la ecuación de la onda estacionaria resultante. (1 punto)

c) Calcule la distancia entre dos nodos consecutivos. (0,5 puntos)

Dato: $\sin\alpha - \sin\beta = 2 \sin[(\alpha - \beta)/2] \cos[(\alpha + \beta)/2]$

2. (2,5 puntos)

a) Explique el concepto de *campo gravitatorio*. ¿Qué campo creará una partícula? ¿Y varias partículas? (1 punto)

El planeta Júpiter es aproximadamente esférico, de radio $R_J = 7,15 \cdot 10^7$ m, y tiene una masa $M_J = 1,9 \cdot 10^{27}$ kg.

b) Calcule la aceleración de la gravedad en la superficie de Júpiter. (0,5 puntos)

c) ¿A qué altura h sobre la superficie de Júpiter se reduce el campo gravitatorio al 20% del valor en la superficie? (1 punto)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²·kg⁻².

3. (2,5 puntos)

Dos conductores rectilíneos, verticales y paralelos, A a la izquierda y B a la derecha, distan entre sí 20 cm. Por A circula una corriente $I_A = 10$ A hacia arriba. El campo magnético en un punto situado a 8 cm a la izquierda de A es nulo.

a) Calcule la intensidad de corriente que circula por B. ¿En qué sentido circula? (1 punto)

b) Explique con ayuda de un esquema si hay algún punto entre los dos conductores donde el campo magnético sea nulo. (0,5 puntos)

c) Calcule la fuerza por unidad de longitud que un conductor A ejerce sobre el B. Indique su dirección y sentido. (1 punto)

Datos: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ m·kg·C⁻².

4. (2,5 puntos)

a) Enuncie y explique la *Ley de desintegración exponencial radiactiva*. (1 punto)

El método de datación radiactiva ¹⁴C, se emplea para determinar la edad de materiales arqueológicos de origen orgánico. Se basa en el hecho de que el carbono ¹⁴C presente en los seres vivos tiene un periodo de semidesintegración de 5570 años.

b) Calcule la constante de desintegración del ¹⁴C y su vida media. (0,5 puntos)

c) Un fragmento de madera encontrado en un yacimiento arqueológico presenta un contenido de ¹⁴C que es el 57% del que poseen las maderas de la zona en la actualidad. Determine la antigüedad del fragmento. (1 punto)

OPCIÓN B

1. (3 puntos)

- a) Escriba la ecuación de la elongación de un movimiento armónico simple y comente el significado físico de las magnitudes que aparecen en dicha ecuación. (1 punto)

Un bloque de masa $M = 0,4$ kg desliza sobre una superficie horizontal sin rozamiento sujeto al extremo de un muelle horizontal de constante elástica $k = 10$ N/m. Cuando pasa por la posición de equilibrio del sistema masa-muelle lleva una velocidad $v_0 = 1$ m/s.

- b) Calcule la frecuencia y la amplitud de las oscilaciones de M . (1 punto)
- c) Determine la posición del centro de M en función del tiempo, $x(t)$, a partir del instante ($t = 0$) en que pasa por la posición de equilibrio ($x = 0$) moviéndose hacia la derecha. Represente gráficamente $x(t)$ para dos periodos de oscilación. (1 punto)

2. (3 puntos)

- a) Explique el concepto de *energía potencial gravitatoria*. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra partícula de masa M ? (1 punto)

La nave Sputnik 1 fue el primer intento no fallido de poner en órbita un satélite artificial alrededor de la Tierra. Tenía una masa de 83,6 kg y describió una órbita alrededor de la Tierra, que supondremos circular, con un periodo de 96,2 minutos. Calcule:

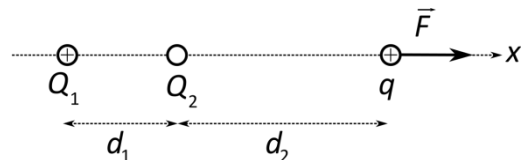
- b) La altura sobre la superficie de la Tierra a la que se encontraba el Sputnik 1. (1 punto)
- c) Su energía mecánica total (energía cinética más potencial). (1 punto)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²·kg⁻²; radio de la Tierra, $R_T = 6,38 \cdot 10^6$ m; masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg.

3. (2 puntos)

- a) Escriba y comente la *Ley de Coulomb*. (1 punto)

- b) Sobre el eje x se sitúa una carga $Q_1 = 4$ μ C. A una distancia $d_1 = 12$ cm a la derecha de Q_1 colocamos una segunda carga Q_2 , y a distancia $d_2 = 8$ cm a la derecha de Q_2 se sitúa una tercera carga $q = 3$ μ C. La fuerza total que actúa sobre la carga q es $F = 150$ N en la dirección positiva del eje x . Determine el valor (con su signo) de la carga Q_2 . (1 punto)



Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$ N·m²·C⁻²; 1 μ C = 10^{-6} C.

4. (2 puntos)

Disponemos de una lente cuya distancia focal imagen es $f' = -20$ cm.

- a) Calcule la potencia de la lente. (0,5 puntos)
- b) Determine la posición y tamaño de la imagen de un objeto de 5 cm de altura cuando se coloca a 30 cm de la lente. (1 punto)
- c) Compruebe gráficamente sus resultados mediante un trazado de rayos. (0,5 puntos)



El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

2a) Concepto (0,4 puntos), una partícula (0,3 puntos), varias partículas (0,3 puntos).

3a) Intensidad (0,5 puntos), dirección y sentido (0,5 puntos).

3c) Módulo (0,5 puntos), dirección y sentido (0,5 puntos).

4b) Constante desintegración (0,25 puntos), vida media (0,25 puntos).

OPCIÓN B

1b) Frecuencia (0,5 puntos), amplitud (0,5 puntos).

1c) Ecuación (0,5 puntos), representación (0,5 puntos).

2a) Concepto (0,5 puntos), expresión (0,5 puntos).

3a) Expresión (0,5 puntos), comentario (0,5 puntos).

4b) Posición (0,5 puntos), tamaño (0,5 puntos).

4c) Cada rayo (0,25 puntos).

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

Una partícula de masa m describe, sobre el eje x , un M.A.S. de amplitud A y frecuencia angular ω . En $t = 0$ pasa por la posición de equilibrio, donde tomamos $x = 0$.

a) Escriba las ecuaciones de la posición y la velocidad de la partícula en función del tiempo. (1 punto)

b) Calcule la energía potencial y cinética de la partícula en función del tiempo. (1 punto)

c) ¿Para qué valores de t será máxima la energía potencial? ¿Y la energía cinética? (0,5 puntos)

Datos: $m = 0,5$ kg, $A = 2$ m, $\omega = 2$ rad/s.

2. (3 puntos)

a) Escriba y comente la Ley de Gravitación Universal. (1 punto)

Un satélite de masa $m = 250$ kg está en órbita circular en torno a la Tierra a una altura $h = 500$ km sobre su superficie. Calcule:

b) Su velocidad y su período de revolución. (1 punto)

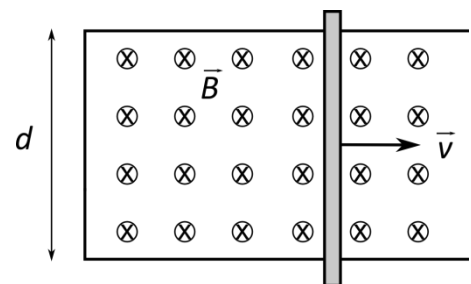
c) La energía necesaria para poner el satélite en órbita con esa velocidad. (1 punto)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²·kg⁻²; masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg; radio de la Tierra, $R_T = 6,37 \cdot 10^6$ m.

3. (2,5 puntos)

a) Enuncie y explique las leyes de Faraday y Lenz sobre inducción electromagnética. (1 punto)

Un alambre conductor se dobla en forma de U, con sus lados paralelos separados una distancia $d = 20$ cm. Sobre estos lados se apoya una varilla conductora, formando un circuito rectangular por el que puede circular corriente eléctrica. Existe un campo magnético uniforme de intensidad $B = 0,20$ T perpendicular al plano del circuito y, en la figura, dirigido hacia adentro. La varilla se mueve con velocidad uniforme $v = 0,50$ m·s⁻¹, como indica la figura.



b) Calcule la f.e.m. inducida en el circuito. (1 punto)

c) ¿En qué sentido circula corriente por la varilla? Razone su respuesta. (0,5 puntos)

4. (2 puntos)

a) Escriba la ecuación de De Broglie. Comente su significado físico. (1 punto)

b) Dos partículas poseen la misma energía cinética. Determine la relación entre las longitudes de onda de De Broglie correspondientes a las dos partículas, si la relación entre sus masas es $m_1 = 20 m_2$. (1 punto)

OPCIÓN B

1. (2,5 puntos)

- a) La intensidad del sonido puede medirse en decibelios (dB). Explique en qué consiste la *escala decibélica de intensidad acústica* (o *sonoridad*). ¿En qué consisten los conceptos de umbral de audición y umbral del dolor? (1,5 puntos)
- b) Dos sonidos tienen niveles de intensidad acústica de 80 dB y 40 dB, respectivamente. Calcule cuál será la relación entre sus intensidades. (1 punto)

2. (3 puntos)

- a) Enuncie y explique las *Leyes de Kepler*. (1 punto)
- b) Las órbitas de dos de los planetas de la estrella Cervantes⁽¹⁾, llamados Quijote y Sancho, tienen radios de 1,54 U.A. y 0,93 U.A. respectivamente. Quijote tarda 646 días en dar una vuelta alrededor de Cervantes. Calcule el periodo orbital de Sancho. (1 punto)
- c) Obtenga la relación entre las velocidades orbitales de Quijote y Sancho. (1 punto)

(1) En diciembre de 2015 la Unión Astronómica Internacional, tras una votación popular, bautizó a la estrella μ Arae con el nombre de Cervantes. Alrededor de ella orbitan los planetas Dulcinea, Quijote, Sancho y Rocinante.

3. (2 puntos)

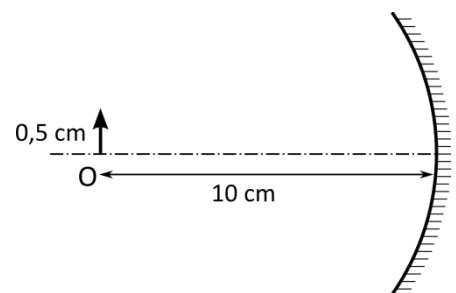
- a) Explique el concepto de *potencial eléctrico*. ¿Cuál es el potencial eléctrico creado por una carga Q a una distancia r de la misma? (1 punto)
- b) Colocamos tres cargas iguales de valor $Q = 2 \mu\text{C}$ en los puntos (1, 0), (0, -1) y (0, 1) m. ¿Cuál es el trabajo necesario para trasladar una carga eléctrica puntual $q = 1 \mu\text{C}$ desde el punto (0, 0) al punto (-1, 0) m? (1 punto)

Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$, $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.

4. (2,5 puntos)

Un espejo de aumento es un espejo esférico cóncavo que se utiliza para obtener una imagen virtual y aumentada de los objetos. Cuando colocamos un objeto de 0,5 cm de altura a 10 cm del espejo, produce una imagen virtual a 20 cm del espejo.

- a) ¿Qué tamaño tendrá la imagen? (0,5 punto)
- b) Calcule el radio de curvatura del espejo. (1 punto)
- c) Dibuje el trazado de rayos correspondiente a la situación descrita. (1 punto)





El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

1a) Posición (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos).

1b) Potencial (0,5 puntos), cinética (0,5 puntos).

1c) Cada energía (0,25 puntos).

2b) Velocidad (0,5 puntos), periodo (0,5 puntos).

OPCIÓN B

1a) Escala decibélica (1 punto), cada umbral (0,25 puntos).

3a) Concepto (0,5 puntos), potencial una carga (0,5 puntos).

4c) Cada rayo (0,5 puntos).

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

- ¿En qué consiste el fenómeno de la *reflexión total* de una onda? ¿Qué circunstancias deben cumplirse para que ocurra? Defina el concepto de *ángulo límite*. (1 punto)
- Una onda sonora que se propaga por el aire incide sobre la superficie plana del vidrio de una ventana. Calcule el ángulo de incidencia a partir del cual se producirá la reflexión total del sonido. (1 punto)
- Calcule las longitudes de onda en el aire y en el vidrio de un sonido de 1 kHz de frecuencia. (0,5 puntos)

Datos: Velocidad del sonido: en el aire, $v_{\text{aire}} = 340$ m/s; en el vidrio, $v_{\text{vidrio}} = 5770$ m/s.

2. (2,5 puntos)

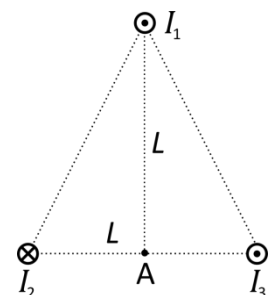
- Enuncie las *Leyes de Kepler*. Demuestre la tercera en el caso particular de órbitas circulares. (1,5 puntos)
- Las órbitas de dos de los satélites de Júpiter, llamados Europa e Ío, tienen radios de 671100 y 421800 km respectivamente. Europa tarda 3,55 días en dar una vuelta alrededor del planeta. Calcule el periodo orbital de Ío. (1 punto)

3. (2,5 puntos)

Tres conductores rectilíneos, paralelos y muy largos, colocados en los vértices de un triángulo isósceles de base y altura $L = 10$ cm, transportan corrientes $I_1 = 10$ A e $I_3 = 5$ A, del mismo sentido, e $I_2 = 5$ A de sentido contrario.

- Dibuje en un esquema el campo magnético producido por cada uno de los conductores en el punto A. (1,5 puntos)
- Calcule la intensidad del campo total en dicho punto e indique su dirección y sentido. (1 punto)

Datos: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ m·kg·C⁻².



4. (2,5 puntos)

- Explique cuál debe ser la posición de un objeto respecto a una lente delgada convergente para obtener una imagen virtual y derecha. Justifíquelo gráficamente mediante un trazado de rayos. (1 punto)
- Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 8 cm delante de una lente convergente de 10 cm de distancia focal. Determine la posición, tamaño y tipo (real o virtual) de la imagen formada. (1,5 puntos)

OPCIÓN B

1. (2,5 puntos)

Una masa m oscila sujeta al extremo de un muelle horizontal de constante elástica $K = 50 \text{ N/m}$ con un periodo de oscilación $T = 4 \text{ s}$.

- Calcule la masa m . (0,5 puntos)
- Calcule la amplitud máxima A para que la aceleración de la masa no supere $a_{\text{max}} = 2 \text{ m/s}^2$. Calcule la velocidad máxima para dicha amplitud. (1 punto)
- En $t = 0$ la masa m se separa una distancia $x_0 = A$ hacia la derecha y se suelta con velocidad nula. Escriba la ecuación de la posición de m en función del tiempo en unidades S.I. Representéla gráficamente para dos periodos de oscilación. (1 punto)

2. (2 puntos)

- Explique el concepto de *energía potencial gravitatoria*. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra partícula de masa M ? (1 punto)
- Un meteorito se dirige hacia la Tierra. A una altura $h = 3R_T$ sobre la superficie de la Tierra la velocidad del meteorito es $v_0 = 600 \text{ m/s}$. Calcule su velocidad cuando choca con la superficie terrestre. (1 punto)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; radio de la Tierra, $R_T = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$; masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

3. (3 puntos)

- Escriba y comente la *Ley de Coulomb*. (1 punto)
- Dos partículas con carga $Q_1 = 2 \text{ } \mu\text{C}$ $Q_2 = 3 \text{ } \mu\text{C}$ están situadas a una distancia $r = 10 \text{ cm}$. Colocamos una carga $q = 1 \text{ } \mu\text{C}$ entre Q_1 y Q_2 , sobre la línea que une sus centros, de forma que esté en equilibrio. Calcule a qué distancia de Q_1 tenemos que situarla. (1,5 puntos)
- Explique qué movimiento realizará la carga q si la separamos ligeramente de su posición de equilibrio, acercándola hacia la carga Q_1 . (0,5 puntos)

Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$; $1 \text{ } \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.

4. (2,5 puntos)

- Enuncie la hipótesis de De Broglie e indique de qué depende la longitud de onda asociada a una partícula. (1 punto)
- Un electrón que parte del reposo es acelerado mediante un campo eléctrico entre dos puntos con una diferencia de potencial $\Delta V = 10^3 \text{ V}$. Calcule la energía cinética que adquiere en eV. Calcule la velocidad final del electrón y su longitud de onda asociada. (1,5 puntos)

Datos: Constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, carga del electrón, $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; masa del electrón $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

1a) Reflexión total (0,3 puntos), circunstancias (0,4 puntos), ángulo límite (0,3 puntos).

1c) Cada longitud de onda (0,25 puntos).

2a) Cada ley (0,3 puntos), demostración (0,6 puntos).

3a) Cada campo (0,5 puntos).

3b) Intensidad (0,5 puntos), dirección y sentido (0,5 puntos).

4a) Explicación (0,5 puntos), cada rayo (0,25 puntos).

4b) Posición (0,5 puntos), tamaño (0,5 puntos), tipo (0,5 puntos).

OPCIÓN B

1b) Amplitud (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos).

1c) Ecuación (0,5 puntos), representación (0,5 puntos).

2a) Concepto (0,5 puntos), expresión (0,5 puntos).

3a) Expresión (0,5 puntos), comentario (0,5 puntos).

4a) Enunciado (0,5 puntos), longitud de onda asociada (0,5 puntos).

4b) Energía cinética (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos), longitud de onda asociada (0,5 puntos).

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

Dos partículas de masas m y $4m$ oscilan en un movimiento armónico simple; cada una de ellas está sujeta al extremo de un muelle horizontal de constante K . Calcule:

- El cociente entre los periodos de oscilación de las dos partículas. (1 punto)
- El cociente entre las energías potenciales máximas de las dos partículas cuando ambas oscilan con la misma amplitud A . (1 punto)
- La velocidad máxima que alcanza la masa m . (0,5 puntos)

Datos: $K = 80 \text{ N/m}$, $m = 2 \text{ kg}$, $A = 0,5 \text{ m}$.

2. (2,5 puntos)

- Explique el concepto de *campo gravitatorio* creado por una o varias partículas. (1 punto)
- La intensidad del campo gravitatorio de la Tierra a nivel del mar es $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$. Calcule el valor en lo alto del Everest, de 8850 m de altitud sobre el nivel del mar. (1 punto)
- Si lanzamos desde la cima del Everest un proyectil en dirección perpendicular al radio terrestre, ¿cuál debe ser su velocidad para que describa una órbita circular alrededor de la Tierra? (Desprecie los efectos del rozamiento con la atmósfera). (0,5 puntos)

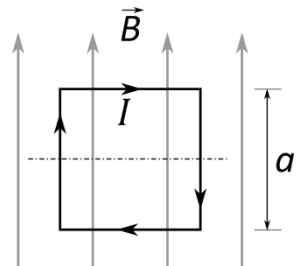
Datos: Radio de la Tierra, $R_T = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$.

3. (3 puntos)

- Enuncie y explique las *leyes de Faraday y Lenz* sobre inducción electromagnética. (1 punto)

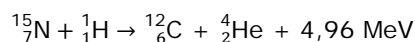
En el seno de un campo magnético uniforme, de valor $B = 10 \text{ mT}$, se sitúa una espira cuadrada rígida, de lado $a = 10 \text{ cm}$ (ver figura).

- Calcule la fuerza (módulo, dirección y sentido) ejercida sobre cada uno de los lados de la espira cuando circula por ella una intensidad de corriente $I = 2 \text{ A}$ en el sentido indicado en la figura. (1 punto)
- Determine el valor máximo de la fuerza electromotriz inducida en la espira cuando la hacemos rotar, alrededor de su eje de simetría horizontal, con una velocidad angular $\omega = 2\pi \text{ rad/s}$. (1 punto)



4. (2 puntos)

- Explique qué es la fusión nuclear. ¿Cuál es la diferencia básica entre fusión y fisión nuclear? (1 punto)
- Uno de los procesos que utilizan las estrellas para convertir hidrógeno en helio es el denominado ciclo de carbono. La reacción nuclear viene dada por



Calcule la energía que se genera a partir de 1 kg de ${}^{15}_7\text{N}$ mediante esta reacción. Expresé el resultado en Julios. (1 punto)

Datos: $m({}^{15}_7\text{N}) = 15,000108 \text{ u}$; $1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$.

OPCIÓN B

1. (2,5 puntos)

a) Explique en qué consisten las cualidades (*intensidad, tono y timbre*) de una onda sonora y con qué propiedad física de las ondas están relacionadas. (1,5 puntos)

La primera cuerda de una guitarra (Mi) vibra a 329,63 Hz en el modo fundamental. La cuerda tiene una longitud $L = 75$ cm.

b) Calcule la velocidad de propagación de las ondas en la cuerda. (0,5 puntos)

c) ¿A qué distancia de uno de los extremos se debe presionar la cuerda para producir la nota Sol, de frecuencia 392 Hz? (0,5 puntos)

2. (3 puntos)

a) Escriba y comente la *Ley de Gravitación Universal*. (1 punto)

b) La Tierra gira alrededor del Sol con un periodo de un año y un radio medio de $1,50 \cdot 10^8$ km. Teniendo en cuenta únicamente el sistema formado por el Sol y la Tierra, y considerando la órbita prácticamente circular, calcule la velocidad de traslación de la Tierra y la masa del Sol. (1 punto)

c) Si por un cataclismo el radio de la órbita se duplicara, ¿cuál sería el nuevo periodo? (1 punto)

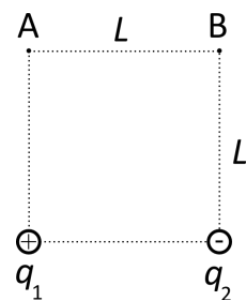
Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg.

3. (2 puntos)

a) Explique el concepto de *potencial eléctrico*. ¿Cuál es el potencial eléctrico creado por una carga Q a una distancia r de la misma? (1 punto).

b) Las dos partículas de la figura están fijas en los vértices de un cuadrado de lado $L = 30$ cm. Sus cargas son $q_1 = 1 \mu\text{C}$ y $q_2 = -1 \mu\text{C}$. Calcule el trabajo necesario para transportar una carga $q = 1 \mu\text{C}$ del vértice A al B del cuadrado. (1 punto)

Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$, $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.



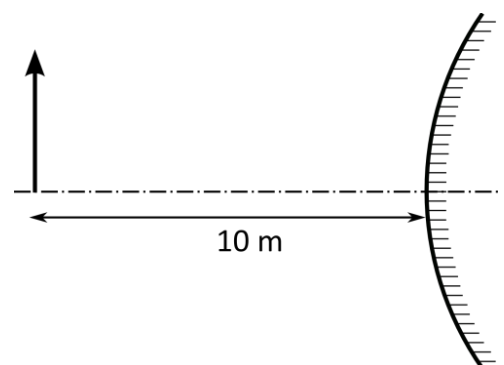
4. (2,5 puntos)

El retrovisor de un coche es un espejo esférico convexo que proporciona una imagen virtual de los vehículos que están detrás. Cuando un vehículo se encuentra a 10 m del espejo el tamaño de la imagen es 1/20 del tamaño real.

a) ¿A qué distancia del espejo se forma la imagen? (0,5 punto)

b) Calcule el radio de curvatura del espejo. (1 punto)

c) Dibuje el trazado de rayos correspondiente a la situación descrita. (1 punto)





El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

2a) Una partícula (0,5 puntos), varias partículas (0,5 puntos).

3a) Enunciado (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).

3b) Cada lado (0,25 puntos).

4a) Concepto (0,5 puntos), diferencia (0,5 puntos).

OPCIÓN B

1a) Cada cualidad (0,25 puntos), cada propiedad física (0,25 puntos).

2a) Expresión (0,5 puntos), comentario (0,5 puntos).

2b) Velocidad (0,5 puntos), masa del Sol (0,5 puntos).

3a) Concepto (0,5 puntos), potencial una carga (0,5 puntos).

4c) Cada rayo (0,5 puntos).



PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. Todos sabemos que fuera del campo gravitatorio de la Tierra los objetos pierden su peso y flotan libremente. Por ello, la masa de los astronautas en el espacio se mide con un aparato (*Body Mass Measurement Device*) que se basa en el movimiento vibratorio armónico. Cuando el astronauta se coloca en él, el aparato inicia un movimiento vibratorio y mide el periodo de oscilación, a partir del cual calcula la masa del astronauta.

Supongamos que el aparato dispone de un muelle de constante elástica $K = 900 \text{ N/m}$. Cuando se coloca en el aparato un astronauta de masa m , medimos un periodo de oscilación $T = 2 \text{ s}$.

a) Calcule la masa m del astronauta. (0,5 puntos)

b) Calcule la amplitud máxima A para que la aceleración de la masa no supere $a_{\text{max}} = g_0/4$, donde $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$ es la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra. Calcule la velocidad máxima para dicha amplitud. (1 punto)

c) En $t = 0$ el astronauta se separa una distancia $x_0 = A$ hacia la derecha y se suelta con velocidad nula. Escriba la ecuación de la posición del astronauta en función del tiempo en unidades S.I. Represéntela gráficamente para dos periodos de oscilación. (1 punto)

2. a) Escriba y comente la *Ley de Gravitación Universal*. (1 punto)

b) El satélite Jasón-2 realiza medidas de la superficie del mar con una precisión de pocos centímetros para estudios oceanográficos. La altura de su órbita sobre la superficie de la Tierra es $h = 1336 \text{ km}$. Calcule la velocidad orbital del Jasón-2 y el periodo de su órbita. (1,5 puntos)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; radio de la Tierra, $R_T = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$; masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

3. a) Enuncie y explique las *leyes de Faraday y Lenz* sobre inducción electromagnética. (1 punto)

b) Una bobina formada por 1000 espiras circulares de radio $R = 10 \text{ cm}$ está situada en una región en la que se encuentra un campo magnético de intensidad $B = 0,01 \text{ T}$, perpendicular al plano de las espiras y dirigido hacia el norte. Calcule la *f.e.m.* media inducida en la bobina si el campo se duplica en un intervalo de tiempo $\Delta t = 0,2 \text{ s}$. Indique y justifique en qué sentido circulará la corriente por las espiras. (1,5 puntos)

4. a) Enuncie y explique la *Ley de desintegración exponencial radiactiva*. (1 punto)

El método de datación radiactiva ^{235}U - ^{207}Pb , se emplea para determinar la edad de las rocas. Se basa en el hecho de que el uranio ^{235}U , cuyo periodo de semidesintegración es de 700 millones de años, se desintegra en plomo ^{207}Pb , que es estable.

b) Calcule la vida media del ^{235}U y su constante de desintegración. (0,5 puntos)

c) ¿Cuántos años tardará la actividad de una muestra de ^{235}U en reducirse a la décima parte de su valor inicial? (1 punto)

OPCION B

1. a) La intensidad del sonido puede medirse en decibelios (dB). Explique en qué consiste la *escala decibélica de intensidad acústica* (o *sonoridad*). (1 punto)

Una fuente sonora de dimensiones despreciables emite en el espacio con una potencia de 10 W, distribuida de forma uniforme en todas las direcciones (onda esférica).

- b) Calcule la intensidad del sonido en un punto P a 10 m de dicha fuente, en unidades del S.I. (1 punto)

- c) ¿Cuál es la intensidad acústica, en dB, que produce la fuente en dicho punto P? (0,5 puntos)

Datos: Intensidad umbral del oído humano $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

2. a) Explique el concepto de *energía potencial gravitatoria*. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra partícula de masa M ? (1 punto)

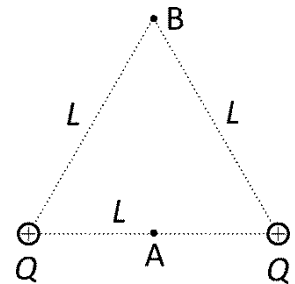
- b) Desde la superficie de un planeta esférico sin atmósfera, de masa M y radio R , se lanza verticalmente un proyectil que llega a alcanzar una altura máxima $h = R/2$ antes de caer a su superficie. ¿Con qué velocidad inicial se ha lanzado el proyectil? (1 punto)

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$, $M = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ kg}$, $R = 1,6 \cdot 10^6 \text{ m}$.

3. a) Explique el concepto de *potencial eléctrico*. ¿Qué potencial eléctrico crea una carga puntual? Dibuje las superficies equipotenciales en el espacio alrededor de la carga. (1,5 puntos)

- b) Dos partículas con igual carga $Q = 2 \mu\text{C}$ están situadas en dos de los vértices de un triángulo equilátero de lado $L = 2 \text{ m}$. Calcule el campo eléctrico en el punto medio entre ambas, A. Calcule el trabajo necesario para llevar una carga $q = 1 \mu\text{C}$ desde dicho punto A hasta el punto B, vértice libre del triángulo. (1,5 puntos)

Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$; $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.

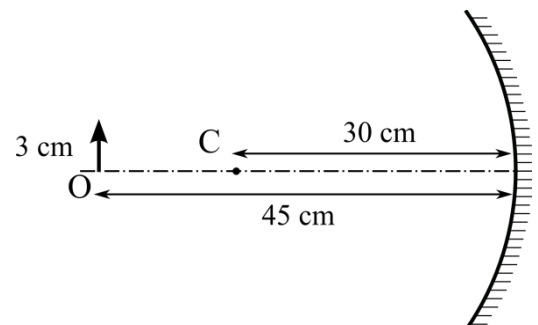


4. Un objeto O, de 3 cm de altura, está situado a 45 cm del vértice de un espejo esférico cóncavo, de 30 cm de radio de curvatura, tal y como indica la figura.

- a) Calcule la posición y tamaño de la imagen. Indique si la imagen es real o virtual. (1 punto)

- b) Compruebe gráficamente los resultados mediante un trazado de rayos. (0,5 punto)

- c) Sustituimos el espejo cóncavo por uno plano. Para la misma posición del objeto, averigüe mediante un trazado de rayos a qué distancia del espejo estará la imagen. (1 punto)





El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

- 1b)** Amplitud (0,5 puntos), velocidad (0,5 puntos).
- 1c)** Ecuación (0,5 puntos), representación (0,5 puntos).
- 2a)** Expresión (0,5 puntos), comentario (0,5 puntos).
- 2b)** Velocidad (1 punto), periodo (0,5 puntos).
- 3a)** Enunciado (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).
- 3b)** F.e.m. (1 punto), sentido corriente (0,5 puntos).
- 4a)** Enunciado (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).
- 4b)** Vida media (0,3 puntos), constante desintegración (0,2 puntos).

OPCIÓN B

- 2a)** Concepto (0,5 puntos), una partícula (0,5 puntos).
- 3a)** Concepto (0,5 puntos), carga puntual (0,5 puntos), superficies equipotenciales (0,5 puntos).
- 3b)** Campo (0,5 puntos), trabajo (1 punto).
- 4a)** Posición (0,5 puntos), tamaño y tipo (0,5 puntos).

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. Un bloque de 50 g, está unido a un muelle de constante elástica 35 N/m y oscila en una superficie horizontal sin rozamiento con una amplitud de 4 cm. Cuando el bloque se encuentra a 1 cm a la derecha de su posición de equilibrio, calcule:
- a) La fuerza ejercida sobre el bloque. (0,5 puntos)
 - b) La aceleración del bloque. (0,5 puntos)
 - c) La energía potencial elástica, la energía cinética y la energía total del sistema. (1,5 puntos)

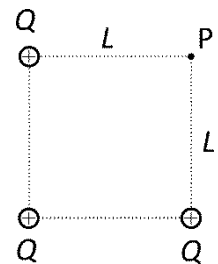
2. a) Enuncie y explique la *ley de gravitación universal*. (1 punto)

La luz solar tarda 8,31 minutos en llegar a la Tierra y 6,01 minutos en llegar a Venus. Suponiendo que las órbitas que describen ambos planetas alrededor del Sol son circulares, determine:

- b) El periodo orbital de Venus en torno al Sol. (1 punto)
- c) La velocidad con la que se desplaza Venus en su órbita. (0,5 puntos)

Datos: Velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; Periodo orbital de la Tierra alrededor del Sol, $T_T = 365,25$ días.

3. a) Explique el concepto de *potencial eléctrico*. ¿Cuál es el potencial eléctrico creado por una carga Q a una distancia r de la misma? ¿Y el creado por un conjunto de cargas? (1,5 puntos)
- b) Colocamos tres cargas iguales $Q = 2 \mu\text{C}$ en tres vértices de un cuadrado de lado $L = 2 \text{ m}$, como muestra la figura. Determine el trabajo necesario para trasladar una carga eléctrica puntual $q = 1 \mu\text{C}$ desde el centro del cuadrado al punto P situado en el vértice libre. (1 punto)



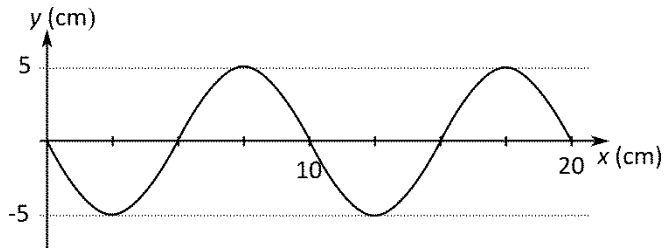
Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$, $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.

4. a) Enuncie la hipótesis que propuso Planck a principios del s. XX para explicar el espectro de radiación del cuerpo negro. (1 punto)
- b) El espectro visible por el ojo humano abarca las longitudes de onda comprendidas entre 390 nm (violeta) y 740 nm (rojo). ¿A qué intervalo de frecuencias corresponde? ¿Qué intervalo de energías, en eV, tienen los fotones del espectro visible? (1,5 puntos)

Datos: Constante de Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, velocidad de la luz en el vacío, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

OPCION B

1. Por una cuerda tensa se propaga, en el sentido positivo del eje X, una onda sinusoidal transversal. Los puntos de la cuerda oscilan con una frecuencia $f = 2$ Hz. En la gráfica se representa la posición de los puntos de la cuerda en el instante $t = 0$.



- a) Determine la amplitud de la onda, su longitud de onda y la velocidad de propagación de la onda. (1 punto)
- b) Calcule la máxima velocidad de oscilación transversal de los puntos de la cuerda. (0,5 puntos)
- c) Escriba la función de onda correspondiente, en unidades S.I. (1 punto)
2. a) *Momento angular de una partícula respecto de un punto*: definición; teorema de conservación. (1 punto)
- b) Un satélite artificial de masa $m = 500$ kg describe una órbita circular en torno a la Tierra, a una altura $h = 600$ km sobre su superficie. Calcule el módulo del momento angular del satélite respecto al centro de la Tierra. Si la órbita del satélite está en el plano de la eclíptica⁽¹⁾, ¿qué ángulo formará el vector momento angular \vec{L} con el eje de rotación de la tierra? ¿Es \vec{L} un vector constante? Razone por qué. (1,5 puntos)
- ⁽¹⁾ La eclíptica es el plano que contiene la trayectoria de la Tierra alrededor del Sol.
- Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; radio de la Tierra, $R_T = 6,38 \cdot 10^6$ m; masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg; inclinación del plano ecuatorial respecto al plano de la eclíptica, $\theta = 23,44^\circ$.
3. a) Escriba la expresión de la *Fuerza de Lorentz* que actúa sobre una partícula de carga q que se mueve con velocidad \vec{v} en una región donde hay un campo magnético \vec{B} . Explique las características de esta fuerza. (1 punto)
- b) Un acelerador de partículas dispone de un anillo de radio $R = 100$ m. En dicho anillo se inyectan protones con energía de 20 keV. Calcule el módulo del campo magnético B perpendicular al plano del anillo necesario para que los protones giren en el mismo. (1,5 puntos)
- Datos: Carga del protón: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; masa del protón $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J.
4. a) Explique qué es una lente convergente y una lente divergente. ¿Dónde están situados los focos objeto e imagen en cada una de ellas? (1 punto)
- b) Un objeto de 1 cm de altura se sitúa a 15 cm delante de una lente convergente de 10 cm de distancia focal. Determine la posición, tamaño y tipo (real o virtual) de la imagen formada. Realice el trazado de rayos correspondiente para obtener la posición de la imagen. (1,5 puntos)



El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

1c) Cada energía (0,5 puntos).

2a) Enunciado (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).

3a) Concepto (0,5 puntos), una carga (0,5 puntos), conjunto cargas (0,5 puntos).

4b) Frecuencias (0,7 puntos), energías (0,8 puntos).

OPCIÓN B

1a) Amplitud (0,3 puntos), longitud onda (0,3 puntos), velocidad (0,4 puntos).

2a) Definición (0,5 puntos), teorema conservación (0,5 puntos).

2b) Módulo (0,5 puntos), ángulo (0,5 puntos), constante (0,5 puntos).

3a) Expresión (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).

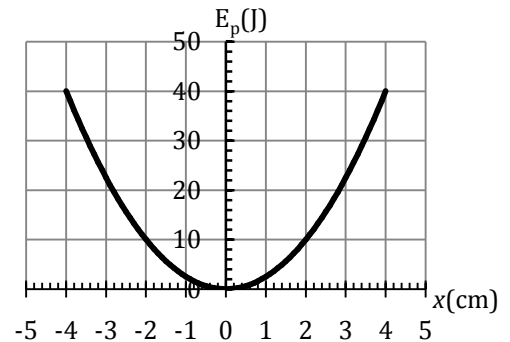
4a) Explicación (0,5 puntos), posición focos (0,5 puntos).

4b) Posición (0,5 puntos), tamaño y tipo (0,5 puntos), trazado (0,5 puntos).

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

- Una masa m unida a un muelle realiza un movimiento armónico simple. La figura representa su energía potencial en función de la elongación x .
 - Represente la energía cinética y la energía total en función de x . (1 punto)
 - Calcule la constante elástica del muelle. (0,5 puntos)
 - Si la masa es $m = 1$ kg, calcule su velocidad máxima. ¿En qué posición x se alcanza esta velocidad? (1 punto)



- Enuncie y explique la ley de gravitación universal. (1 punto)

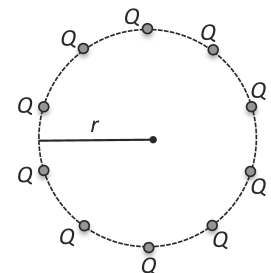
El satélite *Astra 2C*, empleado para emitir señales de televisión, es un satélite en órbita circular geostacionaria.

- Calcule la altura a la que orbita respecto de la superficie de la Tierra y la velocidad con que se mueve. (1 punto)
- Calcule la energía necesaria para llevar el *Astra 2C* desde la superficie de la Tierra hasta su órbita. (0,5 puntos)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; Radio de la Tierra, $R_T = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$; Masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; Masa del satélite *Astra 2C*, $m = 6000 \text{ kg}$.

- Explique el concepto de potencial eléctrico. ¿Cuál es el potencial eléctrico creado por una carga Q a una distancia r de la misma? ¿Y el creado por un conjunto de cargas? (1,5 puntos)
 - Un conjunto de diez cargas iguales $Q = 5 \mu\text{C}$ se encuentran igualmente espaciadas a lo largo de una circunferencia de radio $r = 1 \text{ m}$, tal como muestra la figura. Calcule el potencial eléctrico en el centro. ¿Cuál es el trabajo necesario para traer una carga $q = 1 \mu\text{C}$ desde el infinito hasta el centro de la circunferencia? (1 punto)

Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$, $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.



- Enuncie el principio de incertidumbre de Heisenberg y explique su significado físico. (1 punto)
 - Se mide la posición de una partícula de masa $m = 2 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ con una exactitud $\Delta x = 10^{-6} \text{ m}$. Calcule la indeterminación en el momento lineal. ¿Cuál es la indeterminación en la velocidad? (1,5 puntos)

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

OPCIÓN B

1. Por una cuerda tensa se propaga, en el sentido positivo del eje X, una onda sinusoidal transversal a una velocidad de 10 m/s. Los puntos de la cuerda oscilan con una frecuencia $f = 2\text{ Hz}$. En el instante $t = 0$ el punto de la cuerda en $x = 0$ pasa por la posición de equilibrio con una velocidad de oscilación transversal positiva de 1 m/s.
 - a) Calcule la amplitud de la onda y su fase inicial. (1 punto)
 - b) Calcule la máxima velocidad de oscilación trasversal de los puntos de la cuerda. (0,5 puntos)
 - c) Escriba la función de onda correspondiente, en unidades S.I. (1 punto)
2.
 - a) Enuncie y explique las Leyes de Kepler. (1 punto)
 - b) Dos satélites artificiales S_1 y S_2 describen órbitas circulares alrededor de la Tierra con radios $r_1 = 7000\text{ km}$ y $r_2 = 8650\text{ km}$, contenidas en el mismo plano. ¿Cuál es la relación T_1/T_2 entre los periodos orbitales de los satélites S_1 y S_2 ? ¿Cuál es la relación v_1/v_2 entre sus velocidades orbitales? ¿Y la relación a_1/a_2 entre sus aceleraciones? (1,5 puntos)
3.
 - a) Escriba la expresión de la *fuerza de interacción magnética entre corrientes rectilíneas y paralelas*. Explique el significado de cada uno de los términos de la expresión. Basándose en ella, enuncie la *definición de Amperio*. (1 punto)

Por dos hilos conductores largos y rectos, paralelos entre sí y separados una distancia $d = 10\text{ cm}$, circulan en el mismo sentido corrientes $I_1 = 15\text{ A}$ e $I_2 = 30\text{ A}$.

- b) Calcule la fuerza por unidad de longitud que se ejercen entre sí los dos conductores, especificando su dirección y sentido. (1 punto)
- c) Calcule el valor del campo magnético creado por dichas corrientes en un punto P contenido en el mismo plano de los dos conductores y equidistante de ambos. Indique en un dibujo dirección y sentido de dicho campo. (1 punto)

Datos: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ m}\cdot\text{kg}\cdot\text{C}^{-2}$

4.
 - a) Explique en qué consisten las principales ametropías (defectos de visión) del ojo humano: miopía, hipermetropía y astigmatismo. (1,5 puntos)
 - b) Un ojo miope necesita una lente correctora de $-2,5$ dioptrías de potencia para poder ver nítidamente objetos muy alejados. ¿A qué distancia máxima puede ver nítidamente este ojo sin lente correctora? (0,5 puntos)



El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

1a) Energía cinética (0,5 puntos), energía total (0,5 puntos).

1c) Velocidad (0,6 puntos), posición (0,4 puntos).

2a) Enunciado (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).

2b) Altura (0,7 puntos), velocidad (0,3 puntos).

3a) Concepto (0,5 puntos), una carga (0,5 puntos), conjunto cargas (0,5 puntos).

3b) Potencial (0,5 puntos), trabajo (0,5 puntos).

4a) Enunciado (0,5 puntos), explicación (0,5 puntos).

4b) Indet. mom. lineal (0,8 puntos), indet. velocidad (0,7 puntos).

OPCIÓN B

1a) Amplitud (0,5 puntos), fase inicial (0,5 puntos).

2b) Cada relación (0,5 puntos).

3a) Expresión (0,3 puntos), explicación (0,3 puntos), definición Amperio (0,4 puntos).

3b) Módulo (0,5 puntos), dirección y sentido (0,5 puntos).

3c) Módulo (0,5 puntos), dirección y sentido (0,5 puntos).

4a) Cada ametropía (0,5 puntos).

PUNTUACIÓN QUE SE OTORGARÁ A ESTE EJERCICIO: (véanse las distintas partes del examen)

Elija una de las dos opciones propuestas, A o B. En cada pregunta se señala la puntuación máxima.

OPCIÓN A

1. Una onda transversal se propaga de izquierda a derecha, según el eje OX, a lo largo de una cuerda horizontal tensa e indefinida, siendo su longitud de onda $\lambda = 10$ cm. La onda está generada por un oscilador que vibra, en la dirección del eje OY, con un movimiento armónico simple de frecuencia $f = 100$ Hz y amplitud $A = 5$ cm. En el instante inicial $t = 0$, el punto $x = 0$ de la cuerda tiene elongación nula.

- Escriba una expresión matemática de la onda indicando el valor numérico de todos los parámetros (en unidades S.I.). Escriba la ecuación que describe el movimiento de un punto situado a 30 cm a la derecha del origen. (1 punto)
- Determine la velocidad de propagación de la onda y la velocidad máxima de oscilación de un punto cualquiera de la cuerda. (1 punto)
- Dibuje un esquema de la cuerda en una longitud de 20 cm, en el instante $t = 0$. (0,5 puntos)

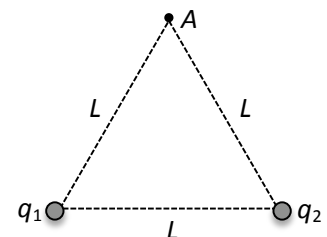
2. a) Explique el concepto de *energía potencial gravitatoria*. ¿Qué energía potencial gravitatoria tiene una partícula de masa m situada a una distancia r de otra partícula de masa M ? (1,5 puntos)

b) En el libro de Julio Verne "De la Tierra a la Luna" tres hombres viajan a la Luna en un cohete disparado desde un cañón gigante situado en Florida. Calcule la velocidad inicial con la que hay que disparar el cohete verticalmente para que alcance una altura sobre la superficie de la Tierra igual a 9 veces el radio de ésta. ¿Qué energía potencial gravitatoria tendrá el cohete cuando llegue a ese punto? (1 punto)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; radio de la Tierra, $R_T = 6,38 \cdot 10^6$ m; masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg; masa del cohete, $m = 5 \cdot 10^3$ kg.

3. a) Escriba y comente la *Ley de Coulomb*. (1 punto)

b) Dos partículas cargadas $q_1 = 2 \mu\text{C}$ y $q_2 = -2 \mu\text{C}$ están situadas en los vértices de la base de un triángulo equilátero de lado $L = 5$ cm, como muestra la figura. Determine el vector campo eléctrico \vec{E} (módulo, dirección y sentido) en el punto A situado en el vértice superior del triángulo. (1 punto)



c) Calcule el potencial electrostático en el punto A. (0,5 puntos)

Datos: $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$, $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.

4. a) Explique en qué consiste el *efecto fotoeléctrico* y qué es el *potencial de frenado* (o de corte). (1 punto)

b) Cuando se ilumina una célula fotoeléctrica con radiación de longitud de onda $\lambda_1 = 410$ nm, se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es el doble que cuando la placa se ilumina con otra radiación de longitud de onda $\lambda_2 = 500$ nm. Determine el trabajo de extracción. Calcule el potencial de frenado necesario para anular la corriente en ambos casos. (1,5 puntos)

Datos: $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

OPCIÓN B

1. a) ¿Qué es una onda estacionaria? Explique qué condiciones deben cumplirse para que se forme una onda estacionaria en un tubo con un extremo abierto y el otro cerrado. (1 punto)
- b) Considere un tubo sonoro de longitud $L = 1,5$ m con uno de sus extremos abierto a la atmósfera y el otro extremo cerrado. Calcule las dos menores frecuencias de excitación sonora para las que se formarán ondas estacionarias en su interior. Determine las longitudes de onda correspondientes. (1 punto)
- c) Se abre a la atmósfera el extremo cerrado. Calcule en este caso la frecuencia de excitación sonora necesaria para que se produzcan 3 nodos a lo largo del tubo. (0,5 puntos)

Datos: Velocidad de propagación del sonido en el aire $v = 340$ m/s.

2. a) Defina el concepto de *momento angular de una partícula respecto de un punto*. Enuncie su teorema de conservación. (1 punto)
- b) La estación espacial internacional (ISS) tiene una masa $m = 4,5 \cdot 10^5$ kg y describe una órbita aproximadamente circular alrededor de la Tierra a una altura media $h = 413$ km sobre su superficie. Calcule el módulo del momento angular de la ISS respecto al centro de la Tierra. Si el plano de la órbita está inclinado $51,6^\circ$ respecto del plano ecuatorial, ¿qué dirección tiene el vector momento angular \vec{L} ? ¿Es \vec{L} un vector constante? ¿Por qué? (1,5 puntos)

Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²·kg⁻²; radio de la Tierra, $R_T = 6,38 \cdot 10^6$ m; masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24}$ kg.

3. En una determinada región del espacio hay un campo eléctrico \vec{E} y otro magnético \vec{B} . Una partícula cargada con carga q entra en dicha región con una velocidad \vec{v} , perpendicular a \vec{B} , y se observa que su velocidad no sufre ninguna variación. Conteste razonadamente las siguientes preguntas:
- a) ¿Qué dirección y sentido tiene el campo \vec{E} respecto de las direcciones de \vec{B} y \vec{v} ? Explíquelo con un dibujo. (1 punto)
- b) Si el módulo del campo magnético es $B = 10$ T y la carga viaja con una velocidad $v = 1$ m/s, calcule el módulo del campo eléctrico. (1 punto)
- c) Si se anula el campo eléctrico, describa la trayectoria que seguirá la partícula. (0,5 puntos)
4. a) Explique en qué consiste la doble naturaleza corpuscular y ondulatoria de la luz. (1 punto)
- b) Un rayo de luz monocromática incide con un ángulo de incidencia de 30° sobre una lámina de vidrio de caras planas y paralelas de espesor $d = 5$ cm. La velocidad de propagación de la luz dentro de la lámina es $v = 0,7 c$, siendo c la velocidad de la luz en el vacío. Calcule el índice de refracción de la lámina. Determine el ángulo de refracción del rayo dentro de la lámina y el ángulo de refracción a la salida de la misma. Dibuje la marcha del rayo dentro y fuera de la lámina. (1,5 puntos)



El ejercicio presenta dos opciones, A y B. El alumno deberá elegir y desarrollar una de ellas, sin mezclar contenidos.

La puntuación máxima de cada apartado se indica en el enunciado.

Los errores se valorarán negativamente sólo una vez, en el primer apartado en que aparezcan, salvo que conduzcan a resultados absurdos no discutidos en los siguientes.

Se valorará el buen uso del lenguaje y la adecuada notación científica, que los correctores podrán bonificar con un máximo de un punto.

Por los errores ortográficos, la falta de limpieza en la presentación y la redacción defectuosa podrá disminuirse la calificación hasta un punto.

Se exigirá que todos los resultados analíticos y gráficos estén paso a paso justificados.

Para calificar las respuestas se valorará positivamente:

Cuestiones teóricas:

- El conocimiento y comprensión de las teorías, conceptos, leyes y modelos físicos.
- La capacidad de expresión científica: claridad, orden, coherencia, vocabulario y sintaxis.

Cuestiones prácticas:

- El correcto planteamiento y la adecuada interpretación y aplicación de las leyes físicas.
- La destreza en el manejo de herramientas matemáticas.
- La correcta utilización de unidades físicas y de notación científica.
- La claridad en los esquemas, figuras y representaciones gráficas.
- El orden de ejecución, la interpretación de resultados y la especificación de unidades.

En los apartados con varias preguntas se distribuirá la calificación de la siguiente forma:

OPCIÓN A

1a) Expresión (0,7 puntos), ecuación punto (0,3 puntos).

1b) Cada velocidad (0,5 puntos).

2a) Concepto (0,8 puntos), expresión (0,7 puntos).

2b) Velocidad (0,6 puntos), energía pot. (0,4 puntos).

3a) Expresión (0,5 puntos), comentario (0,5 puntos).

3b) Módulo (0,5 puntos), dirección y sentido (0,5 puntos).

4a) Cada concepto (0,5 puntos).

4b) Trabajo ext. (0,7 puntos), cada potencial (0,4 puntos).

OPCIÓN B

1a) Definición (0,5 puntos), condiciones (0,5 puntos).

1b) Cada frecuencia (0,3 puntos), cada long. onda (0,2 puntos).

2a) Definición (0,5 puntos), teorema conserv. (0,5 puntos).

2b) Módulo (0,7 puntos), dirección (0,4 puntos), constante (0,4 puntos).

3a) Dirección (0,5 puntos), sentido (0,5 puntos).

4b) Índice (0,5 puntos), cada ángulo refrac. (0,3 puntos), dibujo (0,4 puntos).