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).

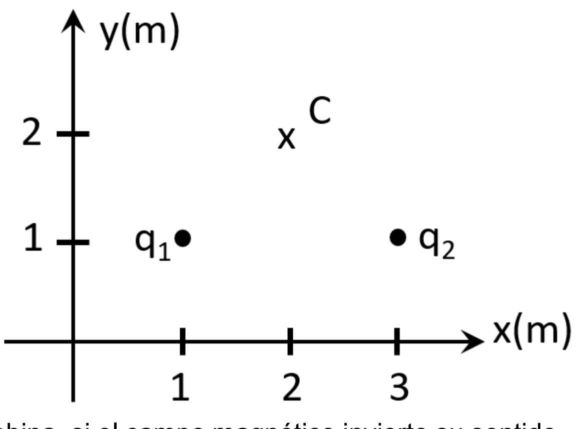
Datos: Constante de gravitación universal: $6{,}67\cdot10^{-11}$ N·m^2/kg^2; Radio de la Tierra: 6370 km; Masa de la Tierra: $5{,}972\cdot10^{24}$ kg.

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 Δt = 500 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: $9\cdot10^9$ Nm^2/C^2; 1 nC = 10^9 C; $q_1 = q_2$ = 2 nC.

CONTINÚA AL DORSO

<u>BLOQUE 3: Vibraciones y Ondas</u> (*3 puntos*).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 3a) y <u>elegir dos</u> 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 $x(t) = 0{,}85\cos(1{,}5\pi\, t + \phi)\ \mathrm{m}$. ¿Cuál es el valor de la fase inicial ϕ para que se cumpla que $x(1) = 0{,}3\ \mathrm{m}$? (0,35 puntos). Determine el periodo de la oscilación (0,2 puntos) y la velocidad máxima (0,2 puntos).

<u>BLOQUE 4: Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas</u> (*2 puntos*).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 4a) y <u>elegir una</u> 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 = $1{,}6\cdot10^{-19}$ J; velocidad de la luz: $3\cdot10^{8}$ m/s; constante de Planck: $6{,}626\cdot10^{-34}$ 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,

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

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

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

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

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

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: $6{,}67\cdot10^{-11}$ $N\cdot m^2/kg^2$; Radio de la Tierra: 6370 km; Masa de la Tierra: $5{,}972\cdot10^{24}$ kg.

<u>BLOQUE 2: Campo electromagnético</u> (*2,5 puntos*).

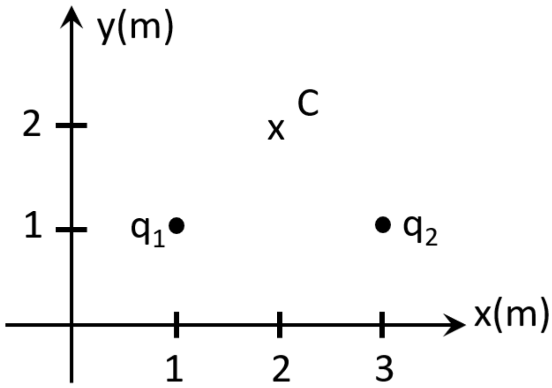
Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 2a) y <u>elegir una</u> de las restantes de este bloque.

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: $9\cdot10^9$ Nm^2/C^2; 1 nC = 10^9 C; $q_1 = q_2 = 2$ nC.



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

$$W = -\Delta U_p = -\left(K\frac{q_1 q}{r_{1C}} + K\frac{q_2 q}{r_{2C}} - 0\right) = -2{,}55\cdot10^{-8}\,J$$

Con lo que el trabajo que tendríamos que realizar será $+2{,}55\cdot10^{-8}\,J$

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: $25{,}5\,V$

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 Δt = 500 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).

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

Se considerará válido el resultado positivo.

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

<u>BLOQUE 3: Vibraciones y Ondas</u> (*3 puntos*).

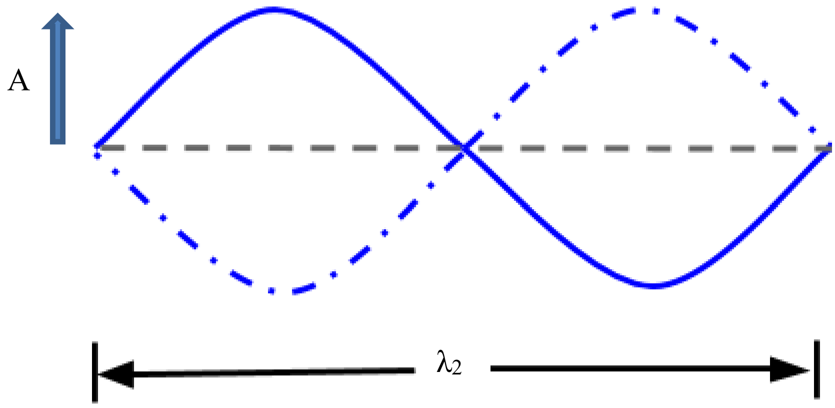
Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 3a) y <u>elegir dos</u> de las restantes de este bloque.

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, $\lambda_2 = 1.5\ \mathrm{m}$.

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).

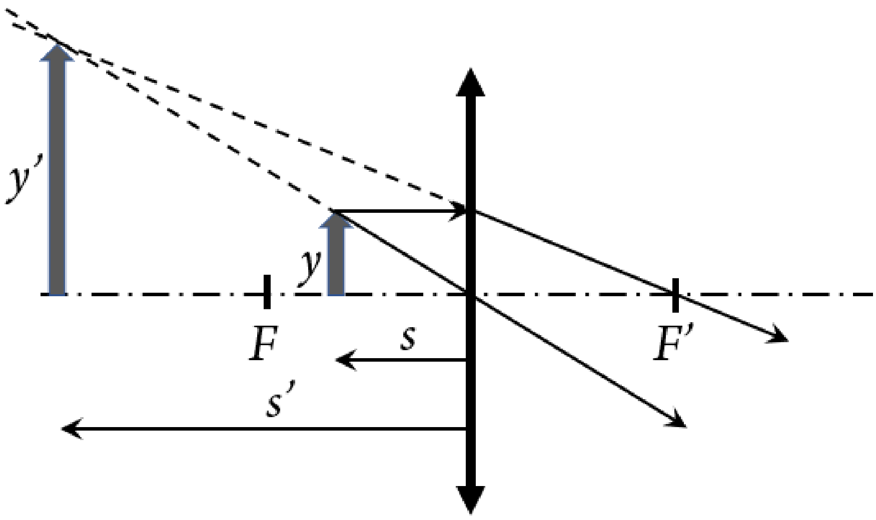
Solución:

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 $x(t) = 0{,}85\cos(1{,}5\pi\,t + \phi)\,\text{m}$. ¿Cuál es el valor de la fase inicial ϕ para que se cumpla que $x(1) = 0{,}3\text{ m}$? (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

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

El periodo de oscilación es $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{1{,}5\pi} = 1{,}334\text{ s}$.
Y la velocidad máxima $v\_\max = A\,\omega = 0{,}85 \cdot 1{,}5\pi = 4\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

<u>BLOQUE 4: Física relativista, cuántica, nuclear y de partículas</u> (*2 puntos*).

Se debe contestar obligatoriamente a la pregunta 4a) y <u>elegir una</u> 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 = $1{,}6\cdot10^{-19}$ J; velocidad de la luz: $3\cdot10^{8}$ m/s; constante de Planck: $6{,}626\cdot10^{-34}$ J·s.

Solución:

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

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

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

$$0{,}25 = e^{-\lambda\,(40\cdot24+5)\cdot3600} \rightarrow \lambda = 4 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

El tiempo de desintegración se define como

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