

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:  $5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$ .

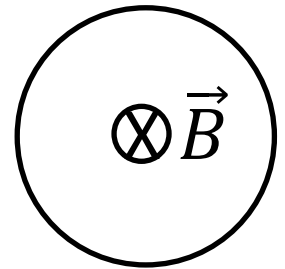
2. (2,5 puntos) Europa es uno de los satélites más grandes de Júpiter, con una masa de  $4,80 \times 10^{22} \text{ kg}$  y un radio de 1561 km.

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

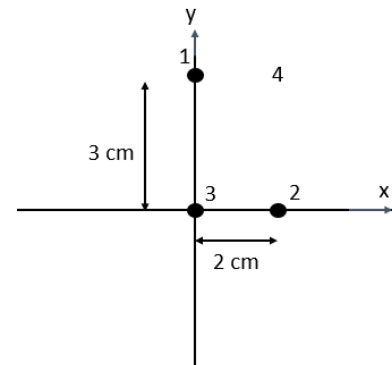
3. (2,5 puntos) Se tiene una espira conductora circular de radio 4 cm en el seno de un campo magnético paralelo al eje de la espira, tal y como se muestra en la figura (hacia dentro del papel, alejándose del observador). Si el campo magnético disminuye 50 T en 2 s,

- ¿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).

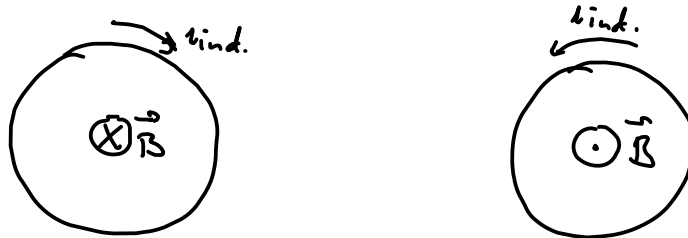
- ✓ Plantear la ecuación  $\varepsilon = -\frac{\pi r^2 \Delta B}{\Delta t}$  (0,4 puntos) y obtener el resultado correcto (0,35 puntos).

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).



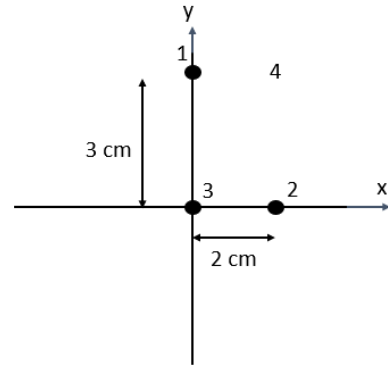
Cómo el campo magnético se reduce, el flujo de campo magnético lo hace también y la espira debe generar una corriente inducida que supla esa reducción. Por lo tanto el sentido de la corriente será horario si el campo va hacia dentro del papel y antihorario si sale del papel.

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 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:

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

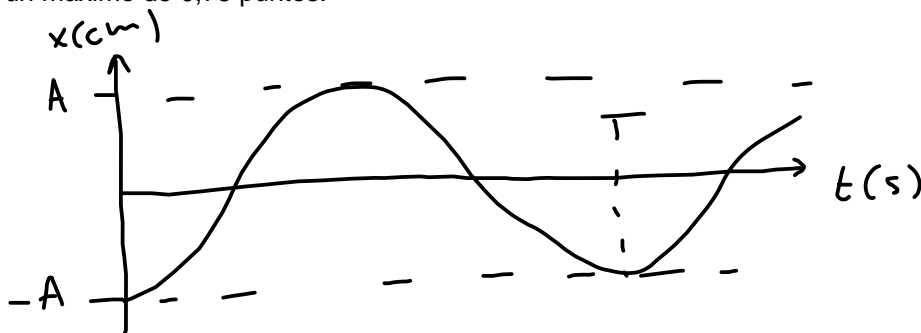
b) Si la velocidad máxima es de 37 cm/s, ¿Cuál es la amplitud máxima de la oscilación? (1 punto).

✓ 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.

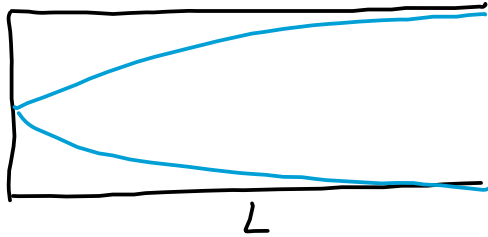
La intensidad es la potencia sonora por unidad de superficie y se mide en  $W/m^2$ . El tono es la frecuencia fundamental (la cualidad que nos permite distinguir entre grave y agudo). Las unidades son Hercios.

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).

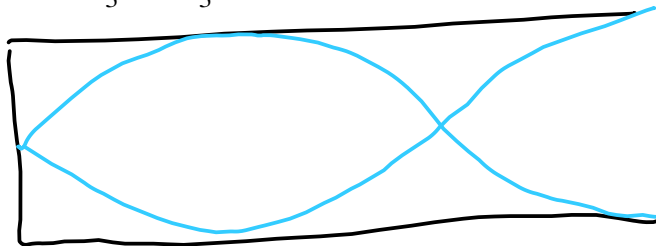
La longitud debe ser  $L = \frac{\lambda}{4} = \frac{c}{4f} = \frac{340}{4 \cdot 4176,4} = 0,4819 \text{ m} = 48,19 \text{ cm}$  y la onda en el tubo será



- 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

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

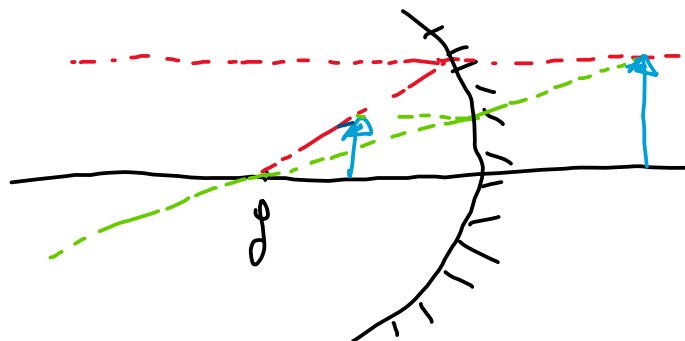


7. (2,5 puntos) Un espejo de maquillaje cóncavo produce una imagen derecha aumentada del sujeto.

- 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).

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

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