



## Física II

### Criterios específicos de corrección.

Todas las preguntas valen 2,5 puntos.

#### Pregunta nº 1.

Para resolver el problema se utilizará el principio de conservación de la energía mecánica, que nos dice que entre dos estados la energía total se conserva siempre que no haya fuerzas no conservativas (rozamiento):

$$E_{p1} + E_{c1} = E_{p2} + E_{c2} \quad (0,25 \text{ p})$$

Puesto que no nos dan datos sobre la rotación del planetoide vamos a suponer que no rota. Por tanto el astronauta no posee velocidad por ese hecho y entonces la energía cinética será:

$$E_{c1} = \frac{1}{2}mv^2 \quad (0,25 \text{ p})$$

donde  $v$  es la velocidad que debemos imprimir al astronauta para que se aleje del planetoide. La energía potencial inicial es:

$$E_{p1} = -\frac{GMm}{R} \quad (0,25 \text{ p})$$

El estado final es un punto alejado del planetoide hasta el infinito a donde llega con velocidad nula, siendo además también la energía potencial nula, ya que está infinitamente alejado del planetoide. Por tanto se tendrá:

$$-\frac{GMm}{R} + \frac{1}{2}mv^2 = 0$$

de donde se deduce que:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad (0,25 \text{ p})$$

Por otro lado la masa del planetoide se obtiene a partir de su volumen y su densidad:

$$M = \rho \times \frac{4}{3}\pi R^3 \quad (0,25 \text{ p})$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$M = 2,2 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times \frac{4}{3}\pi (1,2 \times 10^3 \text{ m})^3 = 1,6 \times 10^{13} \text{ kg} \quad (0,25 \text{ p})$$

lo que nos da finalmente:

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 1,6 \times 10^{13} \text{ kg}}{1,2 \times 10^3 \text{ m}}} = 1,3 \text{ m s}^{-1} \quad (0,25 \text{ p})$$

Esta velocidad se denomina comúnmente 'velocidad de escape' (0,25 p).

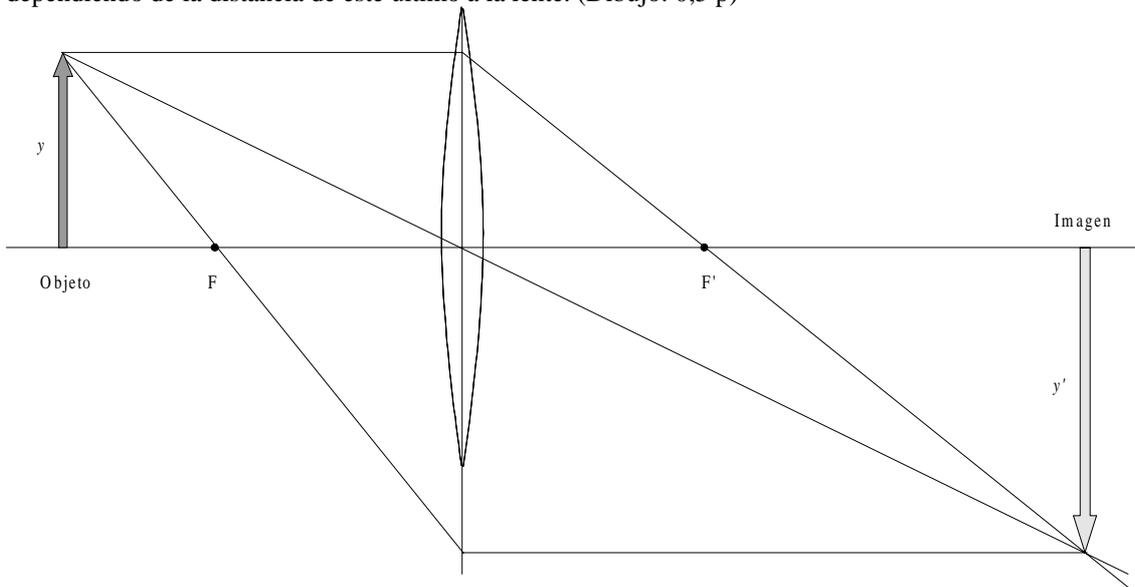
Con  $m = 140 \text{ kg}$  en vez de  $m = 100 \text{ kg}$  es más difícil salir pues la dificultad no la impone la velocidad sino la energía

necesaria que es  $\frac{1}{2}mv^2$  y que depende de la masa del astronauta (0,5 p). (Si el alumno contesta que le será igual de fácil

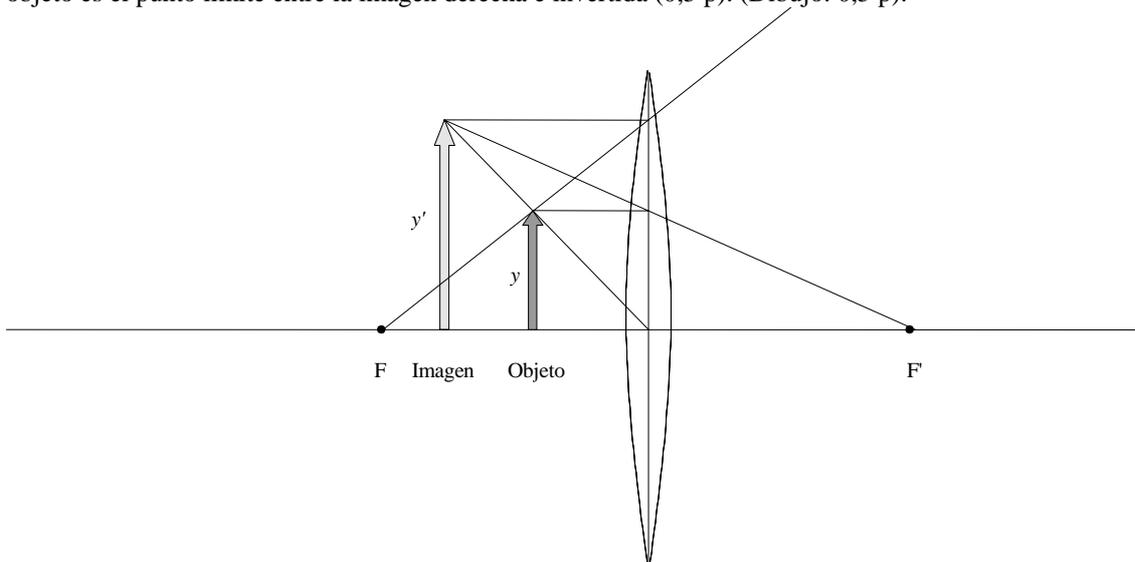
puesto que  $v$  no varía, 0,25 p.)

**Pregunta nº 2.**

Para un objeto situado más lejos de la lente que el foco objeto (F), usando el trazado de rayos se obtiene una imagen situada más allá del foco imagen, la cual es real e invertida (0,25 p). La imagen puede ser mayor o menor que el objeto dependiendo de la distancia de este último a la lente. (Dibujo: 0,5 p)



Para un objeto situado más cerca de la lente que el foco objeto (F), usando el trazado de rayos se obtiene una imagen situada entre el foco objeto y la lente. La imagen será virtual, derecha y mayor (0,25 p) que el objeto. Por tanto el foco objeto es el punto límite entre la imagen derecha e invertida (0,5 p). (Dibujo: 0,5 p).



El aumento de la lupa se obtiene a partir de los tamaños de la imagen y el objeto. Con la notación de la figura sería  $y'/y$  (0,5 p).

### Pregunta nº 3.

La fuerza eléctrica entre dos cargas es un vector en la dirección que une las dos cargas y su módulo es:

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2} \quad (0,25 \text{ p})$$

La fuerza es de atracción si las cargas son del mismo signo y de repulsión en caso contrario.

La fuerza gravitatoria, siempre de atracción, entre dos masas es un vector en la dirección que une las dos masas y su módulo es:

$$F_g = G \frac{Mm}{r^2} \quad (0,25 \text{ p})$$

En el caso que nos ocupa la distancia  $r$  se deduce fácilmente pues es el módulo del vector que une el origen de coordenadas con el punto (1,00 m, 1,00 m, 1,00 m), resultando  $r = \sqrt{3,00}$  m. Sustituyendo los valores de los datos del enunciado se obtiene:

$$F_e = \frac{1}{4\pi \times 8,854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ m}^{-2} \text{ N}^{-1}} \frac{(-1,00 \times 10^{-9} \text{ C})(-100 \times 10^{-12} \text{ C})}{(\sqrt{3,00} \text{ m})^2} = 3,00 \times 10^{-10} \text{ N} \quad (0,25 \text{ p})$$

que es de repulsión, mientras que la fuerza gravitatoria de atracción será:

$$F_g = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times \frac{(10,0 \text{ kg})(20,0 \text{ kg})}{(\sqrt{3,00} \text{ m})^2} = 4,45 \times 10^{-9} \text{ N} \quad (0,25 \text{ p})$$

La fuerza total ejercida entre ambos cuerpos será de atracción (0,25 p) y de módulo:

$$F_{total} = F_g - F_e = 4,15 \times 10^{-9} \text{ N} \quad (0,25 \text{ p})$$

La dirección es la de la bisectriz del primer octante, en la dirección que une los cuerpos (0,25 p).

Debido a que ambas fuerzas son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia, la relación entre la fuerza eléctrica y la gravitatoria siempre será constante para ambos cuerpos, independientemente de la distancia (0,5 p) (ya que el cociente entre ambas no depende de  $r$ ), teniéndose:

$$\frac{F_e}{F_g} = -6,74 \times 10^{-2} \quad (0,25 \text{ p})$$

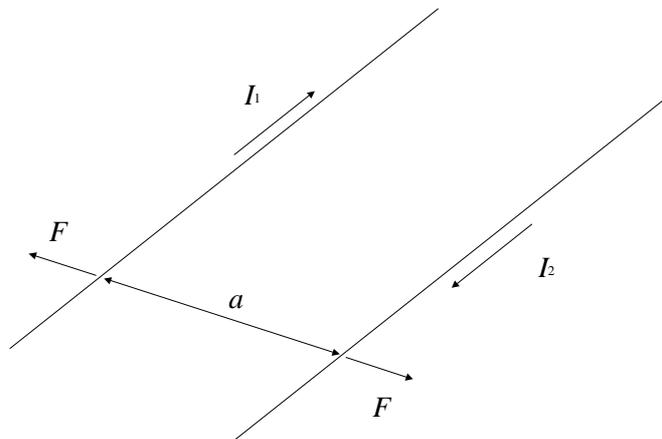
### Pregunta nº 4.

#### Parte (a)

Cuando se colocan dos conductores indefinidos paralelos por los que circulan sendas corrientes  $I_1$  e  $I_2$  separados una distancia  $a$  la fuerza que se ejercen por unidad de longitud de conductor,  $F/L$ , viene dada por:

$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{a} \quad (0,5 \text{ p})$$

obteniéndose atracción si las corrientes son opuestas y repulsión si son del mismo sentido. (Dibujo: 0,25 p)



Puesto que  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$ , se define el amperio como la corriente que debe circular por los dos conductores separados un metro de distancia para que la fuerza por metro de conductor sea  $2 \times 10^{-7} \text{ N}$  (0,25 p).

#### Parte (b)

Principales diferencias entre el campo gravitatorio y el eléctrico:

*Campo gravitatorio:* (0,75 p)

- Existe un solo tipo de masa que genera el campo.
- La fuerza gravitatoria es siempre de atracción.
- El campo no se ve afectado por la existencia de materia.
- El campo gravitatorio no se puede apantallar (o sea que su presencia no sea percibida fuera de una cierta región del espacio).
- El movimiento de los cuerpos generadores del campo gravitatorio no afecta a cómo se genera el propio campo.

*Campo eléctrico:* (0,75 p)

- Existen dos tipos de carga generadoras del campo (positiva y negativa), lo que permite la existencia de cuerpos neutros con carga neta nula.
- La fuerza eléctrica puede ser de atracción o de repulsión según el signo de las cargas.
- En medios materiales el campo eléctrico se modifica respecto al vacío debido a la acción de los materiales.
- El campo eléctrico se puede apantallar.
- Las cargas en movimiento producen un campo magnético.

Se valorará que el alumno conteste a varias (no todas) de cada grupo.

### Pregunta nº 5.

#### Parte (a)

La energía en reposo asociada a una partícula de masa en reposo  $m_0$  viene dada por  $E_0 = m_0c^2$  (0,5 p).

Puesto que nos dicen que el neutrón pasa a tener una masa  $4m_0$  eso quiere decir que la energía total, suma de la cinética y la de reposo es igual a:

$$E = E_c + E_0 = 4m_0c^2 \quad (0,5 \text{ p})$$

y por lo tanto:

$$E_c = 4m_0c^2 - m_0c^2 = 3m_0c^2 = 3 \times 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg} \times (3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 = 4,5 \times 10^{-10} \text{ J} \quad (0,25 \text{ p})$$

#### Parte (b)

La energía total que provoca el frenado de esos  $10^{14}$  neutrones será:

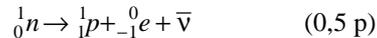
$$E_{total} = 10^{14} E_c = 4,5 \times 10^4 \text{ J} \quad (0,25 \text{ p})$$

y por tanto el número de bombillas que podemos poner a funcionar durante un segundo es:

$$n = \frac{4,5 \times 10^4 \text{ J}}{100 \text{ W} \times 1 \text{ s}} = 450 \text{ bombillas} \quad (0,25 \text{ p})$$

#### Parte (b)

La reacción de desintegración del protón es:



Aparte del protón y del antineutrino se forma un electrón (0,25 p).

### Pregunta nº 6.

Las interacciones fundamentales son cuatro (aunque algunas teorías las unifican describiéndolas, por tanto, a través de leyes físicas comunes) (1 p):

- Interacción gravitatoria.
- Interacción electromagnética.
- Interacción débil.
- Interacción fuerte.

Actualmente existe una teoría que unifica con éxito las interacciones electromagnética y débil, y se está logrando la unificación de la misma con la interacción fuerte.

La interacción responsable de la existencia de que los núcleos atómicos se mantengan unidos a pesar de la fuerte repulsión eléctrica de los protones es la fuerte (0,5 p).

La interacción responsable de que se produzca un rayo en una tormenta es la electromagnética (0,5 p).

La interacción responsable de la formación de una estrella a partir de una nube de polvo y gas es la gravitatoria (0,5 p).

Puede admitirse parcialmente que la interacción fuerte es también responsable de la formación de una estrella ya que un cuerpo no será estrella si no genera luz propia, ocurriendo en ella reacciones termonucleares (0,25 p).