



Universidad
de Cantabria

Olimpiadas de Física

Fase Local de Cantabria

7 de Marzo de 2026



INDICACIONES

- (1) Se dispone de **3 horas** para la realización de la prueba.
- (2) La prueba consta de **4 ejercicios**. El **primer ejercicio** se calificará con un máximo de **5 puntos**. Los **tres ejercicios restantes** se calificarán con un máximo de **2.5 puntos**.
- (3) Es recomendable **fijarse detenidamente en las figuras** que acompañan a cada ejercicio: ayudan a entender mejor lo que se pregunta, facilitando la resolución de las cuestiones planteadas.
- (4) Cada ejercicio debe realizarse **EN HOJAS DISTINTAS**. Se pueden usar varias hojas para un mismo ejercicio.
- (5) Hay que poner **Nombre y Apellidos** en todas las hojas entregadas.
- (6) La prueba debe hacerse a **bolígrafo**.
- (7) No es necesario entregar el enunciado ni las hojas en sucio.

EJERCICIO 1.

En julio de 1969 se desarrolló la misión Apolo 11, cuyo objetivo era conseguir que dos hombres pisaran la superficie lunar por primera vez. Antes de alunizar, el módulo de mando “Columbia” estableció una primera órbita elíptica alrededor de la Luna (ver Fig. 1), de forma que el apolunio (punto de la trayectoria más alejado del centro de la Luna) se situaba 314 km por encima de la superficie lunar, mientras que el perilunio (punto de la trayectoria más cercano al centro de la Luna) se situaba 110 km por encima de la misma.

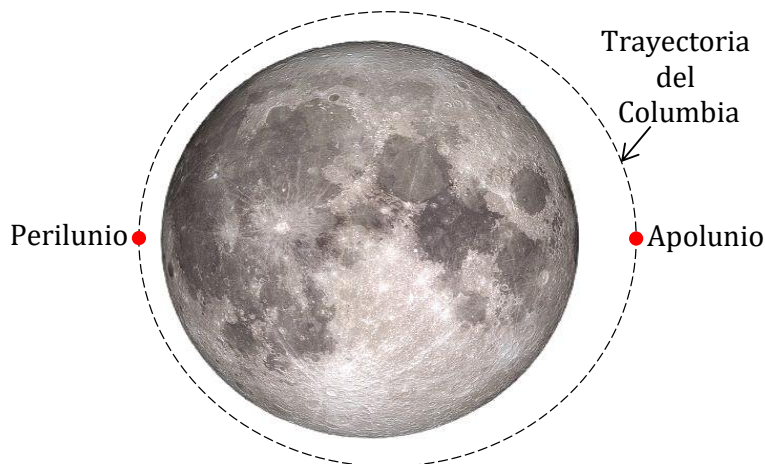


Figura 1: Trayectoria elíptica del Columbia en su órbita de inserción lunar.

- a) [1 punto] Calcular la longitud del semieje mayor de la órbita elíptica del Columbia.
- b) [0.75 puntos] Calcular el periodo orbital del Columbia en su órbita elíptica.

La ecuación “vis-viva” (en latín “fuerza viva”), o ley de invariancia de energía orbital, modela el movimiento de los cuerpos en órbita y es el resultado del principio de conservación de la energía mecánica cuando la única fuerza que actúa sobre un objeto (en este caso el Columbia), es su propio peso (debido a la influencia de la Luna). Viene dada por la siguiente expresión:

$$v^2 = GM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right), \quad (1)$$

siendo v la velocidad orbital, G la constante de gravitación universal, M la masa del cuerpo central, r la distancia entre los centros de los cuerpos y a la longitud del semieje mayor ($a < 0$ para hipérbolas, $a > 0$ para elipses, $a = r$ para circunferencias y $a = \infty$ para parábolas).

- c) [0.75 puntos] Calcular la velocidad del Columbia en el perilunio y en el apolunio de su órbita.
- d) [1 punto] Comparar las magnitudes de las velocidades obtenidas en el apartado anterior, razonando físicamente ambos valores.
- e) [0.75 puntos] Calcular la energía mecánica del Columbia en su órbita elíptica.

A continuación, se realiza una maniobra orbital para circularizar la órbita del Columbia, de forma que su altura respecto de la superficie lunar se mantiene en un valor constante de 110 km. En estas condiciones, del Columbia se desprendió el módulo lunar “Eagle”, con Neil Armstrong y Buzz Aldrin a bordo, mientras que Michael Collins permanecía orbitando la Luna en el Columbia.

El Eagle se posó con éxito en la superficie lunar. El comandante Armstrong, al salir del Eagle y pisar por primera vez la Luna, pronunció la famosa frase (traducida del inglés): “Es un pequeño paso para un hombre, pero un gran salto para la humanidad”.

Ahora nos situamos en el momento en que el módulo de ascenso tiene que volver y enlazar con el Columbia. Para ello se accionan los cohetes.

- f) [0.75 puntos] ¿Qué trabajo deben realizar los cohetes del módulo de ascenso para que se reen-
cuentre con el Columbia en su misma órbita?

Datos:

Constante de gravitación universal: $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

Masa de la Luna: $M_L = 7.35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$.

Radio de la Luna: $R_L = 1737 \text{ km}$.

Masa del Columbia (incluyendo Eagle, combustible y pasajeros): $M_C = 45 \cdot 10^3 \text{ kg}$.

Masa del módulo de ascenso (incluyendo combustible y pasajeros): $M_a = 5 \cdot 10^3 \text{ kg}$.

EJERCICIO 2.

En la figura 2 se muestra la trayectoria seguida por un haz de protones, que se adentra con velocidad constante, en una región del espacio de 5 cm de anchura (zona sombreada), en la que existe un campo magnético uniforme. El haz ha sido acelerado, antes de la llegada a la región de campo magnético, por una diferencia de potencial de 5 kV. Si el campo magnético es nulo ($B = 0$ T) el haz incide en el punto A, situado 10 cm a la derecha de la zona sombreada. En cambio, cuando se aplica un campo $B = 128$ mT, perpendicular al plano del papel y hacia dentro, el haz incide en el punto C.

- [0.5 puntos] Hallar la velocidad adquirida por el haz de protones, al ser acelerados por la diferencia de potencial de 5 kV.
- [0.5 puntos] ¿Qué tipo de trayectoria describe el haz cuando se mueve en la región de campo magnético de 128 mT?
- [1.5 puntos] Calcular la distancia entre los puntos A y C.

Datos:

Masa del protón: $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg.

Carga del protón: $q_p = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C.

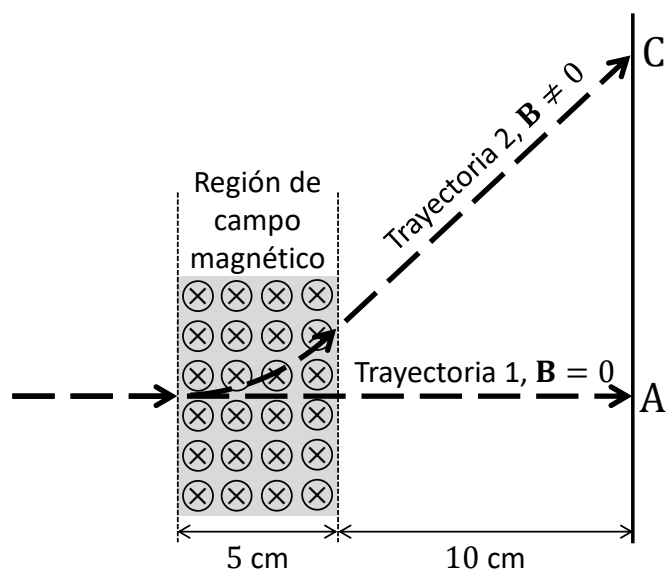


Figura 2: Trayectoria seguida por un haz de protones al atravesar una región (en gris) con campo magnético no nulo (trayectoria 2). A modo de comparación, se muestra la trayectoria seguida por el haz cuando no existe campo magnético (trayectoria 1).

EJERCICIO 3.

Tres conductores rectilíneos, indefinidos y paralelos entre sí se encuentran situados en el plano vertical, tal como se muestra en la figura 3. Por ellos circulan corrientes eléctricas constantes de 5 A, 2 A y 10 A, respectivamente, en los sentidos indicados. Las distancias entre los tres conductores vienen indicadas en la figura.

- [1 punto] Determinar el campo magnético total creado en la posición del conductor central debido a los otros dos conductores.
- [1 punto] Calcular la fuerza magnética por unidad de longitud que actúa sobre el conductor central, indicando su módulo, dirección y sentido.
- [0.5 puntos] ¿Existe alguna relación entre las intensidades de corriente para la cual el conductor central no experimenta fuerza magnética? Justificar la respuesta.

Datos:

Permeabilidad magnética del vacío: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$.

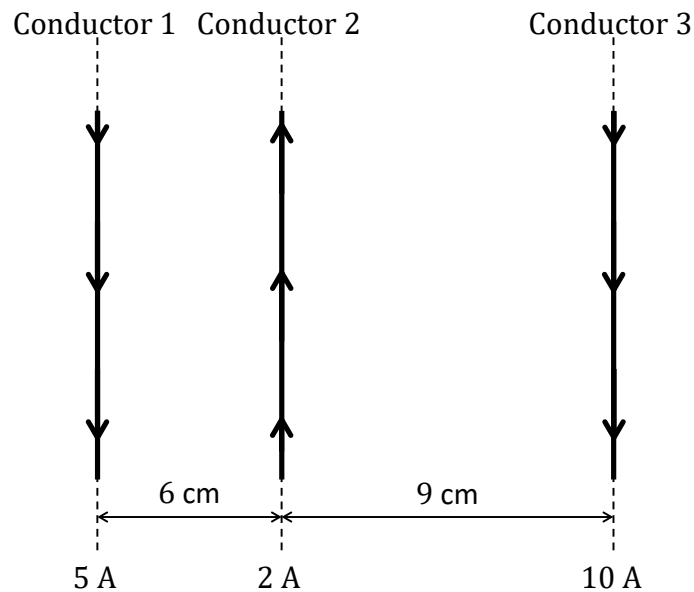


Figura 3: Tres conductores rectilíneos (1, 2 y 3), indefinidos y paralelos entre sí, situados en el plano vertical. La distancia entre los conductores 1 y 2 es de 6 cm y la distancia entre los conductores 2 y 3 es de 9 cm. Las corrientes que circulan por los conductores son $I_1 = 5 \text{ A}$, $I_2 = 2 \text{ A}$ e $I_3 = 10 \text{ A}$, en los sentidos indicados.

EJERCICIO 4.

La figura 4 muestra un pequeño dispositivo emisor de ondas sonoras de 1 kHz de frecuencia. La emisión puede modelizarse como la de una fuente puntual que irradia ondas acústicas de forma isotrópica en un medio homogéneo. A 5 metros de distancia del dispositivo emisor se coloca un medidor del nivel de intensidad, registrando un valor de $\beta = 50$ dB. El nivel de intensidad (β) se mide en decibelios (dB) y su relación con la intensidad acústica (I) viene dada por:

$$\beta = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right), \quad (2)$$

siendo $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ la intensidad mínima audible.

- a) [0.5 puntos] Calcular la intensidad acústica I en la posición del medidor del nivel de intensidad.
- b) [0.5 puntos] Calcular la potencia acústica emitida por el dispositivo.

El emisor es, en realidad, una pequeña lengüeta osciladora accionada por un sistema electromagnético. Al desconectarse el dispositivo emisor, la lengüeta continúa oscilando a la misma frecuencia, pero su amplitud disminuye progresivamente debido al amortiguamiento. El sonido deja de ser perceptible en el medidor transcurridos 5 s desde la desconexión.

- c) [1 punto] Suponiendo que la intensidad acústica emitida por el dispositivo disminuye linealmente con el tiempo hasta anularse y que toda la energía mecánica del oscilador se transforma en energía acústica, calcular la energía mecánica total que poseía inicialmente la lengüeta.
- d) [0.5 puntos] Si la amplitud de oscilación de la lengüeta era inicialmente de 2 mm, ¿cual es la velocidad máxima de la lengüeta en su movimiento oscilatorio?

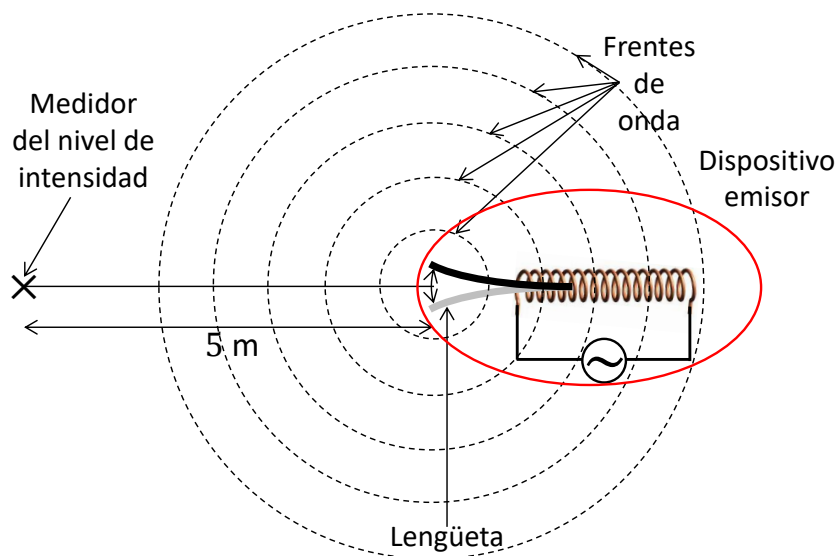


Figura 4: Sistema acústico consistente en una lengüeta osciladora accionada por un sistema electromagnético. A 5 metros de distancia se coloca un medidor del nivel de intensidad.