



Olimpiadas de Física

Fase Local de Cantabria

9 de Marzo de 2019



INDICACIONES

El tiempo máximo para la realización de la prueba es de 4 horas, de 10:00h a 14:00h.

La prueba consta de cinco problemas, de los cuales, debes elegir cuatro y desechar uno. Cada problema, con los cálculos debidamente justificados y razonados, se calificará con un máximo de 2.5 puntos. Si así lo deseas y tienes tiempo, puedes intentar hacer los cinco, y no se tendrá en cuenta el problema con peor calificación.

En la calificación se valorará que se indique claramente qué leyes de la física se utilizan en la resolución del problema, el planteamiento claro del mismo, el desarrollo matemático correcto, las posibles aproximaciones y estimaciones introducidas y la discusión física de los resultados obtenidos.

Cada problema debe ser resuelto en una hoja propia. ¡No olvides poner tu nombre y apellidos en cada problema!

No es necesario entregar las hojas de sucio.

PROBLEMA 1.

En el sistema representado en la figura 1, los cuerpos están unidos mediante cuerdas y poleas. Inicialmente el sistema se encuentra en reposo y comienza a moverse bajo la acción de la gravedad. Las masas de cada cuerpo son $m_1 = 1 \text{ kg}$, $m_2 = 2 \text{ kg}$, $m_3 = 5 \text{ kg}$ y $m_4 = 0.5 \text{ kg}$. El ángulo que forma el plano inclinado con la horizontal es de 30° y las masas de la polea y de la cuerda son despreciables. El coeficiente de rozamiento entre los cuerpos y el suelo es $\mu = 0.2$.

- [1 punto] Identifica las fuerzas que actúan sobre cada uno de los cuatro cuerpos. Para ello, dibuja dichas fuerzas en forma de vectores actuando sobre cada cuerpo.
- [0.75 puntos] Calcula la aceleración del sistema y las tensiones de las cuerdas.
- [0.5 puntos] Calcula la fuerza que el bloque m_4 ejerce sobre el bloque m_3 . ¿Qué dirección y sentido tiene dicha fuerza?
- [0.25 puntos] Calcula la fuerza que el bloque m_3 ejerce sobre el bloque m_4 . ¿Qué dirección y sentido tiene dicha fuerza?

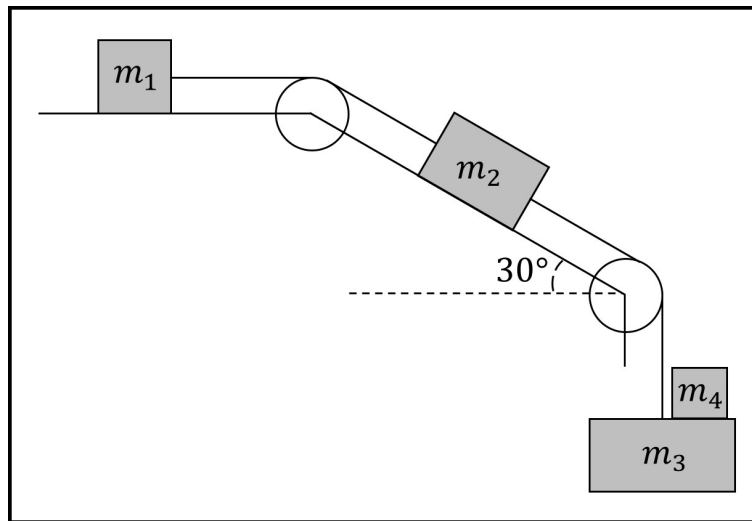


Figura 1: Sistema de cargas unidas mediante cuerdas y poleas.

PROBLEMA 2.

Un satélite de telecomunicaciones geostacionario de masa $m = 2000$ kg describe una órbita circular sobre el ecuador terrestre (ver figura 2). Este tipo de satélites giran con la misma velocidad angular que la Tierra, es decir, se encuentran inmóviles sobre un determinado punto de nuestro planeta. Calcula:

- [0.5 puntos] La velocidad angular del satélite, en unidades del Sistema Internacional.
- [1 punto] La altura a la que se encuentra el satélite, respecto a la superficie terrestre.
- [0.5 puntos] La velocidad lineal del satélite, en su movimiento alrededor de la Tierra.
- [0.5 puntos] La fuerza centrípeta que actúa sobre el satélite. ¿Cuál es la causa de dicha fuerza centrípeta? ¿Qué dirección y sentido tiene?

Datos:

Campo gravitatorio en la superficie terrestre, $g_0 = 9.8$ m/s².

Radio de la Tierra, $R_T = 6370$ km.

Constante de gravitación universal, $G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm²/kg².

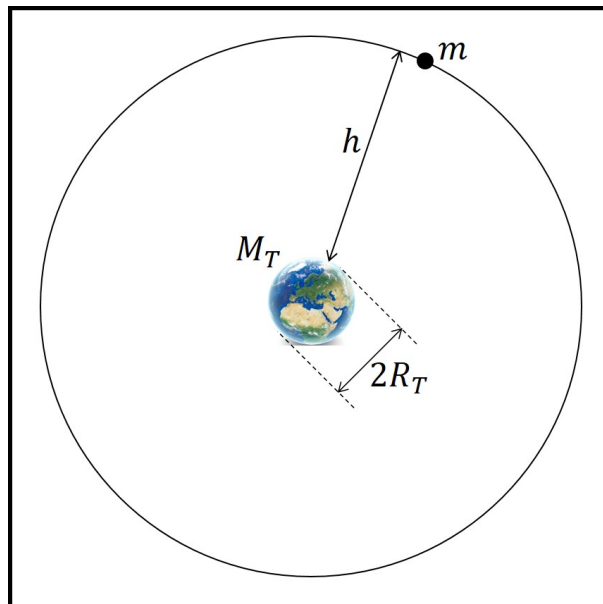


Figura 2: Satélite artificial en órbita geostacionaria alrededor de la Tierra.

PROBLEMA 3.

La figura 3 muestra dos hilos metálicos infinitamente largos y en el mismo plano, orientados según las direcciones de los ejes x e y . Por los hilos circulan corrientes de valor $I_1 = 2$ A e $I_2 = 3$ A.

- [1 punto] Calcula el vector campo magnético \vec{B} resultante en los puntos A y B .
- [1 punto] Si desde el punto A se lanza un electrón con una energía cinética de 1 eV en la dirección del eje x positivo, ¿cuál será la aceleración adquirida por el electrón? Dibuja un esquema representando los vectores campo magnético, velocidad y fuerza que actúa sobre el electrón, en ese punto.
- [0.5 puntos] ¿Existe algún punto/zona donde se anule el campo magnético? Razonar la respuesta.

Datos:

Permeabilidad magnética del vacío, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Nm}^2/\text{A}^2$.

Masa del electrón, $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

Carga del electrón, $q_e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

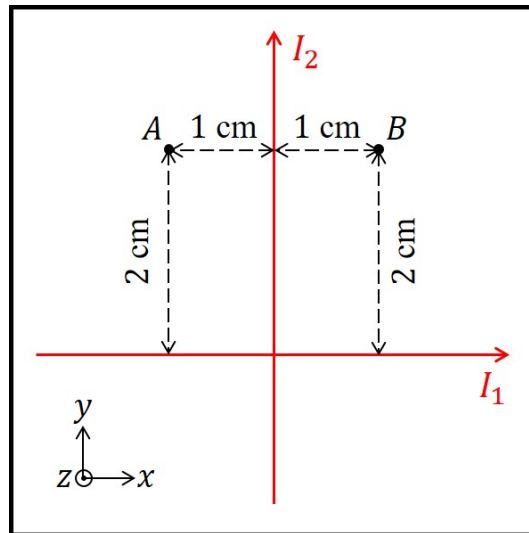


Figura 3: Dos hilos metálicos perpendiculares y en el mismo plano por los que circulan corrientes eléctricas (en rojo). En las inmediaciones se genera un campo magnético.

PROBLEMA 4.

En un campo de fútbol se celebra un concierto de rock. Para ello, se colocan 4 altavoces de 1000 W de potencia acústica en cada una de las esquinas, como se indica en la figura 4. Suponiendo que los altavoces son focos puntuales, que el sonido que producen se extiende uniformemente en todas las direcciones y que no existe atenuación en la propagación de las ondas sonoras por el aire, calcula:

- [1 punto] El nivel de intensidad sonora que genera uno sólo de los altavoces en el centro del campo.
- [0.75 puntos] El nivel de intensidad sonora que generan los cuatro altavoces en el centro del campo.
- [0.75 puntos] La distancia mínima a la que debemos situarnos de uno de los altavoces, para no sentir dolor (despreciar el efecto de los otros tres altavoces).

Nota: La intensidad del sonido (I) emitido por un foco a una distancia x se define como la potencia media (P_m) por unidad de superficie (A) que se transporta en la dirección de propagación: $I = P_m/A$. Si un foco puntual emite una potencia P_m uniformemente en todas direcciones, la intensidad será inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al foco (x), ya que la potencia estará uniformemente distribuida sobre una superficie esférica de área $A = 4\pi x^2$. En tal caso, la intensidad será $I = P_m/A = P_m/(4\pi x^2)$.

Como el oído humano es sensible a una gama muy amplia de intensidades, y dado que la sensación fisiológica de sonoridad no varía linealmente con la intensidad (más bien lo hace de forma logarítmica), se define el *nivel de intensidad* (β) de una onda sonora, medido en decibelios (dB):

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0},$$

donde \log es el logaritmo en base 10. El decibelio es una magnitud adimensional, como el radián. I es la intensidad física del sonido e I_0 es un nivel de referencia, que suele tomarse coincidente con el umbral de audición: $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. En esta escala, el umbral de audición se corresponde con un nivel de intensidad $\beta = 0 \text{ dB}$ y el umbral del dolor ($I = 1 \text{ W/m}^2$) se corresponde con $\beta = 120 \text{ dB}$.

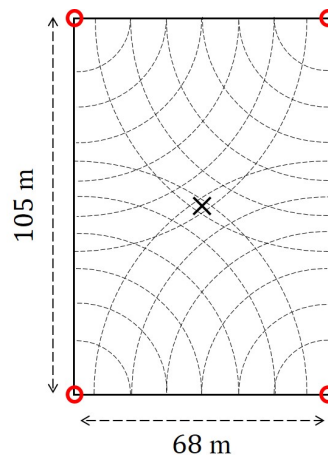


Figura 4: Esquema de la distribución de los altavoces (en rojo) para celebrar un concierto de rock en un campo de fútbol. Los trazos discontinuos son los frentes de onda acústicos generados por los altavoces, considerándolos focos puntuales.

PROBLEMA 5.

La figura 5 representa un rayo de luz incidiendo desde el aire sobre un vidrio con un ángulo de incidencia $\theta_i = 57^\circ$ respecto a la normal. Los rayos reflejado y refractado son perpendiculares entre sí.

- a) [1 punto] ¿Cuál es el índice de refracción del vidrio?
- b) [1 punto] ¿Cuál es el ángulo crítico para la reflexión interna total en ese vidrio?
- c) [0.5 puntos] ¿Cuánto vale la velocidad de la luz en ese vidrio?

Datos:

Índice de refracción del aire, $n_a = 1$.

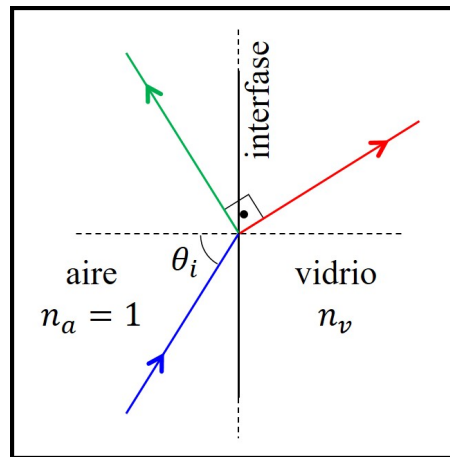


Figura 5: Rayo de luz (en azul) incidiendo sobre una interfase aire-vidrio. En verde se muestra el rayo reflejado y en rojo el rayo refractado. Este caso tiene la peculiaridad de que los rayos reflejado y refractado son mutuamente perpendiculares.