UC UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Olimpíadas de Física

Fase Local de Cantabria

3 de Marzo de 2018

R.S.E.F.

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 (5) problemas, de los cuales, cada alumno elegirá cuatro (4) y desechará uno (1). Cada problema, con los cálculos debidamente justificados y razonados, se calificará con un máximo de 2.5 puntos.

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.

Mediante una cuerda de longitud $L = 50$ cm se hace girar un cuerpo de masa $m = 500$ g a velocidad constante $v = 4$ m/s, de forma que la trayectoria descrita es una circunferencia situada en el plano horizontal. El punto de suspensión de la cuerda (O) está situado una altura $h = 1.5$ m por encima del suelo y la cuerda forma un ángulo θ con la vertical, tal y como se muestra en la Fig. 1.

a) [1 punto] ¿Cuál es el valor de la tensión T de la cuerda y del ángulo θ?

En un momento determinado, cuando el cuerpo está en el punto 1 de su trayectoria, la cuerda se rompe.

b) [0.5 puntos] ¿Cuánto tardará el cuerpo en caer al suelo desde que se rompe la cuerda?

c) [0.5 puntos] ¿Qué valor tendrá el vector de posición del cuerpo en el momento de impacto con el suelo, referido al sistema de referencia x, y, z de la Fig. 1?

d) [0.5 puntos] ¿Qué valor tendrá el vector velocidad del cuerpo en el instante en el que choca contra el suelo, referido al sistema de referencia x, y, z de la Fig. 1?

Datos:

$g = 9.8$ m/s^2.

$\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$.

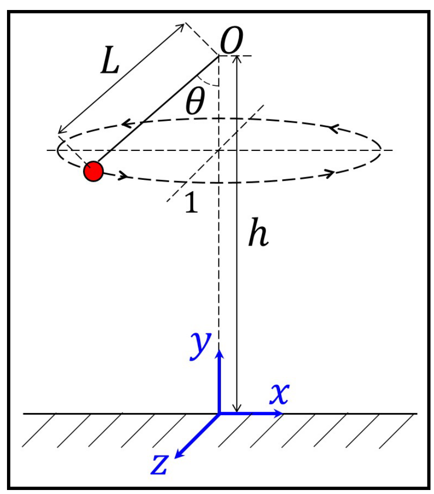


Figura 1: Cuerpo de masa m sujeto mediante una cuerda de longitud L a un punto de suspensión O situado a una altura h del suelo. El cuerpo gira describiendo una trayectoria circular en el plano horizontal, de manera que el ángulo entre la cuerda y la vertical es θ.

PROBLEMA 2.

Sean $M_m = 6.39 \times 10^{23}$ kg y $R_m = 3390$ km la masa y el radio del planeta Marte respectivamente. Deimos, que es la más pequeña de las dos lunas del planeta, tiene una masa $M_d = 1.5 \times 10^{15}$ kg y orbita Marte describiendo una trayectoria circular de radio $R_o = 23500$ km. A pesar de tener forma irregular, Deimos se puede aproximar a una esfera de radio $R_d = 6.2$ km (ver Fig. 2).

a) [0.5 puntos] Calcular la aceleración debida a la gravedad de Marte en la superficie de Marte.

b) [0.5 puntos] Calcular la aceleración debida a la gravedad de Marte en la posición de Deimos más próxima a Marte.

c) [0.5 puntos] Calcular la aceleración debida a la gravedad de Deimos en la superficie de Deimos. Supondremos que los efectos debido al movimiento de rotación de Deimos en torno a su propio eje son despreciables.

d) [0.5 puntos] Las respuestas a los apartados b) y c), ¿implican que un objeto que se suelte en la superficie de Deimos en la zona que da hacia Marte caerá "hacia arriba" relativo a Deimos? Razonar la respuesta.

e) [0.5 puntos] Si un objeto en la superficie de Marte al que se le transmite un impulso vertical determinado asciende 10 cm, ¿cuánto ascenderá en la superficie de Deimos con el mismo impulso? En el movimiento de ascensión del objeto sobre Deimos, supondremos que la aceleración debida a la gravedad de Deimos es siempre constante e igual a la calculada en el apartado c).

Datos:

$G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2/kg^2.

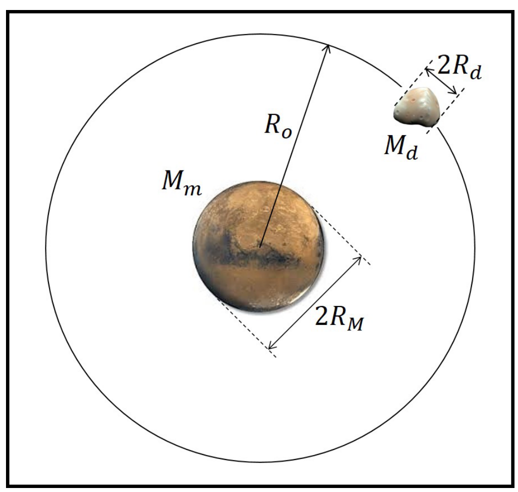


Figura 2: Deimos orbitando alrededor de Marte en trayectoria circular.

PROBLEMA 3.

Un haz de electrones, previamente acelerados mediante la aplicación de una diferencia de potencial ΔV_0, penetra por el punto medio de un condensador plano. Este condensador tiene una separación entre placas d_1 y una longitud d_2. La diferencia de potencial entre las placas del condensador es ΔV_1. A la salida del condensador, a una distancia d_3, se sitúa una pantalla fluorescente en la que puede determinarse el punto en el que inciden los electrones (ver Fig. 3). Hallar:

a) [0.5 puntos] La velocidad v_0 de los electrones al penetrar en el condensador.

b) [0.5 puntos] El campo eléctrico entre las armaduras del condensador.

c) [0.75 puntos] La desviación vertical del punto de impacto del haz con la pantalla, respecto a la dirección inicial.

d) [0.75 puntos] La magnitud, dirección y sentido del campo magnético que sería necesario aplicar en el interior del condensador para que el haz de electrones no se desvíe al atravesarlo.

Datos:

<u>Características del electrón:</u> Masa, $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg. Carga, $q_e = -1.6 \times 10^{-19}$ C.

<u>Constante de Coulomb:</u> $k = (4\pi\varepsilon_0)^{-1} = 9 \times 10^9$ Nm^2/C^2.

<u>Tensiones:</u> $\Delta V_0 = 500$ V. $\Delta V_1 = 100$ V.

<u>Distancias:</u> $d_1 = 6$ cm. $d_2 = 9$ cm. $d_3 = 15$ cm.

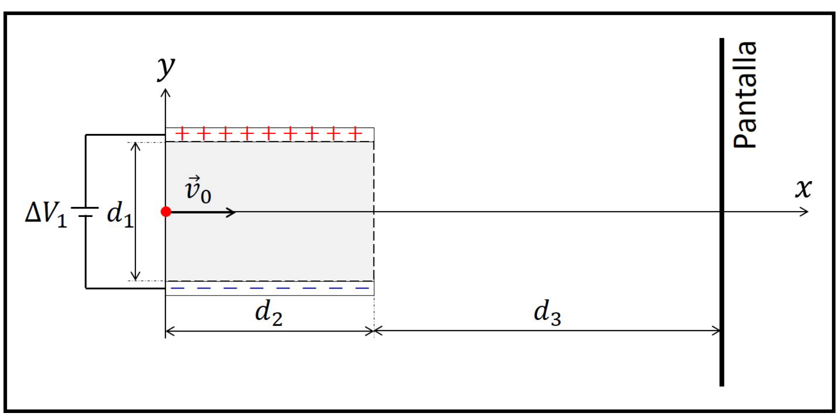


Figura 3: Haz de electrones (punto rojo) penetrando en un condensador plano (zona sombreada). Debido a la fuerza eléctrica, la trayectoria del haz se curva.

PROBLEMA 4.

La velocidad de propagación (v) de una onda transversal a través de una cuerda depende de la densidad lineal de masa (masa por unidad de longitud, μ) y de la tensión (T) de la cuerda, de forma que $v = (T/\mu)^{1/2}$. Cuando una onda llega a un extremo fijo de una cuerda, se refleja y se propaga en sentido contrario, interfiriendo los trenes de onda incidente y reflejado. Se forma así una vibración compleja que, bajo determinadas condiciones, puede dar lugar a ondas estacionarias como la que se muestra en la Fig. 4. El electroimán, alimentado con corriente alterna igual a la de la red ($f = 50$ Hz), excita transversalmente un extremo de la cuerda. A su vez, la cuerda se mantiene a una determinada tensión (T), haciéndola pasar por una polea y colgando del extremo libre una masa conocida ($M = 100$ g). Al ir modificando M, y por lo tanto T, se encuentran sucesivas situaciones en las que se forma una onda estacionaria. Las distancias pueden medirse con la regla milimetrada de la figura.

a) [0.5 puntos] ¿Qué condición, que relaciona la longitud total de la cuerda (L) y la longitud de la onda (λ), debe cumplirse para que se originen ondas estacionarias?

b) [0.5 puntos] Calcular la velocidad de propagación de la onda estacionaria transversal generada en la Fig. 4.

c) [0.5 puntos] Calcular la densidad lineal de masa (μ) de la cuerda empleada.

d) [0.5 puntos] Si la amplitud de oscilación de la onda es $A = 5$ mm, ¿cuál es la expresión matemática para la onda estacionaria formada?

e) [0.5 puntos] ¿Cuál es la expresión matemática para la velocidad máxima de vibración de cualquier punto de la cuerda? Determinar este valor para un punto situado a una distancia $x = 3\lambda/8$ de un extremo de la cuerda.

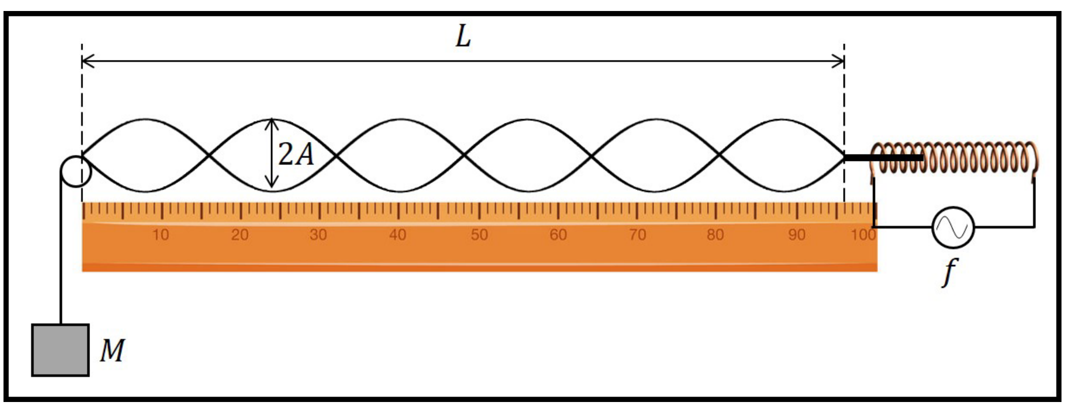


Figura 4: Esquema del montaje experimental para el estudio de ondas estacionarias transversales.

PROBLEMA 5.

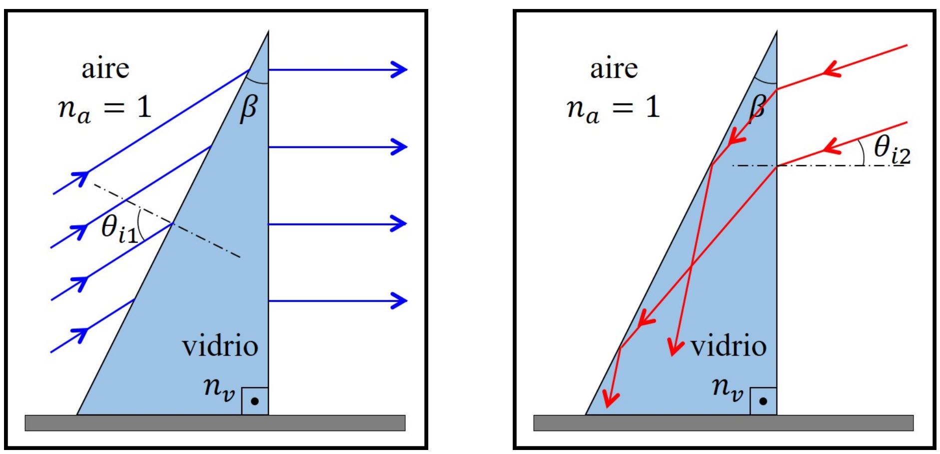
Sea un prisma de vidrio con índice de refracción $n_v = 1.58$, rodeado de aire. La base del prisma tiene forma de triángulo rectángulo de ángulo β. En la Fig. 5(a) se muestra cómo un haz de rayos paralelos incide sobre el lado largo (hipotenusa), con ángulo θ_{i1}, de modo que los rayos emergentes por el cateto vertical son horizontales.

a) [1 punto] Hallar la expresión que relaciona el índice de refracción del vidrio (n_v), el ángulo de incidencia (θ_{i1}) y el ángulo del prisma (β).

b) [0.5 puntos] Si el ángulo del prisma es $\beta = 29^{\circ}$, ¿cuál será el valor de θ_{i1}?

En la Fig. 5(b) se muestra cómo un haz de rayos paralelos incide sobre el cateto vertical, con ángulo θ_{i2}, sufriendo reflexión interna total al alcanzar la interfase vidrio$-$aire.

c) [1 punto] ¿Qué rango de valores puede tomar θ_{i2} para que se produzca reflexión interna total en la interfase vidrio$-$aire?



(a) (b)

Figura 5: Prisma de vidrio con índice de refracción n_v rodeado de aire con índice de refracción $n_a = 1$. La base tiene forma de triángulo rectángulo de ángulo β. En (a) un haz de rayos incide sobre la hipotenusa con ángulo θ_{i1}, emergiendo horizontalmente por el cateto vertical. En (b) un haz de rayos incide sobre el cateto vertical con ángulo θ_{i2}, sufriendo reflexión interna total al llegar a la interfase vidrio$-$aire.