Olimpíadas de Física
Fase Local de Cantabria
11 de Marzo de 2023

INDICACIONES

(1) Dispones de 2.5 horas para la realización de la prueba.

(2) La prueba consta de cinco ejercicios, de los cuales, debes elegir cuatro y desechar uno. Cada ejercicio, 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 que tenga peor calificación.

(3) En los ejercicios que incluyan figuras, se recomienda fijarse detenidamente en ellas: ayudan a entender mejor lo que se pregunta, facilitando la resolución de las cuestiones planteadas.

(4) Debes realizar cada ejercicio EN HOJAS DISTINTAS. Puedes usar varias hojas para un mismo ejercicio y no olvides poner tu nombre y apellidos en todas ellas.

(5) La prueba debe hacerse a bolígrafo.

(6) No es necesario que entregues el enunciado ni las hojas en sucio.

EJERCICIO 1.

En la figura 1 se muestra un sistema de dos bloques, de masas m_1 y m_2, unidos por una cuerda inextensible y sin masa, que pasa por una polea, también sin masa. El coeficiente de rozamiento entre los bloques y la superficie es μ. Inicialmente, el sistema se encuentra en reposo.

a) [0.5 puntos] Dibuja las fuerzas que actúan sobre ambos bloques.

b) [0.5 puntos] Plantea las ecuaciones del movimiento para los dos bloques.

c) [0.5 puntos] Calcula la aceleración de los dos bloques y la tensión de la cuerda.

d) [0.5 puntos] Calcula el tiempo que tarda uno de los bloques en avanzar 0.5 metros.

e) [0.5 puntos] Calcula la energía cinética total del conjunto (suma de las energías cinéticas de ambos bloques) cuando han transcurrido 2 segundos desde que el sistema comienza a moverse.

Datos:

$m_1 = 5$ kg, $m_2 = 2m_1$, $\mu = 0.2$, $\alpha = 30°$, $g = 9.8$ m/s^2.

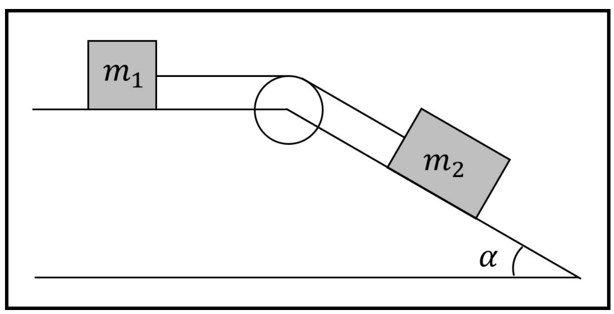

Figura 1: Sistema compuesto por dos bloques unidos por una cuerda (sin masa) que pasa por una polea (sin masa). El coeficiente de rozamiento entre los bloques y el suelo es μ.

EJERCICIO 2.

Un satélite de masa m describe una órbita circular alrededor de la Tierra a velocidad v y altura h sobre la superficie terrestre (ver figura 2).

a) [1 punto] Determina la expresión para la velocidad del satélite, en función de la constante de gravitación universal G, el radio de la Tierra R, la masa de la Tierra M y la altura h.

b) [0.75 puntos] Si $m = 1500$ kg y $h = R$, calcula la energía que hubo que transmitir al satélite para ponerlo en órbita desde la superficie de la Tierra.

c) [0.75 puntos] Determina el valor del cociente g_0/g_{sat}, siendo g_0 el campo gravitatorio terrestre en la superficie de la Tierra y g_{sat} el campo gravitatorio terrestre a la altura $h = R$ de la órbita del satélite.

Datos:

Constante de gravitación universal: $G = 6.67 \times 10^{-11}$ N $\cdot$ m$^2 \cdot$ kg^{-2}.
Radio de la Tierra: $R = 6370$ km.
Masa de la Tierra: $M = 5.97 \times 10^{24}$ kg.

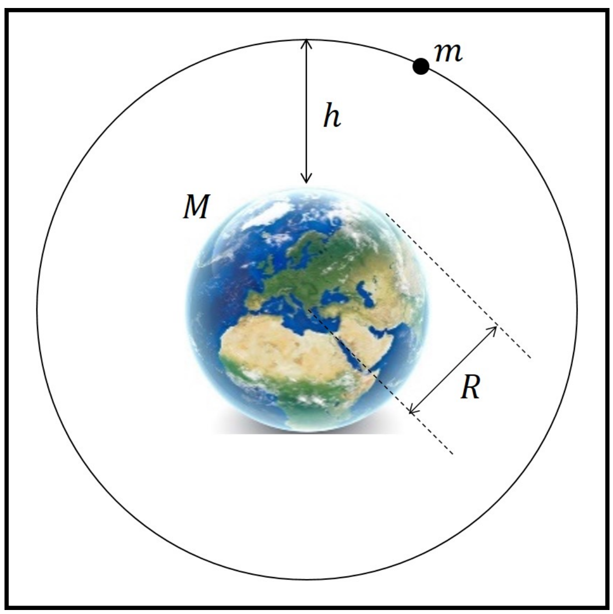

Figura 2: Satélite artificial en órbita alrededor de la Tierra.

EJERCICIO 3.

En los vértices de un cubo de lado $d = 5$ cm, se colocan 8 cargas idénticas, de valor $q = +10\ \mu$C, con una de ellas situada en el origen de coordenadas, tal como se muestra en la figura 3.

a) [1 punto] Calcula el vector fuerza que se ejerce sobre la carga situada en el origen de coordenadas.

b) [0.5 puntos] Obtén el valor del potencial eléctrico en el centro geométrico del cubo.

c) [0.5 puntos] Halla el trabajo necesario para trasladar una carga de $-10\ \mu$C, situada inicialmente en un punto muy alejado de la distribución, hasta el centro geométrico del cubo.

d) [0.5 puntos] Calcula el flujo del campo eléctrico a través de una superficie esférica de radio 6 cm y centro el origen de coordenadas.

Datos:

Constante de Coulomb: $k = 9 \times 10^9\ \mathrm{N \cdot m^2 \cdot C^{-2}}$.

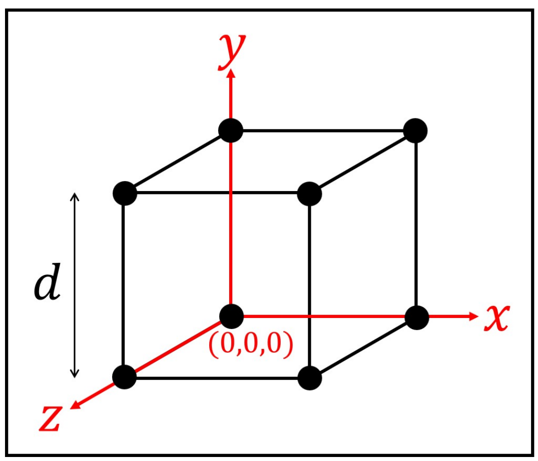

Figura 3: Distribución de 8 cargas idénticas situadas en los vértices de un cubo de lado d, con una de ellas en el origen de coordenadas.

EJERCICIO 4.

Se lanza un proyectil bajo un ángulo de 45° en una llanura, explosionando al llegar al suelo. Un observador situado en el lugar del lanzamiento oye el ruido de la explosión 20 segundos después del disparo. La temperatura del aire es de 20° C.

a) [1 punto] Calcula la velocidad del sonido en el aire a esa temperatura, considerando que el aire es un gas ideal y sabiendo que $v_s = \sqrt{\gamma P/\rho}$, donde γ, P y ρ son el coeficiente adiabático, la presión y la densidad del aire respectivamente.

b) [1.5 puntos] Calcula la velocidad inicial del lanzamiento y la distancia al blanco. NOTA: Si en el apartado anterior no has conseguido calcular la velocidad del sonido en el aire, puedes suponer $v_s = 340$ m/s.

Datos:

Coeficiente adiabático del aire: $\gamma = 7/5$.
Masa molar del aire: $M = 28.9$ g mol^{-1}.
Constante universal de los gases: $R = 8.31$ J mol^{-1} K^{-1}.

EJERCICIO 5.

La constante solar o irradiancia solar total, es la potencia recibida en forma de radiación solar por unidad de superficie, en la parte externa de la atmósfera terrestre, en un plano perpendicular a los rayos del sol. Su valor aproximado es de $K = 1400$ W/m^2. Suponiendo que la luz solar que llega a la Tierra es luz monocromática de longitud de onda $\lambda = 550$ nm:

a) [1.5 puntos] Calcula el número de fotones que inciden en un minuto sobre una placa solar cuadrada de 20 cm de lado, orientada perpendicularmente a los rayos.

b) [1 punto] Calcula la distancia a la que la radiación emitida por una lámpara de 100 W (suponiendo que es una fuente puntual) tiene la misma irradiancia que la irradiancia solar total.

Datos:

Constante de Planck: $h = 6.63 \times 10^{-34}$ J·s.