

Física
Nivel superior
Prueba 2

Martes 30 de octubre de 2018 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

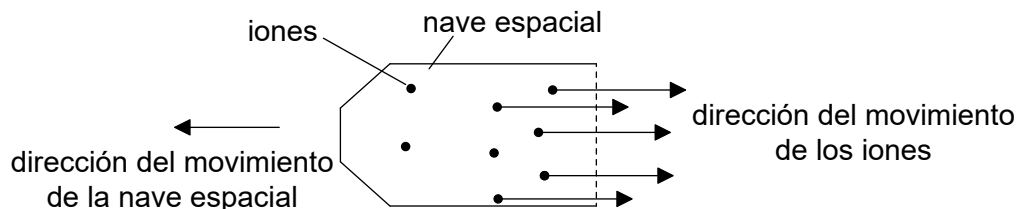
Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[95 puntos]**.



Conteste **todas** las preguntas. Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.

- 1. Los motores iónicos pueden impulsar naves espaciales. En este tipo de motor, los iones se producen en una cámara y son expulsados afuera de la nave espacial. La nave espacial se encuentra en el espacio exterior cuando el sistema de propulsión se enciende. La nave espacial parte del reposo.



La masa de los iones eyectados cada segundo es de $6,6 \times 10^{-6}$ kg y la rapidez de cada ión es de $5,2 \times 10^4$ m s⁻¹. La masa total inicial de la nave espacial y de su combustible es de 740 kg. Suponga que los iones se alejan de la nave espacial paralelamente a su dirección de movimiento.

- (a) Determine la aceleración inicial de la nave espacial. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

(b) Para viajar a cierto planeta, la nave espacial dispone de una masa inicial de combustible de 60 kg. La mitad del combustible se necesita para reducir la velocidad de la nave espacial antes de su llegada al planeta.

(i) Estime la máxima rapidez de la nave espacial. [2]

.....
.....
.....
.....
.....

(ii) Resuma por qué la respuesta a (b)(i) es una estimación. [1]

.....
.....
.....

(iii) Resuma por qué los científicos usan a veces estimaciones en los cálculos que hacen. [1]

.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página 5)



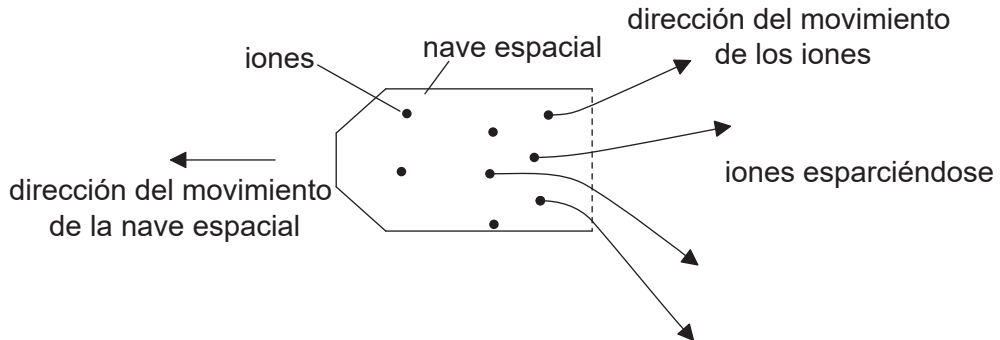
No escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



(Pregunta 1: continuación)

- (c) En la práctica, los iones abandonan la nave espacial con un rango de ángulos, como muestra la figura.



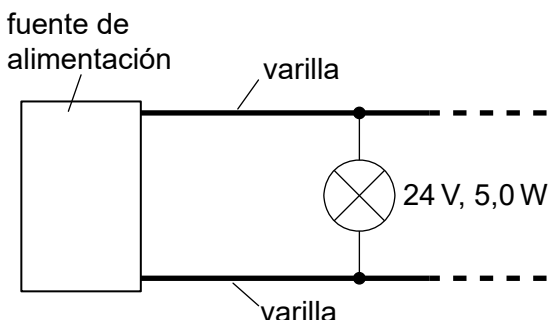
- (i) Resuma por qué es probable que los iones se esparzan. [2]

.....
.....
.....
.....

- (ii) Explique qué efecto (si lo hay) tiene este esparcimiento de los iones sobre la aceleración de la nave espacial. [2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Un sistema de iluminación consta de dos largas varillas de metal entre las que se mantiene una diferencia de potencial. Se pueden conectar lámparas idénticas entre las varillas, según sea necesario.



Se dispone de los siguientes datos de las lámparas a su temperatura de trabajo:

| | |
|--|---------------------------------------|
| Características de la lámpara | 24 V, 5,0 W |
| F.e.m. cuadrática media (rms) de la fuente de alimentación | 24 V |
| Corriente rms máxima de la fuente de alimentación | 8,0 A |
| Longitud de cada varilla | 12,5 m |
| Resistividad del metal de la varilla | $7,2 \times 10^{-7} \Omega \text{ m}$ |

- (a) Cada varilla debe tener una resistencia no mayor que $0,10 \Omega$. Calcule, en m, el radio mínimo de cada varilla. Indique su respuesta con el número apropiado de cifras significativas.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Calcule el número máximo de lámparas que pueden conectarse entre las varillas. Desprecie la resistencia de las varillas.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (c) Una ventaja de este sistema es que si una lámpara se funde las restantes lámparas en el circuito permanecen encendidas. Resuma **otra** ventaja eléctrica de este sistema en comparación con el de lámparas conectadas en serie. [1]

.....

.....

.....

- (d) Se utiliza un transformador reductor para transferir energía a las dos varillas. La bobina primaria de ese transformador está conectada a una fuente de alimentación alterna que tiene una f.e.m. de valor cuadrático medio (rms) 240 V. El transformador tiene un rendimiento del 95 %.

- (i) Resuma cómo las corrientes de Foucault disminuyen el rendimiento del transformador. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Determine el pico de corriente en la bobina primaria cuando se opera con el máximo número de lámparas. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



3. (a) Defina *impulso*. [1]

.....
.....

(b) Un huevo de gallina, de masa 58 g, se deja caer sobre la hierba desde una altura de 1,1 m. Suponga que la resistencia del aire es despreciable y que el huevo no rebota, ni se rompe.

(i) Muestre que la energía cinética del huevo justo antes del impacto es aproximadamente de 0,6 J. [1]

.....
.....
.....
.....

(ii) El huevo llega al reposo al cabo de 55 ms. Determine la magnitud de la fuerza media de deceleración que ejerce el suelo sobre el huevo. [4]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

(iii) Explique por qué es probable que el huevo se rompa cuando cae sobre hormigón desde la misma altura.

[2]

.....

.....

.....

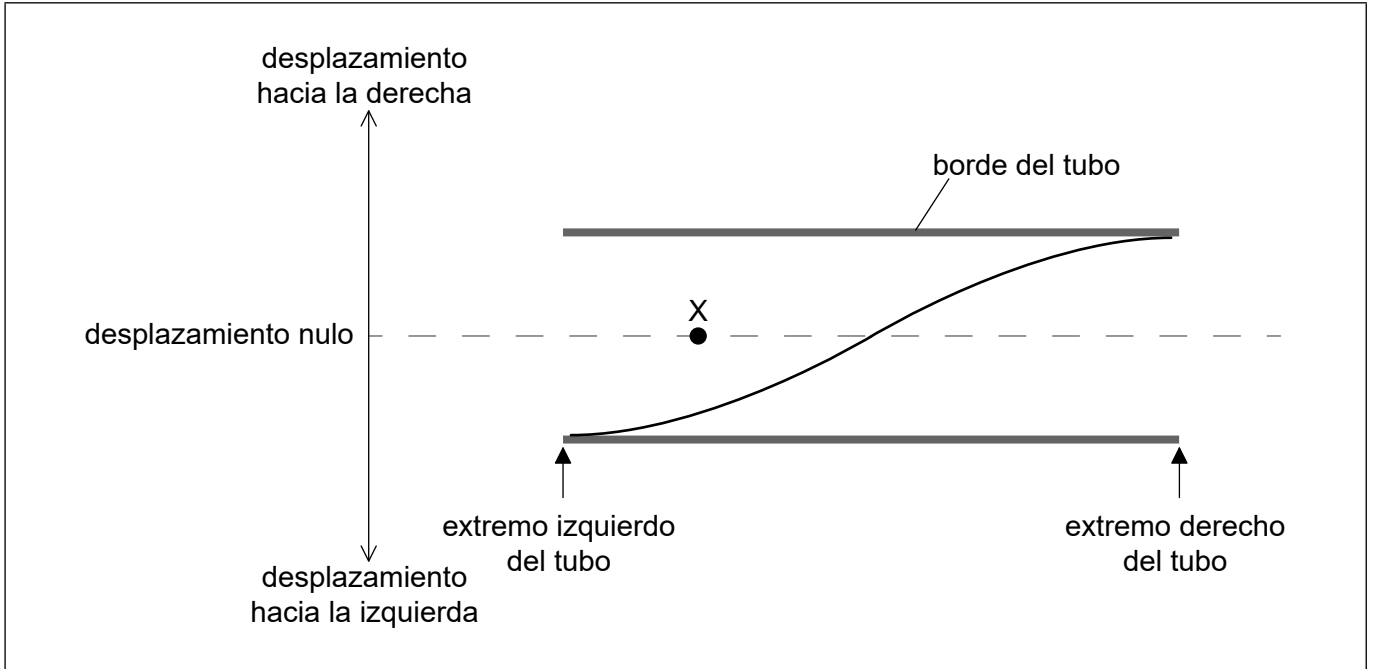
.....

.....

.....



4. Un tubo está abierto por sus dos extremos. Se establece en el tubo el primer armónico de una onda estacionaria. El diagrama muestra la variación del desplazamiento de las moléculas de aire en el tubo con la distancia a lo largo del tubo, en $t=0$. La frecuencia del primer armónico es f .



- (a) (i) Dibuje aproximadamente sobre el diagrama la variación del desplazamiento de las moléculas de aire con la distancia a lo largo del tubo, en el instante $t = \frac{3}{4f}$. [1]
- (ii) Una molécula de aire está situada en el punto X del tubo en $t=0$. Describa el movimiento de esta molécula de aire durante un ciclo completo de la onda estacionaria, comenzando desde $t=0$. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

(b) La velocidad del sonido c para ondas longitudinales en el aire viene dada por

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

donde ρ es la densidad del aire y K una constante.

Un alumno mide f como 120 Hz cuando la longitud del tubo es de 1,4 m. La densidad del aire en el tubo es $1,3 \text{ kg m}^{-3}$. Determine el valor de K para el aire. Indique su respuesta con la unidad fundamental apropiada del SI.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

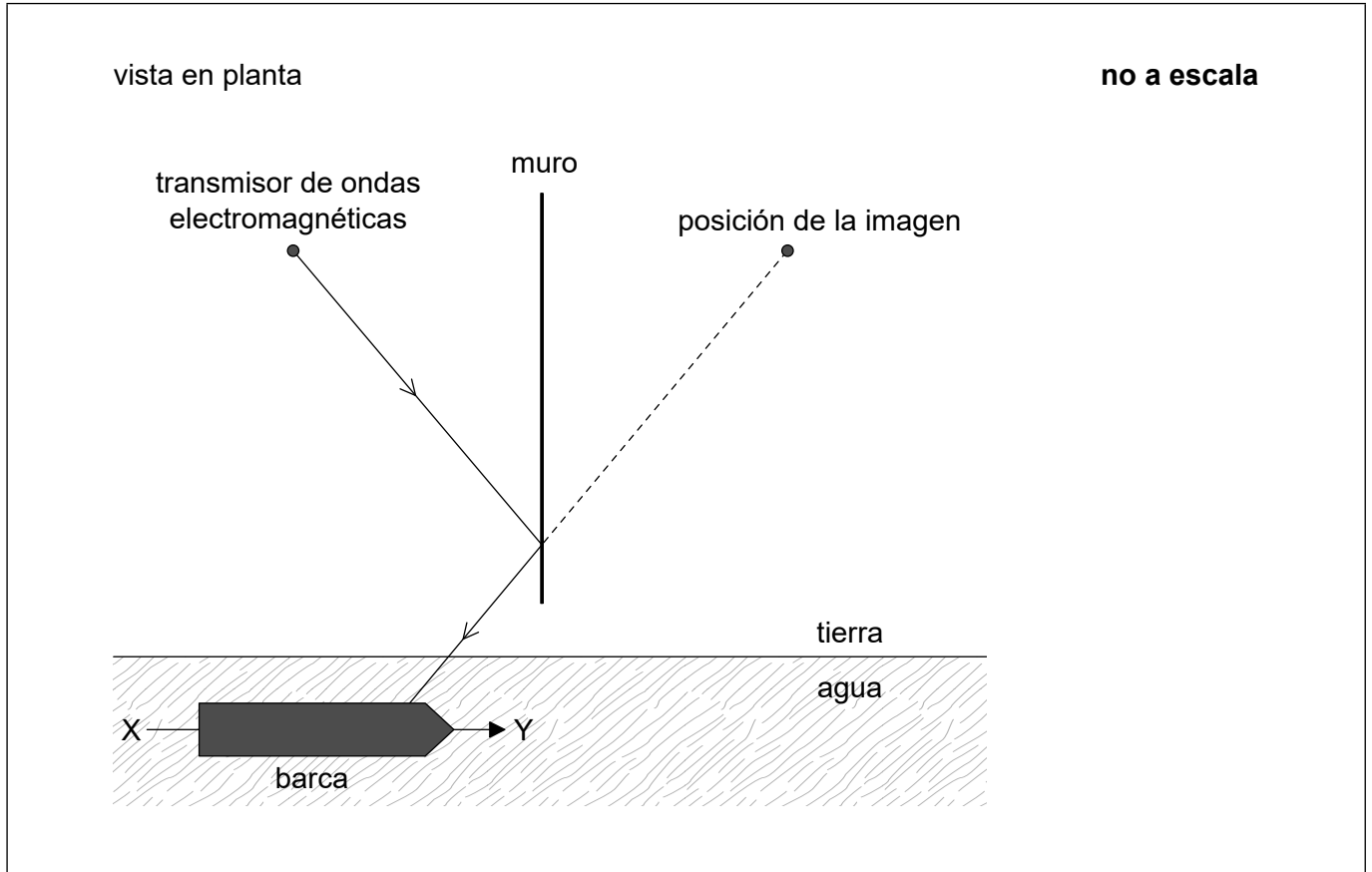
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

- (c) Un transmisor de ondas electromagnéticas está próximo a una largo muro vertical rectilíneo que actúa como un espejo plano para las ondas. Un observador situado en un barco detecta tanto las ondas directas como las procedentes de una imagen situada al otro lado del muro. El diagrama muestra un rayo del transmisor reflejado en el muro y la posición de la imagen.



- (i) Utilizando un segundo rayo, demuestre que la imagen parece proceder de la posición indicada. [1]
- (ii) Resuma por qué el observador detecta una serie de aumentos y disminuciones en la intensidad de la señal recibida, a medida que el barco se mueve a lo largo de la línea XY. [2]

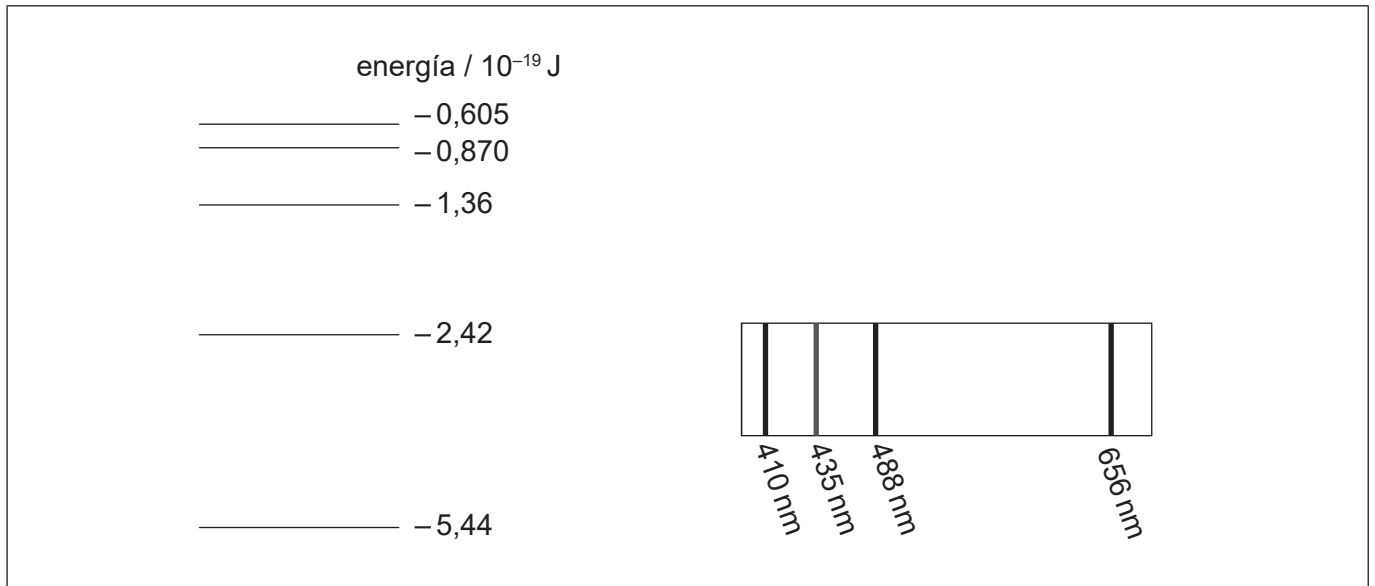
.....

.....

.....

.....

5. (a) El diagrama muestra la posición de las líneas principales en el espectro visible del hidrógeno atómico y algunos de los niveles de energía correspondientes del átomo de hidrógeno.



- (i) Determine la energía de un fotón de luz azul (435 nm) emitido en el espectro de hidrógeno. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Identifique en el diagrama, con una flecha rotulada como B, la transición en el espectro del hidrógeno que da lugar al fotón con la energía de (a)(i). [1]
- (iii) Explique su respuesta a (a)(ii). [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

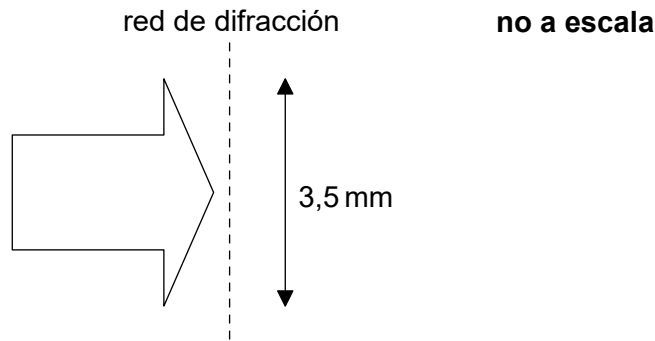


(Pregunta 5: continuación)

- (b) Una lámpara de descarga de hidrógeno de baja presión contiene una pequeña cantidad de gas deuterio, además de hidrógeno gaseoso. El espectro del deuterio contiene una línea roja con una longitud de onda muy cercana a la de la línea roja del hidrógeno. Las longitudes de onda de las líneas principales de los espectros visibles del deuterio y del hidrógeno se dan en la siguiente tabla.

| | Longitud de onda del hidrógeno / nm | Longitud de onda del deuterio / nm |
|----------------------|--|---|
| Línea roja | 656,288 | 656,107 |
| Línea violeta | 410,180 | 410,048 |

La luz procedente de la lámpara de descarga incide perpendicularmente sobre una red de difracción.



- (i) La luz ilumina la red en una anchura de 3,5 mm. Las líneas rojas del deuterio y del hidrógeno pueden resolverse justamente en el espectro de segundo orden de la red de difracción. Muestre que el espaciado de red de la red de difracción es de aproximadamente 2×10^{-6} m.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (ii) Calcule el ángulo entre la línea de primer orden de la luz roja en el espectro del hidrógeno y la línea de segundo orden de la luz violeta en el espectro del hidrógeno. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) Se cambia la fuente luminosa, de modo que la luz que incide sobre la red de difracción sea luz blanca. Resuma qué apariencia tendrá el patrón de difracción formado con luz blanca. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



6. (a) (i) Indique cómo varía la densidad del núcleo con el número de nucleones en el núcleo. [1]

.....

- (ii) Muestre que el radio nuclear del fósforo-31 ($^{31}_{15}\text{P}$) es de aproximadamente 4 fm. [1]

.....
.....
.....

- (b) El $^{32}_{15}\text{P}$ se forma cuando un núcleo de deuterio (^2_1H) colisiona con un núcleo de $^{31}_{15}\text{P}$. El radio de un núcleo de deuterio es de 1,5 fm.

- (i) Indique la distancia máxima entre los centros de los núcleos para la cual es probable que ocurra la producción de $^{32}_{15}\text{P}$. [1]

.....

- (ii) Determine, en J, la energía cinética inicial mínima que debe tener el núcleo de deuterio para producir $^{32}_{15}\text{P}$. Suponga que el núcleo de fósforo permanece estacionario a lo largo de la interacción y que solo actúan fuerzas electrostáticas. [2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

- (c) El $^{32}_{15}\text{P}$ experimenta desintegración beta menos (β^-). Explique por qué la energía adquirida por las partículas beta emitidas en esta desintegración no es la misma para cada partícula beta. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) (i) Indique qué se entiende por constante de desintegración. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) En una muestra pura y reciente de $^{32}_{15}\text{P}$ la actividad es de 24 Bq. Después de una semana la actividad ha cambiado a 17 Bq. Calcule, en s^{-1} , la constante de desintegración del $^{32}_{15}\text{P}$. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

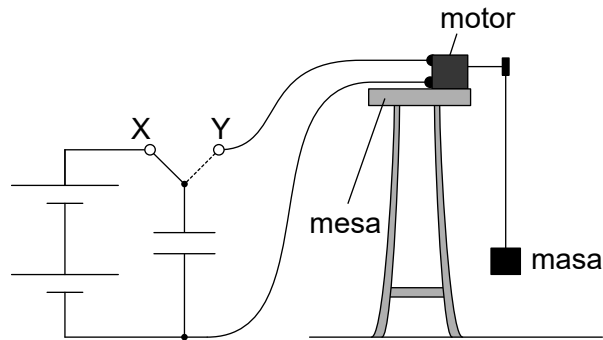
.....

.....

.....



7. En un experimento escolar se utiliza un pequeño motor eléctrico junto con un capacitor de 12 mF y una batería.



Cuando el conmutador se conecta en X, el capacitor se carga usando la batería. Cuando el conmutador se conecta en Y, el capacitor se descarga totalmente a través del motor eléctrico, que eleva una pequeña masa.

- (a) La batería tiene una f.e.m. de 7,5 V. Determine la carga que fluye a través del motor cuando se eleva la masa. [1]

.....

.....

.....

.....

- (b) El motor puede transformar una tercera parte de la energía eléctrica almacenada en el capacitor en energía potencial gravitatoria de la masa. Determine la altura máxima a la que puede elevarse una masa de 45 g. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (c) Otro capacitor idéntico se conecta en serie con el primer capacitor y se repiten los procesos de carga y descarga. Comente el efecto que tiene este cambio en la altura y el tiempo que ha llevado elevar la masa de 45 g. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. Se tiene el propósito de situar un satélite en órbita alrededor del planeta Marte.

- (a) (i) Resuma qué se entiende por intensidad del campo gravitatorio en un punto. [2]

.....

.....

.....

- (ii) La ley de la gravitación de Newton se aplica a masas puntuales. Sugiera por qué la ley puede aplicarse a un satélite en órbita alrededor de Marte. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

- (b) El periodo orbital T del satélite debe ser igual que la duración de un día en Marte. Puede demostrarse que

$$T^2 = kR^3$$

donde R es el radio orbital del satélite y k es una constante.

- (i) Marte tiene una masa de $6,4 \times 10^{23}$ kg. Muestre que, para Marte, k vale aproximadamente $9 \times 10^{-13} \text{ s}^2 \text{ m}^{-3}$.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) El tiempo que tarda Marte en dar una vuelta completa alrededor de su eje es de $8,9 \times 10^4$ s. Calcule, en m s^{-1} , la rapidez orbital del satélite.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

(c) El cociente $\frac{\text{distancia de Marte al Sol}}{\text{distancia de la Tierra al Sol}} = 1,5$.

(i) Muestre que la intensidad de la radiación solar en la órbita de Marte es aproximadamente de 600 W m^{-2} . [2]

.....
.....
.....
.....

(ii) Determine, en K, la temperatura superficial media de Marte. Suponga que Marte actúa como un cuerpo negro. [2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(iii) La atmósfera de Marte está compuesta fundamentalmente por dióxido de carbono y su presión es inferior al 1% de la que hay en la Tierra. Resuma por qué la temperatura media de la Tierra está fuertemente afectada por los gases de su atmósfera pero la de Marte no. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



9. En un tanque aislante se almacena oxígeno líquido a su temperatura de ebullición. Cuando se necesita oxígeno gaseoso, se produce desde el tanque utilizando un calentador eléctrico situado en el líquido.

Se dispone de los siguientes datos:

$$\begin{aligned} \text{Masa de 1,0 mol de oxígeno} &= 32 \text{ g} \\ \text{Calor latente específico de vaporización del oxígeno} &= 2,1 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1} \end{aligned}$$

- (a) Distinga entre la energía interna del oxígeno en su punto de ebullición cuando está en fase líquida y cuando está en fase gaseosa. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Se necesita un flujo de oxígeno de $0,25 \text{ mol s}^{-1}$.
- (i) Calcule, en kW, la potencia calorífica requerida. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule el volumen de oxígeno producido en un segundo cuando se le permite expandirse hasta una presión de $0,11 \text{ MPa}$ y alcanzar una temperatura de $-13 \text{ }^\circ\text{C}$. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 9: continuación)

(c) Indique **una** hipótesis del modelo cinético de un gas ideal que no se aplique al oxígeno.

[1]

.....

.....



No escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.

