

CATALUÑA · PAU 2023 · EXTRAORDINARIA

Física

7 ejercicios

Instrucciones del examen

Ejercicio 1

2,5 puntos

En el mes de noviembre de 2021, la NASA lanzó la misión DART (Double Asteroid Redirection Test). Esta misión tiene por objetivo cambiar la órbita de Dimorphos, un pequeño asteroide que orbita alrededor de Didymos, que es un asteroide más grande.

a) 1,25 puntos

A partir de la ley de la gravitación universal, encuentre la expresión de la intensidad del campo gravitatorio que crea un objeto astronómico esférico de masa M y radio R en su superficie. El diámetro de Didymos es de 781 m y su densidad es de 2146 kg/m^3 . Calcule el valor de la intensidad del campo gravitatorio que crea Didymos en su superficie. Si Dimorphos tiene una masa de $4,42 \cdot 10^{10} \text{ kg}$ y el radio orbital medio (distancia entre los centros de los dos objetos) es de 1,12 km, calcule el módulo de la fuerza gravitatoria media entre Didymos y Dimorphos.

b) 1,25 puntos

El objetivo de la misión DART es golpear Dimorphos, de tal manera que orbite en una nueva órbita de radio menor, como se indica en la figura anterior. Deduzca, a partir de principios fundamentales, la expresión de la velocidad orbital de un satélite en función del radio de la órbita. Argumente si Dimorphos orbitará a más velocidad en la nueva órbita o en la órbita original.

Ejercicio 2

2,5 puntos

En un laboratorio se ha realizado el experimento que se muestra en la figura 1. En una cubeta de plástico transparente se ha añadido aproximadamente un centímetro de agua del grifo, y se han colocado a ambos lados dos placas conductoras de cobre separadas a una distancia de 20 cm. Las placas se han conectado a una fuente de alimentación. Debajo de la cubeta transparente hay un papel cuadriculado que permite determinar las posiciones (figura 1). En la placa conectada al terminal negativo de la fuente de alimentación se ha conectado el terminal negativo del voltímetro. El terminal positivo del voltímetro se ha movido por diferentes puntos de la cuadrícula para medir el potencial eléctrico y el resultado se indica en la tabla de abajo.

a) 1,25 puntos

Rellene la tabla de arriba con la media aritmética del potencial eléctrico en las posiciones $x = 4, 8, 12$ y 16 cm . Dibuje las líneas equipotenciales a $x = 4, 8, 12$ y 16 cm y las líneas de campo eléctrico en el papel cuadriculado de la cubeta (figura 1). Represente en los ejes de coordenadas (figura 2) la media aritmética del potencial eléctrico en función de x . Calcule el módulo del campo eléctrico a partir de la gráfica.

b) 1,25 puntos

Colocamos una carga positiva de $3,00 \text{ mC}$ en el punto P indicado dentro de la cubeta en la figura 1. Indique qué trayectoria seguirá. Represente en el papel cuadriculado (figura 1) la dirección y el sentido de la fuerza que aplica el campo eléctrico sobre esta carga. Determine el módulo de la fuerza. Calcule el trabajo que hace el campo eléctrico para mover la carga desde $x = 8 \text{ cm}$ hasta $x = 0 \text{ cm}$.

Ejercicio 3

2,5 puntos

Llevamos a cabo una experiencia de resonancia en un tubo con agua que consiste en sumergir un tubo abierto por los dos extremos en un recipiente que contiene agua, tal como se muestra en la figura de la derecha. Encima del extremo superior del tubo hacemos vibrar un diapasón, que emite un sonido de frecuencia 442 Hz. La longitud de la columna de aire (L) se ajusta elevando el tubo fuera del agua hasta encontrar un punto donde se produce la resonancia (se oye una nota intensa). Empezamos la experiencia con todo el tubo sumergido y observamos la primera resonancia cuando $L = 19,3 \text{ cm}$ y la segunda resonancia cuando $L = 58,0 \text{ cm}$.

a) 1,25 puntos

Dibuje la forma de la onda resonante para la primera y segunda resonancias. Indique en ambos casos de qué armónico se trata e identifique los vientres y los nodos. Justifique por qué en ambos casos la longitud de onda no varía. Determine la longitud del tubo que debe quedar por encima del agua cuando resuena el quinto armónico.

b) 1,25 puntos

A partir de los resultados de la experiencia, determine la velocidad del sonido en el aire. Si sustituimos el agua por glicerina, ¿variará este resultado? Razone la respuesta.

Ejercicio 4

2,5 puntos

Un espectrómetro de masas es un aparato que permite determinar la relación carga/masa de iones. El espectrómetro de masas contiene tres partes diferenciadas. La primera parte es un filamento que ioniza las moléculas o átomos que entran dentro del espectrómetro. A la salida del filamento todos los iones tienen una carga negativa. En la segunda parte del aparato los iones pasan por un selector de velocidades (figura 1) que está formado por dos placas paralelas, entre las cuales se genera un campo eléctrico uniforme. La separación entre estas placas es de $1,50 \text{ cm}$. Entre las placas también se genera un campo magnético uniforme de $0,50 \text{ T}$ perpendicular al plano del papel y en sentido saliente, tal como se muestra en la figura 1.

a) 1,25 puntos

Queremos que el selector de velocidades solo deje pasar los iones que se muevan a una velocidad de $2,00 \cdot 10^5 \text{ m s}^{-1}$. Determine la diferencia de potencial que debemos aplicar entre las placas para que los iones que se mueven a esta velocidad no se desvíen. ¿Qué placa se debe conectar a potencial alto y cuál a potencial bajo? Justifique las respuestas y represente las fuerzas que actúan sobre un ion. Diga si el selector de velocidades configurado de esta manera también funciona para iones positivos y justifique la respuesta.

b) 1,25 puntos

La tercera parte del espectrómetro se encuentra a la salida del selector de velocidades y es una región donde hay otro campo magnético uniforme de $0,20 \text{ T}$, perpendicular al plano del papel y en sentido entrante (figura 2). Las pantallas laterales permiten medir la posición a la que impactan los iones y de esta manera poder determinar su masa. Represente esquemáticamente sobre la figura 2 la trayectoria que describen los iones que salen del selector de velocidades indicando la dirección y el sentido de la fuerza que ejerce el campo magnético en un punto de la trayectoria. Justifique la respuesta. Calcule a qué distancia de la salida del selector de velocidades impactará el ion de los isótopos del neón $^{20}\text{Ne}^-$ (el ion tiene la misma carga que un electrón).

Ejercicio 5

2,5 puntos

a) 1,25 puntos

¿Justifique si se podría determinar la masa de un objeto colgándolo de un muelle de constante elástica conocida (100 N/m) y dejándolo oscilar unas cuantas veces y, en caso afirmativo, explique cómo la calcularía? ¿Obtendríamos el mismo resultado si lo hiciéramos en la Luna? Desprecie el efecto de la fuerza de fricción.

b) 1,25 puntos

Deduzca la ecuación de movimiento del objeto a partir de la ecuación del movimiento armónico simple (MAS) teniendo en cuenta que la amplitud del movimiento es de $6,00 \text{ cm}$, que la frecuencia de oscilación es de $10,0 \text{ Hz}$ y que el movimiento se inicia cuando la aceleración es máxima y positiva. Calcule la velocidad y la aceleración máximas del MAS a partir de la ecuación de movimiento.

Ejercicio 6

2,5 puntos

En las centrales nucleares se produce electricidad a partir de la fisión de núcleos de uranio. Esta energía se utiliza para generar vapor de agua, que hace girar una turbina. El uranio es un elemento químico metálico de símbolo U y número atómico 92. En la naturaleza encontramos diferentes isótopos del uranio, pero los más comunes son el uranio 238 y el uranio 235.

a) 1,25 puntos

Calcule el defecto de masa y la energía de enlace por nucleón para el uranio 235, e introduzca el valor obtenido en la tabla de abajo. Explique la relación entre la energía de enlace por nucleón y la estabilidad del núcleo. A partir de aquí, indique cuál de los núcleos de la tabla es el más estable.

b) 1,25 puntos

En una reacción nuclear de fisión del uranio 235, un neutrón de alta energía impacta en un núcleo de uranio. Como resultado, se forman dos núcleos más pequeños y tres neutrones. Si consideramos que uno de los núcleos que se forman es el bario 141, escriba la reacción nuclear completa. Para cada núcleo de uranio fisionado, se liberan $202,5 \text{ MeV}$. Calcule cuántos gramos de uranio 235 son necesarios para producir la energía necesaria para iluminar un estadio deportivo durante un partido en el que se consumen aproximadamente 25000 kW h .

Ejercicio 7

2,5 puntos

Queremos construir un sensor de radiación ultravioleta que sea sensible a radiaciones de longitud de onda de 300 nm . Decidimos utilizar el efecto fotoeléctrico como principio del sensor. Así pues, utilizaremos una célula fotoeléctrica que emita electrones. Para el buen funcionamiento de esta célula, es necesario que la energía mínima de los electrones emitidos sea de 1 eV .

a) 1,25 puntos

Calcule la longitud de onda umbral del material que tendríamos que utilizar para construir la célula.

b) 1,25 puntos

Rellene la tabla de abajo con los valores de la longitud de onda umbral de los tres materiales dando el resultado en nanómetros. Si podemos elegir uno de los tres materiales mostrados en la tabla de abajo para construir la célula, ¿cuál elegiría? Justifique la respuesta.