

CATALUÑA · PAU 2022 · EXTRAORDINARIA

Física

8 ejercicios

Instrucciones del examen

Ejercicio 1

2,5 puntos

En marzo de 2021 se lanzó el primer nanosatélite de la Generalitat de Catalunya al espacio. Los nanosatélites tienen como función mejorar las comunicaciones, controlar los caudales de los cursos de agua y prevenir incendios. También contribuyen a la investigación y realización de misiones espaciales más ágiles y económicas. Estos nanosatélites suelen orbitar a unos 500 km de altura (distancia respecto a la superficie de la Tierra).

a) 1,25 puntos

Suponiendo que la órbita de uno de estos nanosatélites es circular, a partir de la ley de la gravitación universal deducid la expresión de la velocidad orbital en función del radio orbital. Calculad también la velocidad y el periodo orbitales de estos nanosatélites.

b) 1,25 puntos

Partiendo de la ley de la conservación de la energía mecánica (despreciad la fuerza de rozamiento), deducid la expresión de la velocidad de lanzamiento necesaria para poner en órbita un satélite en función del radio orbital. Calculad la velocidad de lanzamiento necesaria para poner en órbita el nanosatélite a 500 km de altura.

Ejercicio 2

2,5 puntos

En la figura 1 adjunta, hemos situado una carga puntual $Q = +1,00 \text{ nC}$ en el origen de coordenadas.

a) 1,25 puntos

Determinad a qué distancia de la carga el potencial es igual a 3,00 V, 6,00 V, 9,00 V y 12,0 V, respectivamente. Representad en la figura las líneas equipotenciales correspondientes a los potenciales de 3,00 V, 6,00 V, 9,00 V y 12,0 V. Decid si la distancia entre las líneas equipotenciales es constante y cuánto vale o valen estas distancias.

b) 1,25 puntos

En la misma figura, representad 8 líneas de campo eléctrico. ¿Qué ángulo forman las líneas de campo con las líneas equipotenciales en el punto donde se cruzan?

Ejercicio 3

2,5 puntos

El volcán Cumbre Vieja entró en erupción el 19 de septiembre de 2021 en la isla de La Palma. El sonido de la erupción volcánica fue medido por un equipo de vulcanólogos, que detectaron que estaba formado por diferentes frecuencias y que tenía un nivel de intensidad sonora variante. En cuanto al sonido que produce en algunos momentos de la erupción, un volcán se puede modelizar como si fuera un instrumento musical de viento gigante. De una manera simplificada, podemos considerar un volcán como un tubo de aire con un extremo cerrado y el otro abierto, donde se producen ondas estacionarias de una manera parecida a una trompeta.

a) 1,25 puntos

En un momento determinado de la erupción del Cumbre Vieja, se detectó que la frecuencia fundamental del sonido que emitía era de 5,40 Hz. Calculad la longitud de onda de este sonido. Dibujad el perfil de la onda estacionaria correspondiente y calculad la longitud del tubo, que corresponde a la longitud del tramo de la chimenea lleno de aire.

b) 1,25 puntos

En un momento de la erupción, se detectó un nivel de intensidad sonora de 72,0 dB en la localidad de Todoque, que está a 5,22 km del cono del volcán. Calculad el nivel de intensidad sonora que se oirá desde la costa de la isla de El Hierro, que está a 92,3 km del volcán Cumbre Vieja. (Suponed que no hay obstáculos en la propagación del sonido entre el volcán Cumbre Vieja y la isla de El Hierro.)

Ejercicio 4

2,5 puntos

Dos hilos conductores rectilíneos muy largos se encuentran situados paralelos al eje z (perpendiculares al plano xy) y separados una distancia de 16,0 cm. Por el hilo 1 circula una corriente $I_1 = 1,50$ A dirigida hacia abajo y por el hilo 2 circula una corriente $I_2 = 1,50$ A dirigida hacia arriba.

a) 1,25 puntos

Dado un punto P situado en el plano xy y equidistante a los dos hilos (la distancia a cada hilo es de 10,0 cm), haced un esquema sobre el plano xy del campo magnético creado por cada hilo en el punto P y justificad la dirección y el sentido del campo. ¿Cuál es el sentido y la dirección del campo magnético total en el punto P? Justificad la respuesta.

b) 1,25 puntos

Calculad la fuerza por unidad de longitud que hace el hilo 1 sobre el hilo 2, es decir, la fuerza que hace el hilo 1 sobre un tramo de 1,00 m de longitud del hilo 2. Indicad tanto el módulo como la dirección y el sentido de la fuerza.

Ejercicio 5

2,5 puntos

Para medir la concentración de radón de una estancia, se toma una muestra de 180 cm^3 de aire. Se coloca la muestra dentro de un detector que cuenta el número total de desintegraciones α . Consideramos que todas las desintegraciones provienen del radón $^{222}_{86}\text{Rn}$. Se efectúa una medición de las desintegraciones durante 10 minutos cada día, 10 días seguidos, y siempre a la misma hora. Los datos obtenidos son los siguientes:

a) 1,25 puntos

Representad, en la cuadrícula adjunta, los núcleos desintegrados en función del tiempo. A partir de la gráfica determinad el periodo de semidesintegración. Teniendo en cuenta que la evolución temporal del número de núcleos desintegrados es la misma que la del número total de núcleos de radón en la estancia, calculad la constante de desintegración.

b) 1,25 puntos

Teniendo en cuenta que una medición dura 10 minutos, ¿qué actividad tiene la muestra de 180 cm^3 de aire de la estancia el día $t = 0$? La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) recomienda no sobrepasar la actividad de 4 pCi por litro de aire. Según este límite, ¿es peligrosa la concentración a $t = 0$ en la estancia de donde se ha extraído la muestra?

Ejercicio 6

2,5 puntos

Se observa que los fotones de una determinada frecuencia que inciden sobre una superficie metálica provocan la emisión de electrones de esta superficie.

a) 1,25 puntos

Si mantenemos la intensidad de la luz constante y aumentamos la frecuencia de los fotones, ¿cómo varía el número de electrones emitidos y la energía de estos? Rodead la respuesta correcta dentro del recuadro siguiente y, a continuación, justificad las dos respuestas.

b) 1,25 puntos

Determinad la función de trabajo de los electrones emitidos sabiendo que el potencial de frenado es de $0,29 \text{ V}$, cuando la longitud de onda incidente es de 550 nm . Expresad el resultado en eV.

Ejercicio 7

2,5 puntos

Considerad un pequeño generador eléctrico doméstico que está formado por una bobina que puede girar cortando las líneas de campo magnético de un imán fijo. Este generador produce la corriente alterna representada en el gráfico siguiente:

a) 1,25 puntos

A partir del gráfico, deducid la frecuencia de giro de la bobina (en Hz) y el valor de la intensidad máxima I_{max} . Escribid la función $I(t)$ que describe la relación entre la intensidad y el tiempo que muestra el gráfico.

b) 1,25 puntos

Para poder conectar electrodomésticos a este generador eléctrico, disponemos de un transformador. Conectamos esta corriente alterna al primario de un transformador. La bobina del primario del transformador tiene 124 vueltas. Calculad el número de vueltas que son necesarias en la bobina del secundario para obtener una FEM eficaz ($\mathcal{E}_{\text{ef}}$) de 220 V . Suponed que se trata de un transformador ideal. ¿Se trata de un transformador elevador o reductor?

Ejercicio 8

2,5 puntos

A principios de los años sesenta del siglo XX, los físicos Robert Pound, Glen Anderson Rebka y Joseph Snider verificaron en el Jefferson Physical Laboratory de Harvard la predicción de Einstein de que la gravedad cambia la frecuencia de la luz. Entender este efecto es esencial para la navegación moderna, como por ejemplo para el funcionamiento del GPS. El experimento consistía en medir la variación de frecuencia de unos fotones entre dos puntos a diferente altura.

a) 1,25 puntos

Calculad la frecuencia, la masa (ved la nota) y la cantidad de movimiento de los fotones en el suelo del laboratorio del experimento si tienen una energía de $14,4 \text{ keV}$.

b) 1,25 puntos

La energía mecánica de los fotones es la suma de la energía de los fotones y de la energía potencial gravitatoria. A partir del principio de conservación de la energía mecánica, calculad la variación (en valor absoluto) de la energía y de la frecuencia de los fotones entre dos puntos separados verticalmente $22,6 \text{ m}$. Es decir, entre el suelo del laboratorio y otro punto en la misma vertical, $22,6 \text{ m}$ más arriba. ¿En qué punto el fotón tiene una frecuencia mayor, cuando se encuentra en el suelo o cuando está $22,6 \text{ m}$ por encima del suelo?

Tu Profe al Rescate