CATALUÑA · PAU 2019 · ORDINARIA

Física

8 ejercicios

Instrucciones del examen

El examen consta de una parte común (problemas P1 y P2), que debe realizar obligatoriamente, y de una parte optativa, de la cual debe elegir UNA de las dos opciones (A o B) y realizar los problemas P3, P4 y P5 correspondientes. Cada problema vale 2 puntos.

Ejercicio 1

2 puntos

El sincrotrón Alba es una instalación de investigación que utiliza luz generada por electrones acelerados para analizar las propiedades y la estructura de la materia. Las principales cualidades de esta radiación son un amplio espectro, una intensidad elevada y un brillo extraordinario. Para acelerar los electrones se utilizan campos eléctricos y magnéticos. El esquema muestra un modelo muy simplificado de funcionamiento: al comienzo del proceso se generan electrones que se aceleran en un acelerador lineal mediante un campo eléctrico que supondremos uniforme a lo largo de la zona de aceleración, la cual tiene una longitud $d = 1{,}00\,\mathrm{m}$. La energía cinética inicial de los electrones es cero, pero cuando salen del acelerador es de $1{,}00\,\mathrm{keV}$.

a) 1 punto

Calcule la intensidad del campo eléctrico dentro del acelerador y dibuje cómo son las líneas de campo en esta región.

b) 1 punto

Una vez los electrones han sido acelerados, se les conduce al anillo de propulsión. Para guiar los electrones a lo largo del anillo se utilizan campos magnéticos. En el esquema se muestra el primer campo magnético que encuentran los electrones cuando salen del acelerador lineal y entran al anillo de propulsión. Si en esta región no hay campo eléctrico y el campo magnético es de $0{,}15\,\mathrm{T}$, calcule la magnitud de la fuerza que actuará sobre el electrón. ¿Qué tipo de trayectoria describirá el electrón en esta región? Justifique la respuesta.

Ejercicio 2

2 puntos

El 29 de noviembre de 2018, el nanosatélite CubeCat-1, desarrollado por estudiantes e investigadores de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), se lanzó al espacio desde la base espacial de Sriharikota, en la costa este de la India, dentro de un cohete de la agencia espacial india ISRO. El CubeCat-1 tiene una masa de $1{,}30\,\mathrm{kg}$ y orbita a $530\,\mathrm{km}$ de la superficie de la Tierra.

a) 1 punto

Calcule el periodo orbital del CubeCat-1 e indique el número de vueltas completas que da cada día alrededor de la Tierra.

b) 1 punto

¿Cuál es el peso del nanosatélite en su órbita?

Tu Profe al Rescate

Ejercicio 3

OPCIÓN A 2 puntos

Un astronauta que está en el espacio quiere medir su masa. Para hacerlo, se sienta y se ata a una silla de $2{,}00\,\mathrm{kg}$ de masa que está unida a un muelle de constante elástica $k = 320\,\mathrm{N\,m^{-1}}$. El astronauta se impulsa y tarda $62{,}8\,\mathrm{s}$ en hacer 20 oscilaciones completas.

a) 1 punto

¿Cuál es la masa del astronauta?

b) 1 punto

Posteriormente este astronauta llega a la Luna, donde hace oscilar un péndulo simple de $1{,}00\,\mathrm{kg}$ de masa y $1{,}50\,\mathrm{m}$ de longitud. Este péndulo tarda $2\,\mathrm{min}$ y $1\,\mathrm{s}$ en hacer 20 oscilaciones completas. ¿Cuál es la intensidad del campo gravitatorio en la superficie de la Luna? ¿Cuál es la masa de la Luna?

Ejercicio 3

OPCIÓN B 2 puntos

Una espira rectangular y conductora se encuentra cerca de un hilo conductor rectilíneo infinito por el cual circula una intensidad de corriente I hacia abajo, tal como se muestra en la figura a.

a) 1 punto

Represente el sentido y la dirección del campo magnético creado por el hilo conductor en la región plana delimitada por la espira. ¿Este campo magnético es uniforme en la región delimitada por la espira? Justifique la respuesta.

b) 1 punto

El hilo conductor y la espira no se mueven, pero la intensidad de la corriente que circula por el conductor varía con el tiempo, tal como indica la gráfica (figura b). Argumente si se induce o no corriente en la espira en los intervalos de tiempo siguientes: de 0 a $20\,\mathrm{s}$, de 20 a $80\,\mathrm{s}$ y de 80 a $120\,\mathrm{s}$. ¿En cuál de estos tres intervalos de tiempo la intensidad de la corriente inducida es mayor? Justifique la respuesta.

Ejercicio 4

OPCIÓN A 2 puntos

Hemos situado una partícula puntual con una carga $q = 10\,\mu\mathrm{C}$ y dos partículas puntuales con una carga $-q$ en los vértices de un cuadrado de lado $a = 1{,}50\,\mathrm{cm}$ tal como se indica en la figura.

a) 1 punto

¿Cuál es el valor de la carga puntual q_0 situada en el cuarto vértice si la fuerza eléctrica sobre la carga q es nula?

b) 1 punto

¿Qué trabajo tendremos que hacer para llevar una carga puntual de $0{,}50\,\mu\mathrm{C}$ desde una distancia muy grande hasta el centro del cuadrado?

Ejercicio 4

OPCIÓN B 2 puntos

La longitud de la cuerda de un violonchelo es de $70\,\mathrm{cm}$ y la velocidad de propagación de las ondas en esta cuerda es de $308\,\mathrm{m\,s^{-1}}$. Para el tercer armónico:

a) 1 punto

Represente esquemáticamente la onda estacionaria de este armónico e indique todos los nodos y todos los vientres. Calcule la longitud de onda. ¿Cuál es la distancia entre dos nodos consecutivos?

b) 1 punto

Suponiendo que la cuerda está en posición horizontal, calcule, para un vientre, el tiempo que tarda la posición vertical en pasar de su valor máximo al valor mínimo (del punto más alto al punto más bajo).

Tu Profe al Rescate

Ejercicio 5

OPCIÓN A 2 puntos

El Reactor Experimental Termonuclear Internacional (International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER) es el primer proyecto que estudia la posibilidad de producir energía por fusión nuclear. De todas las reacciones de fusión posibles, la reacción entre el deuterio y el tritio (dos isótopos del hidrógeno) es la más factible con la tecnología actual. Esta fusión da $^{4}\mathrm{He}$ y un neutrón.

a) 1 punto

A partir de los datos, diga cuántos protones y cuántos neutrones tienen el deuterio, el tritio y el $^{4}_{2}\mathrm{He}$. Escriba la ecuación nuclear que corresponde a este proceso de fusión.

b) 1 punto

Calcule la energía que se libera en la reacción de fusión anterior.

Ejercicio 5

OPCIÓN B 2 puntos

Cuando se ilumina una superficie metálica con una radiación ultravioleta $\lambda = 300\,\mathrm{nm}$, el metal emite electrones con una energía cinética tan grande que, para frenarlos (anular la corriente), hay que aplicar un potencial de frenado de $1{,}04\,\mathrm{V}$.

a) 1 punto

Calcule la energía de los fotones incidentes y el trabajo de extracción (o función de trabajo) de este metal.

b) 1 punto

A partir del balance de energía del efecto fotoeléctrico, encuentre la expresión de la velocidad máxima de los fotoelectrones emitidos en función de la masa de los electrones (m), la constante de Planck, la velocidad de la luz, la longitud de onda de la luz incidente y el trabajo de extracción (W).

Tu Profe al Rescate