

CATALUÑA · PAU 2022 · ORDINARIA

Física

8 ejercicios · 90 min de duración

Instrucciones del examen

Responda a CUATRO de los ocho problemas siguientes. En el caso de que responda a más problemas, solo se valorarán los cuatro primeros. Cada problema vale 2,5 puntos.

Ejercicio 1

2,5 puntos

a) 1,25 puntos

Un satélite describe una trayectoria circular de radio R alrededor de una masa central. El tiempo que tarda en dar una vuelta entera es T . Deduzca la expresión para calcular la intensidad del campo gravitatorio, g , creado por la masa central en los puntos de la órbita del satélite en función de los parámetros R y T . Considere que la Luna describe una órbita circular alrededor de la Tierra con una distancia entre centros de $384 \times 10^6 \text{ m}$ y con un periodo de 27,3 días. Haciendo uso solo de estos dos datos y de la expresión encontrada anteriormente, calcule la intensidad del campo gravitatorio en los puntos de la órbita de la Luna.

b) 1,25 puntos

Deduzca la expresión de la energía cinética mínima necesaria para que un cohete de masa m pueda escapar de un objeto astronómico de masa M y radio R . ¿Cuántas veces más grande es la energía cinética mínima para que el cohete pueda escapar de la Tierra respecto de la energía mínima que necesita para escapar de la Luna? (Solo puede usar los datos dados a continuación).

Ejercicio 2

2,5 puntos

Un dipolo eléctrico es un sistema de dos cargas puntuales de igual magnitud Q y signo opuesto.

a) 1,25 puntos

Represente dentro del recuadro adjunto las líneas de campo eléctrico creadas por un dipolo eléctrico. Represente la proyección de las superficies equipotenciales en el plano de la figura. Orientación: para el campo eléctrico dibuje 12 líneas de campo y 3 líneas equipotenciales por cada carga.

b) 1,25 puntos

El valor de la carga es $|Q| = 1,50 \mu\text{C}$, la carga positiva está situada a $-5i \text{ cm}$ y la carga negativa está situada a $5i \text{ cm}$. Calcule el campo eléctrico creado por el dipolo eléctrico en el origen de coordenadas y también el valor del potencial eléctrico en el origen de coordenadas. Para las magnitudes vectoriales puede dar las componentes o el módulo, la dirección y el sentido.

Ejercicio 3

2,5 puntos

El movimiento de una anguila se puede aproximar al de una onda armónica transversal que se propaga desde la cabeza hasta la cola. Para estudiar el movimiento debemos simplificar: no consideramos la aportación al movimiento del resto de músculos del cuerpo, y suponemos, simplemente, que la onda se genera en la cabeza de la anguila, que vibra con una frecuencia de $0,50 \text{ Hz}$ y con una amplitud de $5,00 \text{ cm}$. La distancia entre dos puntos consecutivos del cuerpo de la anguila que están en el mismo estado de vibración es de $20,0 \text{ cm}$.

a) 1,25 puntos

Calcule la velocidad a la que se propaga la onda por el cuerpo de la anguila, la frecuencia angular y el número de onda. Si en el instante inicial la cabeza tiene una elongación cero y la velocidad de oscilación transversal es positiva, determine la expresión de la ecuación de onda. Para la ecuación de onda utilice el sistema de coordenadas de la figura superior, donde la cabeza de la anguila se encuentra siempre en el origen de las abscisas.

b) 1,25 puntos

A partir de la ecuación de onda, deduzca y calcule los módulos de la velocidad y de la aceleración máximas de la oscilación transversal. Si la longitud total de la anguila es de $58,0 \text{ cm}$, calcule también la velocidad y la aceleración transversales en la cola 10 s más tarde de haber iniciado el movimiento.

Ejercicio 4

2,5 puntos

Un ciclotrón es un acelerador de partículas formado por dos electrodos huecos semicirculares (en forma de D) donde actúa un campo magnético homogéneo perpendicular al plano horizontal (plano de la figura). Así, en el interior de los electrodos las partículas cargadas positivas, que se mueven en el plano horizontal, describen una trayectoria circular. En el espacio vacío que separa los dos electrodos se aplica un campo eléctrico alterno, de manera que las partículas son aceleradas. Inicialmente, las partículas tienen poca velocidad y en cada ciclo, al pasar de un semicírculo al otro, van aumentando de velocidad y de radio de giro hasta que finalmente salen fuera del ciclotrón.

a) 1,25 puntos

Las partículas tienen una carga eléctrica positiva q y una masa m . Deduzca la expresión de la velocidad de las partículas en función del cociente carga-masa (q/m), del radio r de la trayectoria de las partículas y del módulo del campo magnético. Compruebe que el tiempo de recorrido dentro de una D no depende de la velocidad de las partículas. ¿Por qué el campo eléctrico debe ser alterno? Encuentre la expresión de la frecuencia del campo eléctrico.

b) 1,25 puntos

El ciclotrón tiene un radio de $0,50 \text{ m}$ y un campo magnético de $0,20 \text{ T}$. Cuando aceleramos protones, ¿qué velocidad tienen cuando salen del ciclotrón? ¿Cuál es la longitud de onda asociada a estos protones? ¿Qué radio mínimo debería tener el ciclotrón para considerar que los protones tienen velocidades relativistas (es decir, un 10% de la velocidad de la luz)?

Ejercicio 5

2,5 puntos

El gas radón es una de las fuentes de radiactividad natural más abundantes de la Tierra. El radón proviene de la descomposición de elementos radiactivos naturales (como el uranio y el torio). El gas se difunde a través del suelo hasta llegar a la superficie. La cadena de desintegración del radón ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ incluye ocho desintegraciones radiactivas, hasta que se forma el isótopo estable del plomo ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. En la figura siguiente se representan los núcleos que forman parte de esta cadena de desintegración nuclear. Al lado de cada núcleo, se indica su periodo de semidesintegración.

a) 1,25 puntos

Escriba las reacciones nucleares que permiten llegar al ${}^{206}_{82}\text{Pb}$ a partir del ${}^{222}_{86}\text{Rn}$.

b) 1,25 puntos

El gráfico siguiente corresponde a la evolución de los núcleos de una de las desintegraciones radiactivas de la cadena del radón. La muestra estudiada inicialmente tenía $8,00 \times 10^{23}$ núcleos. A partir del gráfico, determine cuál es el periodo de semidesintegración de la muestra, y razone a qué núcleo de la cadena corresponde. Con este dato calcule cuántos días han de pasar hasta que se hayan desintegrado $7,95 \times 10^{23}$ átomos.

Ejercicio 6

2,5 puntos

En julio de 2020 la NASA puso en marcha una misión espacial que, entre otras tareas, debía hacer llegar el vehículo de exploración Perseverance a la superficie de Marte. El 18 de febrero de 2021 tuvo lugar el aterrizaje del vehículo. En la última etapa de este proceso complejo de aterrizaje, una grúa hace bajar de una manera controlada el vehículo desde una altura de 20,0 m por encima de la superficie de Marte. Durante todo este recorrido, la intensidad del campo gravitatorio se puede considerar uniforme.

a) 1,25 puntos

El valor absoluto de la diferencia de potencial gravitatorio entre la superficie del planeta y un punto elevado 20,0 m por encima de la superficie es 74,4 J/kg. A partir de la diferencia de potencial, determine el módulo de la intensidad del campo gravitatorio en la superficie de Marte. ¿Cuál de los esquemas siguientes (a, b, c o d) representa las líneas equipotenciales en la superficie de Marte? Sitúe en el diagrama elegido la línea de menor potencial (V_{bajo}) y la de mayor potencial (V_{alto}). Justifique todas las respuestas.

b) 1,25 puntos

Si durante esta última etapa, el vehículo hace un descenso de 20,0 m a una velocidad constante, ¿qué trabajo ha hecho la grúa? Puede despreciar el trabajo hecho por las fuerzas de rozamiento.

Ejercicio 7

2,5 puntos

Para identificar los instrumentos musicales se puede utilizar un espectro de frecuencias. En la figura siguiente se representa el espectro de un instrumento que se quiere identificar. El oboe es un instrumento que tiene un extremo abierto y un extremo cerrado que es la embocadura con una caña. En el extremo abierto, la amplitud de la vibración de las moléculas es máxima: tenemos un vientre. En cambio, en el otro extremo, el tudel por donde se sopla es una caña que comunica presión al aire e impide que este se pueda mover con libertad: es un nodo. Por otro lado, en un piano las cuerdas están pinzadas por los dos extremos, es decir, los dos extremos de la cuerda son nodos.

a) 1,25 puntos

¿Cuál es la frecuencia fundamental de este espectro? Determine si se trata de un oboe o de un piano, y justifique la respuesta. Determine también la longitud del tubo o de la cuerda.

b) 1,25 puntos

Un quinteto de viento suele estar formado por cinco instrumentistas, normalmente flauta travesera, oboe, clarinete, trompa y fagot. Al inicio de la interpretación de una composición los 5 tocan de forma suave y con la misma intensidad, generando un nivel de intensidad sonora de 80 dB a un espectador que se encuentra a una distancia de 1,5 m. ¿Cuál es la potencia sonora de cada instrumento? Suponga que esta potencia se distribuye uniformemente por toda el área de una semiesfera.

Ejercicio 8

2,5 puntos

Considere un experimento de efecto fotoeléctrico en el que el cátodo es una lámina de cesio que tiene una frecuencia umbral de $4,59 \times 10^{14}$ Hz.

a) 1,25 puntos

Calcule el trabajo de extracción del cátodo. Si iluminamos el cátodo con los diferentes punteros láser de la tabla que hay a continuación, justifique con qué punteros láser se producirá el efecto fotoeléctrico. Complete la tabla y represente gráficamente en la cuadrícula adjunta la energía cinética máxima de los electrones (en eV) en función de la frecuencia de los fotones incidentes (en Hz) para un intervalo de frecuencias entre $3,00 \times 10^{14}$ Hz y $7,00 \times 10^{14}$ Hz.

b) 1,25 puntos

Iluminamos el cátodo con un láser de frecuencia $8,00 \times 10^{14}$ Hz. Calcule la velocidad y la longitud de onda de De Broglie de los electrones arrancados del cátodo con la radiación de este láser.