



Física II

Criterios específicos de corrección.

Todas las preguntas valen 2,5 puntos.

Pregunta nº 1.

Parte (a)

La energía mecánica de Mercurio en su movimiento de traslación viene dada por la suma de las energías cinética y potencial:

$$E = E_p + E_c \quad (0,25 \text{ p})$$

Por otro lado la energía cinética será:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (0,25 \text{ p})$$

donde v es el módulo de la velocidad de Mercurio, que en una órbita circular con movimiento uniforme circular es constante. La energía potencial de Mercurio es:

$$E_p = -\frac{GMm}{r} \quad (0,25 \text{ p})$$

Debemos determinar v a partir de los datos que nos proporcionan. Para ello debemos utilizar la 2ª ley de Newton:

$$F = ma \quad (0,25 \text{ p})$$

El módulo de la fuerza de atracción gravitatoria entre ambos cuerpos es:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad (0,25 \text{ p})$$

La única componente de la aceleración es la centrípeta, que en una órbita circular es:

$$a = \frac{v^2}{r} \quad (0,25 \text{ p})$$

Por lo tanto:

$$mv^2 = \frac{GMm}{r}$$

y entonces:

$$E = -\frac{GMm}{2r} \quad (0,25 \text{ p})$$

Sustituyendo los valores que nos da el enunciado tendremos:

$$E = -\frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 2,0 \times 10^{30} \text{ kg} \times 3,3 \times 10^{23} \text{ kg}}{2 \times 5,8 \times 10^{10} \text{ m}} = -3,8 \times 10^{32} \text{ J} \quad (0,25 \text{ p})$$

El signo negativo indica que es un sistema ligado.

Parte (b)

Si denominamos r' al radio de la nueva órbita, supuesta circular, la energía de Mercurio sería:

$$E' = -\frac{GMm}{2r'}$$

y por tanto:

$$\Delta E = \frac{GMm}{2} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} \right) \quad (0,25 \text{ p})$$

Sustituyendo los valores tenemos:

$$\Delta E = 2,3 \times 10^{32} \text{ J} \quad (0,25 \text{ p})$$

Pregunta nº 2.

Parte (a)

La función de ondas de una onda sinusoidal que se mueva en el sentido negativo a lo largo del eje Ox es:

$$y(x, t) = A \sin(kx + \omega t + \phi) \quad (*) \quad (0,5 \text{ p})$$

donde A es la amplitud, k es el número de ondas, ω es la pulsación y ϕ es la constante de fase. En el enunciado nos proporcionan todos los datos excepto la constante de fase. Sin embargo nos dicen que para $t = 0$ en $x = 0$ la perturbación vale 10 mm y está creciendo. En ese caso será:

$$y(0,0) = A \sin \phi \quad (0,25 \text{ p})$$

de donde se deduce que o bien $\phi = 0,73 \text{ rad}$, o bien $\phi = (0,73 + \pi) \text{ rad}$. Para determinar qué solución de las dos es la correcta debemos determinar la velocidad de la onda en el origen de coordenadas. En general será:

$$u = \frac{dy}{dt} = A\omega \cos(kx + \omega t + \phi) \quad (**) \quad (0,25 \text{ p})$$

sustituyendo los valores de ϕ antes obtenidos vemos que el primero es el buscado, pues el segundo da una perturbación decreciente. Por tanto se tiene al fin:

$$y(x, t) = 15 \text{ mm} \sin(5,1 \text{ m}^{-1} x + 21 \text{ s}^{-1} t + 0,73) \quad (0,5 \text{ p})$$

Parte (b)

La velocidad de propagación de la onda se obtiene por cociente de la pulsación y el número de ondas:

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{21 \text{ s}^{-1}}{5,1 \text{ m}^{-1}} = 4,1 \text{ ms}^{-1} \quad (0,25 \text{ p})$$

Parte (c)

Partiendo de la expresión (**) vemos que la velocidad máxima (en valor absoluto) ocurre cuando el coseno vale la unidad, y por tanto:

$$u_{max} = A\omega = 15 \times 10^{-3} \text{ m} \times 21 \text{ s}^{-1} = 0,32 \text{ ms}^{-1} \quad (0,25 \text{ p})$$

Parte (d)

La pendiente de la curva en un punto dado y para un instante de tiempo dado es la derivada respecto a la posición, supuesto t constante. Por tanto denominando p a la pendiente será:

$$p = \frac{dy}{dx} = Ak \cos(kx + \omega t + \phi) \quad (0,25 \text{ p})$$

y por tanto

$$p_{max} = Ak = 15 \times 10^{-3} \text{ m} \times 5,1 \text{ m}^{-1} = 0,076 \quad (0,25 \text{ p})$$

Pregunta nº 3.

Parte (a)

Una onda estacionaria es una onda con variaciones espaciales y temporales independientes (0,5 p). Eso implica que en ciertos puntos la perturbación se anule en todo instante de tiempo; tales puntos se denominan nodos (0,25 p). En otros puntos la perturbación es máxima y se denominan vientres o antinodos (0,25 p).

La vibración de la cuerda de una guitarra y el sonido producido en una flauta son ejemplos de ondas estacionarias (0,25 p).

Parte (b)

Las ondas de televisión son ondas de propagación, que provienen de la emisora y llegan a las antenas de nuestros tejados (0,25 p).

Son ondas transversales, pues lo son todas las ondas electromagnéticas, dado que la perturbación es un campo eléctrico y un campo magnético que ‘vibran’ perpendicularmente a la dirección de propagación (0,5 p).

Las ondas de televisión, como todas las ondas electromagnéticas se propagan tanto en el vacío como en diversos medios materiales (0,25 p).

Tienen longitud de onda mucho mayor que la luz visible (0,25 p).

Pregunta nº 4.**Parte (a)**

Se forman espejismos debido a que los rayos de luz se curvan de manera continua cerca del suelo, provocando que sean vistos deformados y reflejados ‘en el suelo’ objetos lejanos (0,5 p).

Eso indica que el índice de refracción del aire cambia con la altura, debido a diferencias de temperatura. La zona cercana al suelo está más caliente y se forma entonces una capa con índice de refracción menor que el aire en la parte de arriba (0,5 p).

Parte (b)

Al iluminar la yema de huevo con luz blanca tal sustancia absorbe las componentes de la luz diferentes del amarillo, reflejando precisamente estas últimas (0,5 p).

Parte (c)

Longitud de onda: ultravioleta, azul, amarillo, infrarrojo (0,5 p).

Frecuencia: infrarrojo, amarillo, azul, ultravioleta (0,5 p).

Realmente las variaciones de frecuencia y longitud de onda son inversas.

Pregunta nº 5.**Parte (a)**

Principio de relatividad: todas las leyes de la mecánica son idénticas para cualquier observador inercial, independientemente de su estado de movimiento uniforme (0,75 p).

Parte (b)

La velocidad de la luz en el vacío es constante según la relatividad especial y entonces detectaremos siempre $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ (0,75 p).

Parte (c)

Analogías entre el campo gravitatorio y el eléctrico (1,0 p):

- Son campos centrales.
- Son conservativos y se pueden definir a través de un potencial.
- Son inversamente proporcionales al cuadrado de la distancia entre las partículas que generan el campo (cargas, para el campo eléctrico, y masas para el campo gravitatorio).
- Verifican el principio de superposición: el efecto de varias cargas/masas se determina por la suma de los efectos de las cargas/masas tomadas por separado.
- Son proporcionales a las cargas/masas que generan el campo.

Pregunta nº 6.**Parte (a)**

La densidad viene dada por el cociente entre la masa y el volumen, el cual para una esfera de radio r es:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (0,25 \text{ p})$$

y por tanto:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{4}{3} \pi r^3} \quad (0,5 \text{ p})$$

$$\rho = \frac{1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \pi (1,2 \times 10^{-15} \text{ m})^3} = 2,3 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3} \quad (0,25 \text{ p})$$

Parte (b)

A partir de la expresión anterior, denominando R al radio de la estrella y M a su masa, será:

$$R = \sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\rho}} \quad (0,25 \text{ p})$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 \times 4,0 \times 10^{30} \text{ kg}}{4\pi \times 2,3 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}}} = 16 \text{ km} \quad (0,25 \text{ p})$$

Parte (c)

La aceleración de la gravedad en un cuerpo esférico homogéneo de masa M y radio R es:

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (0,5 \text{ p})$$

$$g = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times \frac{4,0 \times 10^{30} \text{ kg}}{(16 \times 10^3 \text{ m})^2} = 10^{12} \text{ ms}^{-2} \quad (0,25 \text{ p})$$

Por tanto un hombre de 70 kg en su superficie pesaría:

$$P = mg = 70 \text{ kg} \times 10^{12} \text{ ms}^{-2} = 7,0 \times 10^{13} \text{ N} = 7,1 \times 10^{12} \text{ kgf} \quad (0,25 \text{ p})$$