

EBAU FÍSICA. JUNIO 2018

SOLUCIÓN CUESTIONES

Una nave espacial aterriza en un planeta desconocido. La longitud de la circunferencia ecuatorial del planeta mide $l = 4\pi \times 10^4$ km y la aceleración de la gravedad a cinco mil kilómetros por encima de su superficie vale $g = 2 \text{ m/s}^2$. Ayuda: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$.

1.- La masa M del planeta es, aproximadamente:

- a) $M = 6,0 \times 10^{18} \text{ kg}$
- b) $M = 2,5 \times 10^{20} \text{ kg}$
- c) $M = 1,9 \times 10^{25} \text{ kg}$.

1. Planeta circunferencia ecuador $L = 4 \cdot \pi \cdot 10^4 \text{ km}$.

g a 5000 km de altura sobre la superficie $= 2 \text{ m/s}^2$

Calcular la M del planeta $g = G \cdot \frac{M}{R^2}$ en este caso $g = G \cdot \frac{M}{(R_0+h)^2}$

Para calcular R_0 $L = 4 \cdot \pi \cdot 10^4 \text{ km} = 2 \cdot \pi \cdot R_0$ $R_0 = 2 \cdot 10^4 \text{ km}$

$R_0+h = 2 \cdot 10^4 + 5 \cdot 10^3$ $R_0+h = 2,5 \cdot 10^4 \text{ km}$

despejando M en la ecuación de g ,

$M = g \cdot (R_0+h)^2 / G$ $M = 2 \cdot (2,5 \cdot 10^7)^2 / 6,67 \cdot 10^{-11}$ $M = 1,87 \cdot 10^{25} \text{ kg} \approx 1,9 \cdot 10^{25} \text{ kg}$

2.- La aceleración de la gravedad en la superficie del planeta es, aproximadamente:

- a) $g=2,9 \text{ m/s}^2$
- b) $g=2,4 \text{ m/s}^2$
- c) $g=3,1 \text{ m/s}^2$

2. g en la superficie

$g = G \cdot \frac{M}{R_0^2}$ $g = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1,9 \cdot 10^{25}}{(2 \cdot 10^4)^2}$ $g = 3,17 \text{ m/s}^2 \approx 3,1 \text{ m/s}^2$

3.- ¿Cuál es (aproximadamente) la masa m de una niña si sabemos que en la superficie del planeta pesa 6 N?

- a) $m = 1,9 \text{ kg}$.
- b) $m = 2,9 \text{ kg}$.
- c) $m = 2,4 \text{ kg}$.

3. masa de una niña que pesa en la superficie 6 N

$P = m \cdot g$ $m = P / g$ $m = 6 / 3,1 = 1,9 \text{ kg}$

4.- ¿Cuál de las siguientes expresiones es la que permite calcular correctamente la energía total E_T de

una nave de masa m que orbita alrededor del planeta con velocidad v constante a distancia R del centro del planeta en órbita circular?

a) $E_T = -Gmm/R^2 + m \cdot v^2/2$

b) $E_T = -Gmm/R + m \cdot v^2/2$

c) $E_T = Gmm/R + m \cdot v^2/2$

4. Expresión para calcular la energía total de una nave de masa m que gira en una órbita circular de radio R y con velocidad v alrededor de un planeta de masa M

La energía total de un objeto que gira alrededor de otro debido a la atracción gravitatoria es la suma de las energías cinética y potencial

La potencial viene dada por la expresión $U = -G \cdot \frac{M \cdot m}{R}$ que sabemos que es

negativa debido a que la fuerza gravitatoria es de atracción y por tanto contraria al vector de posición $\mathbf{R}$.

La energía cinética viene dada por la expresión $E_c = 1/2 \cdot m \cdot v^2$ y siempre es positiva.

Luego su suma será $E_T = -G \cdot \frac{M \cdot m}{R} + 1/2 \cdot m \cdot v^2$

Un protón de carga $q = 1,6 \times 10^{-19} \text{C}$ entra en una zona del espacio en la que hay un campo magnético uniforme y constante $B = 4\mathbf{j} \text{ T}$. La velocidad del protón es: $v = 5\mathbf{i} \text{ m/s}$.

5.- La fuerza F que ejerce el campo magnético sobre el protón es:

a) $F = v (q \times B)$ (F y B son vectores) (donde v es el módulo de la velocidad del protón).

b) $F = q B$ (F y B son vectores)

c) $F = q \cdot (v \times B)$ (donde F , v y B son vectores).

5. La fuerza que un campo magnético $\mathbf{B}$ ejerce sobre una carga eléctrica es la que viene dada por la Ley de Lorentz

$$\mathbf{F} = q \cdot (\mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

donde F , v y B tienen carácter vectorial.

El valor numérico de F es:

a) $F = 3,2 \cdot 10^{-18} \text{ k N}$ F y k son vectores

b) $F = 3,2 \cdot 10^{-18} \text{ i N}$ F y i son vectores

c) $F = 3,2 \cdot 10^{-18} \text{ j N}$ F y j son vectores

6. Si $\mathbf{B} = 4\mathbf{j} \text{ T}$ $\mathbf{v} = 5\mathbf{i} \text{ m/s}$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Sustituyendo en la ley de Lorentz $\mathbf{F} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (5\mathbf{i} \times 4\mathbf{j})$

Como el producto vectorial de $\mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{k}$ $\mathbf{F} = 3,2 \cdot 10^{-18} \text{ k N}$

7.- Complete la frase: La fuerza sobre el protón es cero si,

- a) el campo magnético y la velocidad del protón son paralelos.
- b) el campo magnético y la velocidad del protón forman 90° entre sí.
- c) el campo magnético y la velocidad del protón forman 30° entre sí.

7. De acuerdo con la ley de Lorentz solo hay dos posibilidades para que la fuerza que ejerce un campo magnético $\mathbf{B}$ sobre una carga eléctrica sea 0 es que la carga no se mueva ($v = 0$) o que el producto vectorial de $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ sea 0.

Puesto que el protón se mueve solo puede ser esto último y para ello el ángulo que forman los dos vectores tiene que ser 0° ó 180° , es decir, $\mathbf{v}$ y $\mathbf{B}$ tienen que ser paralelos.

La ecuación de una onda en el sistema internacional de unidades es:

$$y(x, t) = 8 \sin [2\pi (2x - 5t)].$$

8.- La velocidad de fase v de la onda es:

- a) $v = 4\pi$ m/s.
- b) $v = 5$ m/s.
- c) $v = 2,5$ m/s.

8. La ecuación de una onda es $y(x, t) = 8 \cdot \sin 2 \cdot \pi \cdot (2 \cdot x - 5 \cdot t)$

Para obtener las características de una onda a partir de su ecuación hay que comparar esta con la expresión general de la ecuación de una onda

$$y(x, t) = A \cdot \sin 2 \cdot \pi \cdot (t / T - x / \lambda) \quad \text{o bien} \quad y(x, t) = A \cdot \sin (\omega \cdot t - k \cdot x)$$

Si la comparamos con la primera $\lambda = 1 / 2$ m $T = 1 / 5$ s

No tiene sentido fijarnos en los signos pues tanto λ como T no pueden tener valores negativos.

La velocidad de propagación (de fase) de la onda será $v = \lambda / T = 5 / 2$ $v = 2,5$ m/s

9.- El desfase, en radianes, entre dos puntos de la onda separados una distancia de $1/4\pi$ m entre sí es:

- a) 0, 5 rad.
- b) 0, 2 rad.
- c) 1 rad.

9.

Cambiando la forma en la que nos dan la expresión de la ecuación quedaría

$y(x, t) = 8 \cdot \sin (4 \cdot \pi \cdot x - 10 \cdot \pi \cdot t)$ Para ver cual es el desfase tenemos que comprobarlo para un mismo t , por ejemplo $t = 0$. Con lo que queda la ecuación:

$y(x, t) = 8 \cdot \sin (4 \cdot \pi \cdot x - 0) = 8 \cdot \sin (4 \cdot \pi \cdot x)$ Si ahora queremos comprobar el desfase entre dos puntos cuya distancia es $\Delta x = 1 / 4 \cdot \pi$ podemos considerar los dos puntos como

$x_1 = 0$ $x_2 = 1 / 4 \cdot \pi$ y sustituyendo en $y(x, t) = 8 \cdot \sin (4 \cdot \pi \cdot x) = 8 \cdot \sin (\phi)$

el desfase quedaría $\phi_1 = 0$ $\phi_2 = 4 \cdot \pi / 4 \cdot \pi = 1$ Luego $\Delta\phi = 1 \text{ rad}$

10.- Un electrón se acelera en un anillo sincrotrón hasta una velocidad $v = 0,9c$, siendo c la velocidad de la luz. Cuando se desplaza a esta velocidad, su masa relativista aparente m es:

- a) Mayor que su masa en reposo m_0 .
- b) Menor que su masa en reposo m_0 .
- c) Igual a su masa en reposo m_0 .

10.

Teniendo en cuenta que la masa relativista viene dada por la expresión:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

El denominador de esta expresión siempre será < 1 por lo que γ (factor de Lorentz) que es su inverso, siempre será > 1 . Luego siempre $m > m_0$.

EBAU FÍSICA. SEPTIEMBRE 2018

SOLUCIÓN CUESTIONES

La masa de Júpiter es 100 veces la masa de la Tierra y su radio es 5 veces el radio terrestre. La aceleración de la gravedad en la superficie terrestre es $g_T = 9,8 \text{ m/s}^2$ y $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$

1.- Calcule la relación g_J/g_T entre las aceleraciones de la gravedad en la superficie de Júpiter y la Tierra:

- a) $g_J/g_T = 1$.
- b) $g_J/g_T = 2$.
- c) $g_J/g_T = 4$.

1. Masa de Júpiter es 100 la de la Tierra y su radio 5 veces el de la Tierra.

Relación entre las gravedades de Júpiter y la Tierra.

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2} \quad \text{para Júpiter} \quad g_J = G \cdot \frac{M_J}{R_J^2} \quad \text{para la Tierra} \quad g_T = G \cdot \frac{M_T}{R_T^2}$$

$$\text{Sustituyen en la } g \text{ de Júpiter} \quad g_J = G \cdot \frac{100 \cdot M_T}{(5 \cdot R_T)^2} = G \cdot \frac{100 \cdot M_T}{25 \cdot R_T^2} = 4 \cdot G \cdot \frac{M_T}{R_T^2}$$

Luego queda $g_J = 4 \cdot g_T$ $g_J / g_T = 4$

2.- ¿A qué distancia h sobre la superficie terrestre el valor de la aceleración de la gravedad sería el mismo que en la superficie de Júpiter? (En esta cuestión R_T representa el radio terrestre).

a) $h = R_T$.

b) $h = 2R_T$.

c) El valor de h no existe ya que por encima de la superficie terrestre la gravedad no puede nunca tener el valor que tiene en la superficie de Júpiter.

2. Calcular la distancia de la superficie a la que $g_T = g_J$

$$g = G \cdot \frac{M}{R^2}$$

El valor de g disminuye con la altura. Luego a medida que nos alejamos

de la superficie g disminuirá por lo que **nunca podrá igualar a g_J que es 4 veces mayor.**

3.- Sabemos que una niña pesa 98 N en la superficie terrestre. ¿Cuál es su masa en la superficie de Júpiter?

a) $m = 10 \text{ kg}$.

b) $m = 20 \text{ kg}$.

c) $m = 1 \text{ kg}$.

3. Si una niña pesa 98 N en la superficie terrestre, calcula su peso en Júpiter.

Como $P = m \cdot g$ y la masa de la niña no cambia $m = P / g_T$ **$m = 98 / 9,8 = 10 \text{ kg}$**

4.- ¿Cuál de las siguientes expresiones es la que permite calcular correctamente la energía total E_T de una nave de masa m que orbita alrededor de Júpiter con velocidad v constante y a distancia R del centro del planeta en órbita circular?

NOTA: M representa la masa de Júpiter.

4. ¿Cuál de las siguientes expresiones es la que permite calcular correctamente la energía total E_T de una nave de masa m que orbita alrededor de Júpiter con velocidad v constante y a distancia R del centro del planeta en órbita circular? M representa la masa de Júpiter.

a) $E_T = -Gmm/R^2 + m \cdot v^2/2$

b) $E_T = -Gmm/R + m \cdot v^2/2$

c) $E_T = Gmm/R + m \cdot v^2/2$

NOTA: Mismo problema que en junio

La energía total de un objeto que gira alrededor de otro debido a la atracción gravitatoria es la suma de las energías cinética y potencial

La potencial viene dada por la expresión $U = -G \cdot \frac{M \cdot m}{R}$ que sabemos que es

negativa debido a que la fuerza gravitatoria es de atracción y por tanto contraria al vector de posición $\mathbf{R}$.

La energía cinética viene dada por la expresión $E_c = 1/2 \cdot m \cdot v^2$ y siempre es positiva.

Luego su suma será $E_T = -G \cdot \frac{M \cdot m}{R} + 1/2 \cdot m \cdot v^2$

La ecuación de una onda en el sistema internacional de unidades es:
 $y(x, t) = 4 \sin [2\pi (4x - 8t)]$.

5.- La velocidad de fase v_f de la onda es:

- a) $v_f = 1\pi$ m/s.
- b) $v_f = 1$ m/s.
- c) $v_f = 2$ m/s.

5. La ecuación de una onda en el sistema internacional de unidades es:

$$y(x, t) = 4 \sin 2 \cdot \pi (4x - 8t)$$

Para obtener las características de una onda a partir de su ecuación hay que comparar esta con la expresión general de la ecuación de una onda

$$y(x, t) = A \cdot \sin 2 \cdot \pi \cdot (t / T - x / \lambda) \quad \text{o bien} \quad y(x, t) = A \cdot \sin (\omega \cdot t - k \cdot x)$$

Si la comparamos con la primera $\lambda = 1 / 4$ m $T = 1 / 8$ s

No tiene sentido fijarnos en los signos pues tanto λ como T no pueden tener valores negativos.

La velocidad de propagación (de fase) de la onda será $v = \lambda / T = 8 / 4$ $v = 2$ m/s

6.- El desfase, entre dos puntos de la onda separados una distancia de 1/8 m entre sí es:

- a) $2/\pi$ rad.
- b) $1/\pi$ rad.
- c) π rad.

6. El desfase entre dos puntos separados 1 / 8 m.

Cambiando la forma en la que nos dan la expresión de la ecuación quedaría

$y(x, t) = 4 \cdot \sin (8 \cdot \pi \cdot x - 16 \cdot \pi \cdot t)$ Para ver cual es el desfase tenemos que comprobarlo para un mismo t , por ejemplo $t = 0$. Con lo que queda la ecuación:

$$y(x, t) = 4 \cdot \sin (8 \cdot \pi \cdot x) = 4 \cdot \sin (4 \cdot \pi \cdot x)$$

$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$ ϕ_1 valor del ángulo para $x_1 = 0$ y ϕ_2 valor del ángulo para $x_2 = 1/8$ m

Para $x_1 = 0$ $\phi_1 = 0$ rad y para $x_2 = 1/8$ m $\phi_2 = \pi$ rad

Luego queda $\Delta\phi = \pi$ rad

7.- Complete la frase con la respuesta correcta. Si la longitud de onda de $y(x, t)$ se multiplica por dos,

- a) Su velocidad de fase y su frecuencia se multiplican por dos.
- b) Su velocidad de fase se multiplica por dos y su frecuencia no cambia.
- c) No cambia ni su velocidad de fase ni su frecuencia.

7. Si la longitud de onda se multiplica por dos ¿que le ocurre a la velocidad y a la frecuencia?

Como la relación entre las tres magnitudes es $v = \lambda \cdot \nu$ parece claro que si se dobla la longitud de onda el resultado que es la velocidad de propagación (de fase) también se doblará, pero a la frecuencia no le afecta.

8.- En $t=0$ la amplitud de la onda se hace cero si,

- a) $x = n/8$ con $n = 0, 1, 2, \dots$
- b) $x = n/5$ con $n = 0, 1, 2, \dots$
- c) $x = n/6$ con $n = 0, 1, 2, \dots$

8. Para $t = 0$ la ecuación queda $y(x) = 4 \cdot \sin(8 \cdot \pi \cdot x)$

La pregunta está mal redactada ya que la $A = 4$ m y no depende de ninguna otra magnitud ya que es la máxima elongación posible.

Debemos entender que lo que pregunta es el valor de la elongación $y(x)$.

Para que sea $y = 0$ debe ocurrir que $\sin(8 \cdot \pi \cdot x) = 0$ y ello ocurrirá siempre que el ángulo sea $0, \pi, 2\pi, 3\pi, 4\pi, \dots$ es decir $\phi = 0 + n \cdot \pi$ siendo $n = 1, 2, 3, 4$

Como $\phi = 8 \cdot \pi \cdot x$ y $\phi = n \cdot \pi$ queda $8 \cdot \pi \cdot x = n \cdot \pi$ $x = n/8$ y $n = 1, 2, 3, 4$

9.- Un electrón se acelera en un anillo sincrotrón hasta una velocidad $v = 0,9c$, siendo c la velocidad de la luz. Cuando se desplaza a esta velocidad, su masa relativista aparente m es:

- a) Mayor que su masa en reposo m_0 .
- b) Menor que su masa en reposo m_0 .
- c) Igual a su masa en reposo m_0 .

9. Un electrón se acelera en un anillo sincrotrón hasta una velocidad $v = 0,9c$, siendo c la velocidad de la luz. Cuando se desplaza a esta velocidad, su masa relativista aparente m es

NOTA: es el mismo que en junio.

Teniendo en cuenta que la masa relativista viene dada por la expresión:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$$

El denominador de esta expresión siempre será < 1 por lo que γ (factor de Lorentz) que es su inverso, siempre será > 1 . Luego siempre $m > m_0$.

10. ¿Cuál es la velocidad v que debe tener el electrón para que su masa relativista sea 10 veces su masa en reposo? c es la velocidad de la luz.

- a) $v = c \cdot \sqrt{1/100}$
- b) $v = c \cdot \sqrt{99/100}$
- c) $v = c$.

10. ¿Cuál es la velocidad v que debe tener el electrón para que su masa relativista sea 10 veces su masa en reposo? c es la velocidad de la luz.

A partir de la ecuación del ejercicio anterior

$$10 \cdot m_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$$

$$\sqrt{1 - v^2 / c^2} = 1 / 10 \quad 1 - v^2 / c^2 = 1 / 100 \quad 1 - 1 / 100 = v^2 / c^2$$

$$99 / 100 = v^2 / c^2 \quad \sqrt{99/100} = v / c \quad v = c \cdot \sqrt{99/100} \quad v = 0,995 \cdot c$$