DATOS DEL PARTICIPANTE	
APELLIDOS:	
NOMBRE:	Nº Documento Identificación:
Instituto de Educación Secundaria:	

EJERCICIO

Cuestión 1ª. (2 puntos).

Un astronauta de 75 kg de masa gira en un satélite artificial cuya órbita circular se encuentra a una altura igual al radio de la Tierra (R_T) por encima de la superficie de la Tierra. Calcular:

a) El peso del astronauta en la órbita.

b) El periodo de dicho satélite.

DATOS:

Constante de gravitación Universal $G=6,67.\ 10^{-11}$ $N.m^2.\ kg^{-2}$

Masa de la Tierra, $M_T = 5,97.10^{24}$ kg

Radio de la Tierra, $R_T = 6\ 370$ Km

Cuestión 2ª. (2 puntos).

Dos cargas puntuales $Q_1 = 2\ \mu C$ y $Q_2 = -2\ \mu C$ situadas en el plano XY en los puntos de coordenadas (0,5) y (0,-5), respectivamente, estando las distancias expresadas en metros. Se pide:

a) El campo eléctrico en el origen de coordenadas.

b) El trabajo necesario para llevar una carga de Q= 1 C desde el punto de coordenadas (0,1) al punto de coordenadas (0,-1).

DATO:

Constante de coulomb $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9\ N.m^2.C^{-2}$

Cuestión 3ª. (2 puntos).

Una onda transversal se propaga en una cuerda según la ecuación dada por la expresión:

$y(x, t) = 0{,}4\cos(100\ t - 0{,}5\ x)$ m.

a) Calcular la velocidad de propagación.

b) Calcular la longitud de onda y el periodo de la onda.

c) Determinar la posición y la velocidad de vibración del punto situado en x= 0,2 m, para el instante t = 0,5 s.

DATOS DEL PARTICIPANTE	
APELLIDOS:	
NOMBRE:	Nº Documento Identificación:
Instituto de Educación Secundaria:	

Cuestión 4ª. (2 puntos).

El sonido producido por una sirena de un barco alcanza un nivel de intensidad sonora de 80 db a 10 m de distancia. Considerando la sirena como un foco puntual, calcular:

a) La intensidad y potencia de la onda a esa distancia.
b) El nivel de intensidad sonora a 500 m de distancia.

DATO:

Intensidad umbral, $I_0 = 10^{-12}$ W m^{-2}.

Cuestión 5ª. (2 puntos).

Dos lentes convergentes A y B de distancia focal f'_A = 10 cm y f'_B= 5 cm, respectivamente, se encuentran separadas 24 cm. Se sitúa un objeto de 2 cm de altura delante de la lente A a 20 cm de distancia. Se pide:

a) Construir el trazado de rayos de la imagen final formada por este sistema de lentes.

b) Determinar la posición y naturaleza de la imagen obtenida por la combinación de ambas lentes.

Cuestión 1. Un astronauta de 75 kg de masa gira en un satélite artificial cuya órbita circular se encuentra a una altura igual al radio de la Tierra (RT) por encima de la superficie de la Tierra. Calcular:
a. El peso del astronauta en la órbita
b. El periodo de dicho satélite.
Datos: Constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$, Radio de la tierra, $R_T = 6,37 \cdot 10^6 m$, Masa de la Tierra, $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} kg$

a. El peso del astronauta es la fuerza con la que le atrae la tierra, que es $F = mg$. A esa altura,

$$g = \frac{GM}{(R_T + R_T)^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} 5,97 \cdot 10^{24}}{6,37 \cdot 10^6 + 6,37 \cdot 10^6} = 2,45 m/s^2. \tag{1}$$

Por tanto, su peso es $F = mg = 75 \cdot 2,45 = 184N$.

b. El satélite se encuentra en una órbita circular de radio $R_T + R_T = 2R_T$.

Podemos estudiar la órbita con la segunda ley de Newton, $F = ma$. Como la fuerza que actúa es la gravitatoria, $F = mg$, y como es una órbita circular, $a = v^2/r$. Sustituyendo esto en la ley de Newton, tenemos

$$mg = mv^2/r \rightarrow v^2 = gr. \tag{2}$$

Recordamos que $r = 2R_T$ y $g = GM/(2R_T)^2$, con lo que

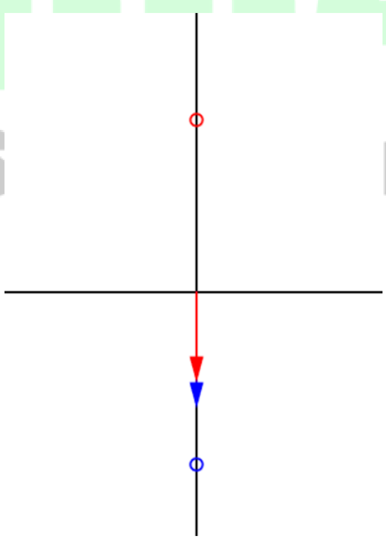
$$v^2 = \frac{GM}{2R_T}. \tag{3}$$

Queremos averiguar el periodo. Recordamos que $v = \frac{2\pi r}{T}$, por lo que

$$\frac{4\pi^2(2R_T)^2}{T^2} = \frac{GM}{2R_T} \rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2(2R_T)^3}{GM} = 205 \cdot 10^6 s \rightarrow T = 14000s. \tag{4}$$

Cuestión 2. Dos cargas puntuales Q1 = 2 µC y Q2 = -2 µC situadas en el plano XY en los puntos de coordenadas (0,5) y (0,-5), respectivamente, estando las distancias expresadas en metros. Se pide:
a. El campo eléctrico en el origen de coordenadas.
b. El trabajo necesario para llevar una carga de Q= 1 C desde el punto de coordenadas (0,1) al punto de coordenadas (0,-1).
Datos: **Constante de Coulomb,** $K = 9 \cdot 10^9 Nm^2C^{-2}$

Empezamos con un esquema de la situación. La carga positiva produce un campo repulsivo, rojo, que va hacia abajo, y la carga negativa, azul, produce un campo atractivo, también hacia abajo.



Por simetría el módulo de los dos campos va a ser igual, de valor

$$|E| = \frac{KQ}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 2 \cdot 10^{-6}}{5^2} = 720N/C. \tag{5}$$

Como además ambos van hacia la izquierda, $\vec{E}_1 = \vec{E}_2 = -720iN/C$. El campo eléctrico total es la suma de ambos:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = -1440iN/C. \tag{6}$$

b. El trabajo al mover una carga desde un punto A hasta un punto B en un campo eléctrico es $W = q\Delta V = q(V_B - V_A)$, donde V es el potencial eléctrico.

Calculamos el potencial en cada uno de los puntos:

$$V_1 = V_+ + V_- = \frac{KQ_+}{r_+} + \frac{KQ_-}{r_-} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{4} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2) \cdot 10^{-6}}{6} = 1500V, \tag{7}$$

donde $+$ y $-$ indican si es con respecto a la carga positiva o la carga negativa. De forma análoga,

$$V_2 = V_+ + V_- = \frac{KQ_+}{r_+} + \frac{KQ_-}{r_-} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}}{6} + \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (-2) \cdot 10^{-6}}{4} = -1500V, \tag{8}$$

por lo que $\Delta V = -1500 - 1500 = -3000V$ y $W = -3000J$

Cuestión 3. Una onda transversal se propaga en una cuerda según la ecuación dada por la expresión: y(x, t) = 0,4cos (100 t − 0,5 x) m.
a. Calcular la velocidad de propagación.
b. Calcular la longitud de onda y el periodo de la onda.
c. Determinar la posición y la velocidad de vibración del punto situado en x= 0,2 m, para el instante t = 0,5 s.

Tenemos una onda con una amplitud $A = 0,4m$, una frecuencia angular $\omega = 100rad/s$, y un número de onda $k = 0,5rad/m$.

a. La velocidad de propagación es $v_p = \frac{\omega}{k} = 200m/s$.

b. La longitud de onda es $\lambda = \frac{2\pi}{k} = 4\pi m$. El periodo, por su parte, es $T = \frac{2\pi}{\omega} = \pi/50s$.

c. Para hallar la posición basta con sustituir:

$$y(0'2, 0'5) = 0,4\cos(100 \cdot 0,5 - 0,5 \cdot 0,2) = 0,37m. \tag{9}$$

Podemos hallar la velocidad de vibración derivando la posición según el tiempo:

$$v(x,t) = -0,4 \cdot 100\sin(100t - 0,5x)m/s. \tag{10}$$

Una vez más, sustituyendo, tenemos

$$v(0'2, 0'5) = -40\sin(100 \cdot 0,5 - 0,5 \cdot 0,2) = 14,3m/s. \tag{11}$$

Cuestión 4. El sonido producido por una sirena de un barco alcanza un nivel de intensidad sonora de 80 db a 10 m de distancia. Considerando la sirena como un foco puntual, calcular:
a. La intensidad y potencia de la onda a esa distancia.
b. El nivel de intensidad sonora a 500 m de distancia.
Dato: Intensidad umbral sonora: $I_0 = 10^{-12}W/m^2$.

La relación entre el nivel de intensidad sonora, β, y la intensidad, I, es

$$\beta = 10\log(I/I_0) \to I = I_0 10^{\beta/10}. \tag{12}$$

Sustituyendo, $I = 10^{-12}10^8 = 10^{-4}W/m^2$.

La intensidad y la potencia, por su parte, se relacionan como

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \to P = I4\pi r^2. \tag{13}$$

En nuestro caso,

$$P = 10^{-4} \cdot 4\pi 10^2 = 4\pi 10^{-2}W. \tag{14}$$

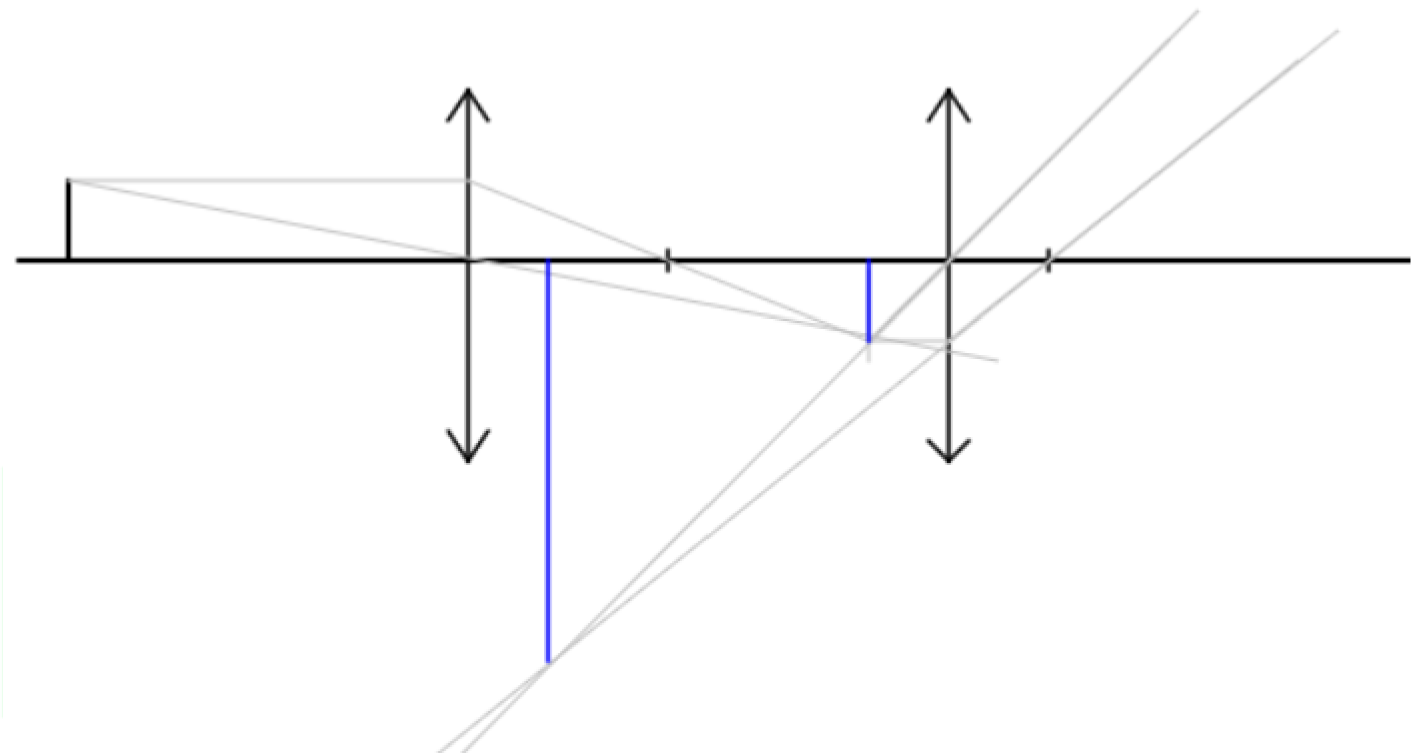
b. A 500 metros la intensidad sonora será $I = P/4\pi r^2 = \frac{4\pi 10^{-2}}{4\pi 500^2} = 4 \cdot 10^{-8}W/m^2$.

Con esto calculamos el nivel de intensidad sonora:

$$\beta = 10 \log\left(\frac{4 \cdot 10^{-8}}{10^{-12}}\right) = 10 \log\left(4 \cdot 10^{4}\right) = 46dB. \tag{15}$$

Cuestión 5. Dos lentes convergentes A y B de distancia focal f'A = 10 cm y f'B= 5 cm, respectivamente, se encuentran separadas 24 cm. Se sitúa un objeto de 2 cm de altura delante de la lente A a 20 cm de distancia. Se pide:
a. Construir el trazado de rayos de la imagen final formada por este sistema de lentes.
b. Determinar la posición y naturaleza de la imagen obtenida por la combinación de ambas lentes.

a.



b. Para calcular la imagen formada por un sistema de lentes calculamos primero la imagen producida por la primera lente y luego la imagen de esa imagen a través de la segunda lente.

Podemos calcularlo usando la fórmula $1/s' - 1/s = 1/f'$. Para la primera lente tenemos un objeto a 20cm, por lo que $s = -20$. Como la distancia focal es $f' = 10$, tenemos

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{-20} = \frac{1}{10} \to \frac{1}{s'} = \frac{1}{10} - \frac{1}{20} = 1/20 \to s' = 20cm. \tag{16}$$

La imagen de la primera lente se produce a 20cm de ella.

Esta imagen está a 4cm de la segunda lente. Vamos a ver dónde se produce su imagen. Tenemos $s = -4$, $f' = 5$, y, usando la fórmula,

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \to \frac{1}{s'} - \frac{1}{-4} = \frac{1}{5} \to \frac{1}{s'} = \frac{1}{5} - \frac{1}{4} =\to s' = -20cm. \tag{17}$$

Se forma una imagen 20cm a la izquierda de la segunda lente. Es una imagen virtual, invertida y aumentada.