

Olimpiada de Física - Fase estatal Yucatán 2014

Nombre: _____ Fecha: Junio 6 de 2014

Dirección: _____ Teléfono: _____

Escuela: _____ E-mail: _____

Problemas:

1. Salvando a Gwen Stacy.



En el comic Amazing Spider-Man, después de que el Duende Verde logra desenmascarar a Spider-Man y se da cuenta de su identidad secreta, planea tomar ventaja de dicha información para futuras batallas. En una ocasión, el Duende Verde secuestra a Gwen Stacy, la novia de Peter, y la lleva en lo alto del puente George Washington para utilizarla como carnada y generar un nuevo enfrentamiento. En un punto de la batalla, Gwen es golpeada y cae de la torre. En el último instante Spider-Man logra atrapar a Gwen con su telaraña, previniendo que cayera en picada al río. Una vez que la ha subido, Peter Parker se da cuenta que Gwen Stacy está muerta.

a) Considere que Gwen Stacy posee una masa de 50 kg, y cae 100 metros en caída libre. ¿Qué velocidad v_f posee en el punto más bajo de su trayectoria? Si Spider-Man frena su caída cambiando su velocidad de v_f a 0 en 0.5 s. ¿Qué fuerza experimenta el cuerpo de Gwen?

A continuación, se explica una propuesta para salvar a Gwen de su trágica muerte.

- b) Antes de lanzar su telaraña, supongamos que Peter se avienta en su búsqueda. Asuma que Peter se lanza 1 s después de que Gwen inició su caída, si ambos coinciden tras recorrer 50 m ¿Qué velocidad inicial debe tener Spider-Man para lograr esta sección de la hazaña?
- c) En el punto de encuentro, Spider-Man atrapa a Gwen, si modelamos este encuentro como una colisión ¿Qué tipo de colisión es? ¿Cuál es la velocidad final de Peter y Gwen, si él posee una masa de 60 kg?
- d) Una alternativa es que en el momento Spider-Man atrape a Gwen, lance su telaraña con un ángulo de modo que solo frene una componente de la velocidad. Si Peter, logra acertar su telaraña con un ángulo de 60° con respecto a la vertical. ¿Cuál es la fuerza de tensión que tiene que soportar? Considere que el tiempo que le toma cambiar la velocidad de ambos cuerpos es 0.5 s.

2. México clasificando al mundial.

En el último partido clasificatorio para el mundial, el equipo mexicano va empatando 1 a 1 contra el equipo de Nueva Zelanda. Faltando 3 minutos para acabar el partido el árbitro marca una falta a favor del equipo de México, ésta se comete a una distancia 24 m justo frente a la portería. La barrera debe ubicarse 9 m desde el punto donde se pateará el balón, considere que la altura promedio de los jugadores neozelandeses es 1.8 m. Una de las formas de maximizar las posibilidades de gol es realizar el tiro de modo tal que la pelota pegue en la parte más alta de la portería, la cual tiene una altura de 2.44 m.

- a) Si la velocidad con la que sale después de ser pateada es 30 m/s justo frente a la portería. ¿Con qué ángulo debe salir el balón para llegue a la parte más alta de la portería? Considere la trayectoria del balón en un plano y tenga en cuenta que existen dos soluciones θ_1 y θ_2 .
- b) De acuerdo a las condiciones del problema, realice un diagrama de la trayectoria del balón en ambas soluciones.
- c) ¿Alguna de las soluciones obtenidas es viable para anotar un gol?

Ayuda: Puede serle de utilidad la relación trigonométrica: $\sec^2 \theta = \tan^2 \theta + 1$

3. Gravity

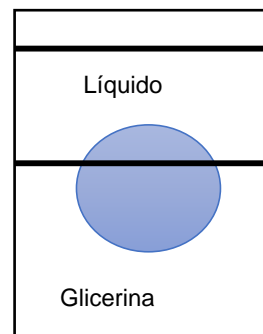
En la película Gravity de Alfonso Cuarón, La Dra. Ryan Stone (Sandra Bullock) sufre un accidente y se aleja de la estación espacial internacional dirigiéndose a un satélite para luego ser salvada. Vamos a analizar qué tan ficticio es el argumento de la película.

La Estación Espacial Internacional hace 15.65 revoluciones por día en su órbita alrededor de la Tierra. Suponiendo una órbita circular y que el radio terrestre es 6371 km.

- a) ¿Qué tan alto con respecto a la superficie terrestre está dicha estación? Si la Tierra posee una masa de 6.0×10^{24} kg.
- b) La Dra. Ryan se dirige a la estación espacial Tiangong, la cual se encuentra a una altura de 160 km sobre la superficie de la Tierra. Calcula la velocidad de la estación Tiangong.
- c) La Dra. Ryan cambia de órbita al viajar entre ambas estaciones, ¿Cuál es el cambio de energía cinética, potencial y mecánica total que experimenta si ella pesa 55 kg? ¿Qué trabajo realizó la tierra sobre ella?
- d) Con la información anterior ¿Es factible su regreso a la estación espacial internacional? Explique de qué manera podría lograrlo o es imposible.

4. Esfera flotante.

En una de las demostraciones experimentales de la clase del Profesor Américo, se planea visualizar el efecto de los fluidos sobre la flotación. El profesor ha tomado una esfera hueca de vidrio puro, de diámetro igual a 20 cm, y la colocó dentro de un balde lleno de glicerina. Luego de unos minutos, la esfera estaba flotando con un quinto de su volumen fuera del fluido. Entonces el profesor dijo: “Como sabemos, el vidrio es más denso que la glicerina; sin embargo, la esfera flota ¿Cómo explican este suceso?”



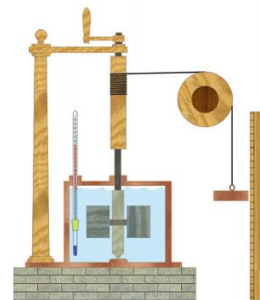
- a) Responde al cuestionamiento realizado por el Profesor Américo.
- b) Con base a lo anterior, encuentra el grosor de la esfera de vidrio. La densidad del vidrio y de la glicerina son 2.49 gr/cm^3 y 1.26 gr/cm^3 , respectivamente.

Luego, el profesor procedió por agregar un líquido desconocido, con densidad menor al de la glicerina, y se notó que la esfera flotaba como se muestra en la figura. La esfera estaba inmersa $\frac{3}{4}$ de su volumen en la glicerina y el resto en el líquido.

- c) Explica a qué se debe este ascenso y encuentra la densidad del líquido desconocido.

5. El experimento de Joule.

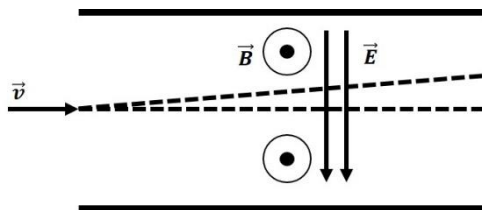
Hasta antes del siglo XIX, se creía que el calor y la energía mecánica eran dos magnitudes distintas. Sin embargo, Joule creía que el calor no era más que otra forma de energía. Para demostrarlo, ideó el aparato mostrado: la pesa, que cae a velocidad constante, hacía girar las paletas, las cuales hacían elevar la temperatura del fluido por la fricción que se presentaba. En este problema analizaremos los aspectos físicos que se encuentran involucrados.



- a) Por otro lado, en la parte externa, se usa una pesa de 20 kg para accionar el movimiento. Si esta se desplaza 4.36 m de su posición inicial, calcule el cambio de la energía potencial en el cuerpo.
- b) Se coloca dentro del recipiente 100 cm^3 de agua. Luego, el aparato es accionado y las paletas empiezan a girar. Una vez que se detienen, se nota que la columna de mercurio, que media inicialmente 30 cm, aumentó 0.11 mm. Encuentra el cambio de temperatura y el calor suministrado al agua, en calorías. Desprecie el calor absorbido por el termómetro.
- c) Usando los datos anteriores, encuentre la relación o equivalencia entre los Joules y las calorías. A este dato se le conoce como el equivalente mecánico del calor.
- d) Explique por qué es necesario, que durante el experimento el cuerpo caiga a velocidad constante.

Datos: Densidad del agua: 1 gr/cm^3 . Coeficiente de dilatación volumétrica del mercurio: $1.8 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Una caloría es el calor necesario para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua.

6. Descubrimiento del electrón.



En 1897 J. J. Thomson “descubrió” el electrón midiendo la razón carga-masa de “rayos catódicos” (realmente un haz de electrones con carga q y masa m). Para esto, hizo pasar un haz de electrones con velocidad \vec{v} a través de campos eléctricos y magnéticos \vec{E} y \vec{B} uniformes y cruzados

(mutuamente perpendiculares, y ambos perpendiculares al haz).

- Encuentre la expresión de la fuerza ejercida por los campos eléctrico y magnético sobre un electrón del haz.
- En el experimento Thomson ajustó el campo eléctrico hasta que el haz ya no presentaba una desviación. En este caso particular, encuentre la expresión de la velocidad de los electrones en términos de las magnitudes del campo eléctrico E y magnético B .
- Luego, Thomson “apagó” el campo eléctrico y observó la deflexión ocasionada únicamente por el campo magnético, la cual es una trayectoria circular, con radio R . Determine la razón carga-masa q/m de los electrones en términos de E , B y R .

¡El resultado que obtuvo fue asombroso! El cociente q/m para esta partícula daba un número MIL veces más grande que el valor medido para el ión de hidrógeno, que en esa época era la partícula más pequeña que se conocía. Cuando Thomson comenzó sus investigaciones se pensaba que los átomos eran indivisibles y que no podían ser creados ni destruidos. Con este resultado Thomson llegó a la conclusión de que lo que estaba estudiando no se trataba ni de átomos ni de moléculas sino de *una nueva clase de materia*. **¡Se había descubierto el electrón!**

7. Campo Magnético de la Tierra.

El campo magnético de la Tierra es importante pues protege al planeta del viento solar, que en otra situación pudiera destruir el ozono de la atmósfera. El siguiente problema tiene la finalidad de encontrar la magnitud del campo magnético de la tierra, con ayuda de una brújula y una corriente eléctrica.

- Dibuja de la manera más detallada posible el campo magnético de la tierra, incluyendo las líneas de campo y su dirección.

Imaginemos ahora que colocamos una brújula a 20 cm por debajo de un alambre de cobre orientado de norte a sur, como se observa en la figura 1. Cuando hacemos circular una corriente de 2.0 A por el alambre de cobre, la brújula cambia de dirección apuntando a N30W, como se muestra en la figura 2.

- b) Dibuja de la manera más detallada posible el campo magnético producido por la corriente en el alambre de cobre, incluyendo las líneas de campo y su dirección.
- c) ¿Cuál es el sentido de la corriente eléctrica en el alambre?
- d) ¿Cuál es la magnitud del campo magnético que siente la brújula y que es producido por la corriente eléctrica?
- e) Suponga que la fuerza que siente la brújula por el campo magnético producto de la corriente eléctrica es F_m . Realice un diagrama de fuerzas sobre la aguja de la brújula.
- f) ¿Cuál es la magnitud del campo magnético terrestre en el punto donde se realizó el experimento?

Nota: La mayoría de los incisos en este problema pueden ser resueltos independientemente.

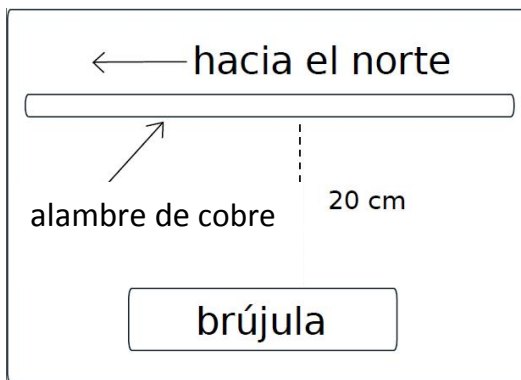


Figura 1

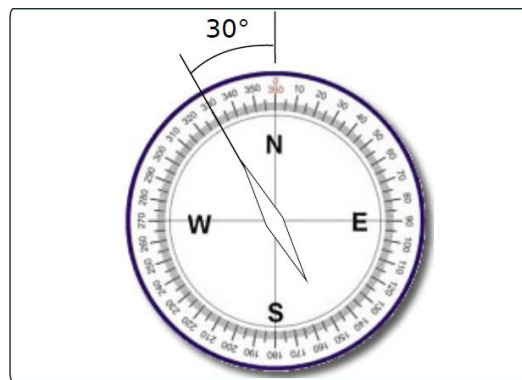


Figura 2