

## Olimpiada de Física - Fase estatal Yucatán 2012

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: Junio 13 de 2012

Dirección: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

Escuela: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

### **Problemas:**

#### **1. La colina**

En uno de sus múltiples viajes, Didier se encuentra en una colina a 15 metros de altura cubierta de nieve y a lo lejos ve un trineo en reposo. Al verse desprovisto de toda vigilancia, corre hacia el trineo y se lanza sobre él con una velocidad de 4 m/s. Alberto, situado a 5m colina abajo, lo observa descender y al pasar junto a él se monta en el trineo de manera acrobática. Juan, que había visto todo desde la falda de la colina, se pregunta "¿Cuál será la velocidad que tendrán ambos al pasar delante de mí?". Suponga que Didier, decidido a mantener la figura, tiene una masa de 50 kg y que Alberto, quien al gastar sus viáticos en bebidas y juegos de azar se quedó sin comer, tiene una masa de 30 kg y que el trineo tiene una masa de 5 kg. Desprecie la fricción.

#### **2. La curva de Tamburello**

El automovilismo es un deporte en el que podemos distinguir una gran variedad de fenómenos físicos. En este problema se te pide analizar el trágico accidente ocurrido el 1<sup>ero</sup> de mayo de 1994 en el circuito italiano de Imola, en la curva conocida como Tamburello. En dicho accidente, perdió la vida el mejor corredor de Formula 1 de todos los tiempos: Ayrton Senna.

Para calentar motores obtengamos información interesante. Un automóvil F1 tiene una masa aproximada de 600 kg y puede acelerar de 0 a 100 km/h (~28 m/s) en un tiempo de 2.6 segundos.

- Considerando una aceleración constante, ¿Cuál es la distancia que un F1 recorre al acelerar de 0 a 100 km/h?
- ¿Cuál es la potencia necesaria para esta aceleración?

Tamburello tenía un radio de curvatura de 300 m, no poseía peralte y era recorrida a una velocidad máxima de 310 km/h (~86 m/s). Un F1 puede realizar esta vuelta a gran velocidad gracias a una fuerza de adherencia con el suelo producto de la aerodinámica de los alerones.

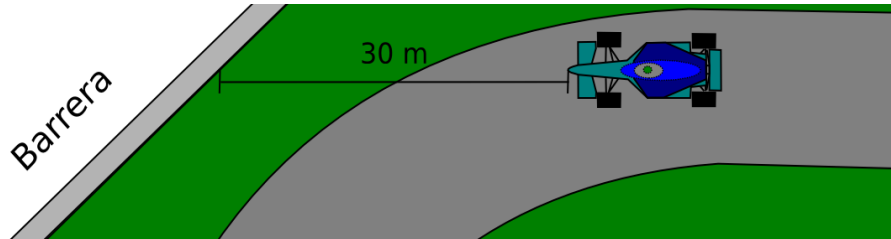
- Explica lo más detalladamente posible la manera en que los alerones de un F1 proporcionan la fuerza de adherencia al piso.

Un truco para aumentar aún más la adherencia con el piso, es disminuir la distancia entre el suelo y la base del automóvil.

- Explica las razones físicas por la que esta reducción aumenta la adherencia al piso.

Un F1 que tiene coeficiente de fricción estática\* entre sus llantas y el piso de aproximadamente de  $\mu = 0.8$ , se desplaza a velocidad máxima sobre Tamburello.

- e) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza de adherencia del automóvil debida a su aerodinamismo?

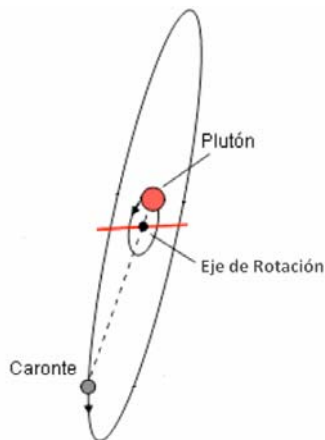


En el accidente, Ayrton Senna pierde el control y en lugar de realizar la curva, se dirigió directamente hacia la barrera a 30 m de distancia, como se muestra en el dibujo. Una teoría señala que es probable que se hubiera disminuido demasiado la distancia entre el suelo y la base del automóvil. De esta manera, un pequeño defecto en la pista pudo provocar que el F1 saliera disparado y el control del automóvil se perdiera. Este movimiento puede ser considerando como un tiro parabólico.

- f) ¿Cuál es el ángulo máximo necesario para que el automóvil pierda el control por 30 m? Supongamos que la velocidad de salida es 310 km/h.

\*Nota: La fuerza de fricción estática se opone a la dirección del posible deslizamiento y es en magnitud:  $F_{\text{fricción}} = \mu N$ , donde  $N$  es la fuerza de reacción a la fuerza de adherencia, producida por el suelo.

### 3. Cálculo de la Masa de Plutón



El descubrimiento de un satélite en los planetas del sistema solar era un evento importante cuando no se conocían muchas características de los planetas, pues esta manera es posible calcular de forma indirecta su masa. Caronte, el satélite más grande que Plutón posee, no orbita alrededor de Plutón, sino que ambos orbitan en un centro común bajo la misma frecuencia angular, aunado a las características del antes denominado planeta se optó por declararlo como planeta enano. Tomando en cuenta que Caronte se encuentra a  $1.96 \times 10^7 m$  de Plutón y a  $1.75 \times 10^7 m$  del eje de rotación es posible calcular la masa del planeta enano.

- a) Teniendo en cuenta que el período de rotación del sistema es de 6.4 días, determine la masa de Plutón y su densidad media. El radio medio de planeta enano es  $1.10 \times 10^6 m$ .
- b) Obtenga la masa del satélite Caronte. El valor de la constante de Gravitación Universal  $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2 kg^{-2}$ .

#### 4. El Titanic: ¿se puede salvar Jack?



En la película Titanic de James Cameron, Jack y Rose sobreviven al naufragio del barco, pero si pasan mucho tiempo en el agua mueren congelados. Sabiendo esto, Jack decide salvar a Rose subiéndola a un objeto flotante, que era un trozo de puerta de madera. Existe una discusión sobre si en este objeto pudieron haberse salvado ambos o no, pues el área de la puerta era suficiente para que ambos estén sentados, sin embargo, tal vez con el peso de ambos, la puerta ya no seguiría a flote. Vamos a determinar de manera aproximada si Jack podría salvarse o no. Considera que la puerta tiene una densidad de  $731 \text{ kgm}^{-3}$  un área de  $2.0 \text{ m}^2$  y  $5 \text{ cm}$  de grosor. Considera además que Rose pesa  $40 \text{ kg}$  y Jack  $60$ .

Calcular la fuerza de empuje:

- a) Del agua sobre la puerta.
- b) Sobre el sistema Rose-puerta.
- c) Sobre el sistema Rose-Jack-puerta.
- d) Con los datos anteriores, concluye: ¿Se podía salvar Jack?, justifica tu respuesta.

#### 5. Acústica de una guitarra.

La guitarra es uno de los instrumentos más usuales en música, ha sido muy utilizada desde la antigüedad. Al pulsar una de sus cuerdas fijas viajarán a lo largo de ella ondas transversales o vibraciones, las cuales rebotan en los extremos fijos y forman patrones de ondas estacionarias. Debido a que las cuerdas están atadas en sus extremos, cuando una de estas es tocada la longitud de onda fundamental corresponde al doble del tamaño de la porción de la cuerda que vibra. En una guitarra la sexta cuerda corresponde a la nota *Mi* cuya frecuencia es de  $330 \text{ Hz}$  al estar afinada.

- a) Si la longitud de esta cuerda al estar tensada es de  $65 \text{ cm}$  obtenga la longitud de onda fundamental y la velocidad de propagación de la onda al tocarla.
- b) Al presionar el primer traste acortamos la distancia al extremo inferior y por tanto la longitud de onda fundamental, pero se mantiene la magnitud de la tensión. Cuando tocamos esta cuerda nuevamente obtenemos la nota *Fa* cuya frecuencia es de  $350 \text{ Hz}$ . Determine la porción de la cuerda que oscila y la distancia del primer traste al extremo superior.
- c) La quinta cuerda tiene una frecuencia de  $440 \text{ Hz}$  (Nota *La*), si ambas cuerdas tienen una misma tensión y longitud. Determine la razón entre las densidades lineales de masa de estas cuerdas (la quinta y sexta), es decir,  $\mu_5/\mu_6$ .

## 6. Radar de efecto doppler

El radar (término derivado del acrónimo inglés *radio detection and ranging*, “detección y medición de distancias por radio”) es un sistema que usa ondas electromagnéticas para medir distancias, altitudes, direcciones y velocidades de objetos estáticos o móviles. Su funcionamiento se basa en emitir una onda de radio, que se refleja en el objetivo y se recibe típicamente en la misma posición del emisor. A partir de este "eco" se puede extraer una gran cantidad de información.

Tenga en cuenta que la fórmula para efecto doppler cuando existe un ángulo entre la fuente y el objeto es:

$$f' = f \left( \frac{v_s + v_o \cos \theta_o}{v_s - v_f \cos \theta_f} \right)$$

Donde  $v_o$  y  $v_f$  son las velocidades del objeto y la fuente respectivamente, y  $v_s$  es la velocidad del sonido.

La velocidad del sonido depende del medio donde se propague, de tal manera que en un fluido:

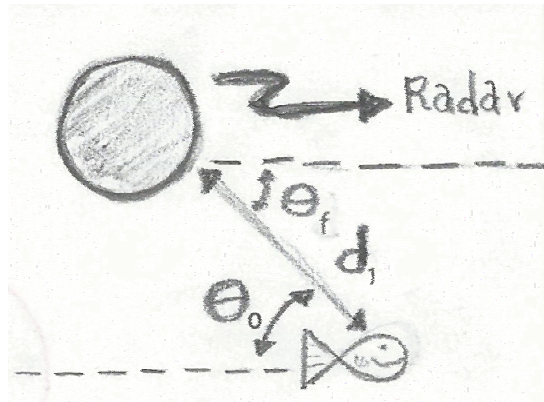
$$v_s = k^\alpha \rho^\beta$$

Donde  $k$  es el módulo de compresibilidad del fluido (Medido en Pa) y  $\rho$  es su densidad.

- Mediante análisis dimensional, encuentre los exponentes  $\alpha$  y  $\beta$
- Si para el agua salada  $k = 2.3 \times 10^9 \text{ Pa}$   $\rho = 1027 \text{ kg/m}^3$ , halle  $v_s$  en este medio

Considere un pez vela moviéndose en agua salada con velocidad constante  $v$ , el objetivo de este problema es hallar la magnitud de esa velocidad mediante un radar en reposo.

- Si un rayo de ondas se dispara desde el radar y regresa a él después de un tiempo mínimo  $t_0 = 0.5 \text{ s}$ , ¿cuál es la distancia mínima  $d_{\min}$  que hay entre el pez y el radar en todo su trayecto?
- Si el rayo de ondas es disparado una segunda vez desde el radar, y tarda un tiempo  $t_1 = 0.8 \text{ s}$  en regresar a él, calcule la distancia  $d_1$  que hay esta vez del pez al radar.

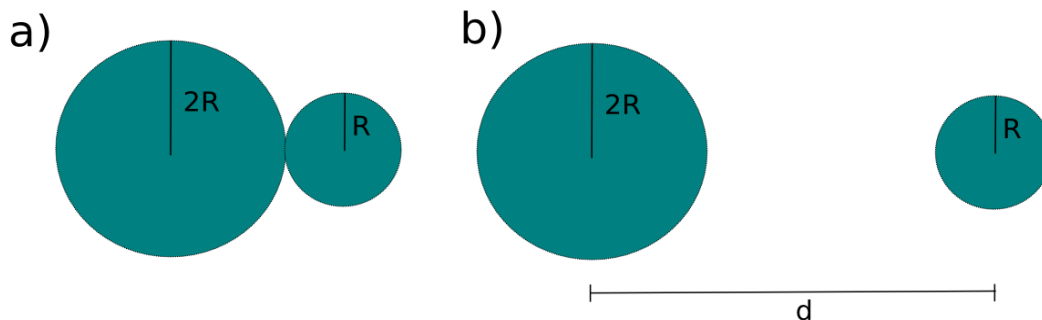


- En el segundo disparo, el rayo de ondas sale del radar con una frecuencia  $f = 4.00 \text{ Mhz}$  y regresa a él con una frecuencia  $f' = 4.06 \text{ Mhz}$ . A partir de estos datos, y de los incisos anteriores, calcule la velocidad  $v$  con la que viajaba el pez al momento de hacer el experimento.

## 7. Esferas conductoras y aislantes.

En un conductor las cargas eléctricas se conducen con facilidad, a diferencia de lo que sucede en un aislante, donde las cargas se trasladan con dificultad.

- a) Explica porque si tenemos un conductor aislado y se le transfiere una carga  $Q$ , esta se aloja en su superficie.
- b) Explica porque en un aislante podemos hablar de una densidad volumétrica de carga.



Considera 2 objetos esféricos conductores como se muestran en la figura 1a. Inicialmente se encuentran juntos y se les da una carga  $Q$  total. Se espera cierto tiempo para que la distribución de carga se equilibre. Seguidamente las esferas se separan a una distancia “ $d$ ” como se ilustra en la en la parte derecha de la figura de arriba (b).

- c) Calcula el valor de la fuerza que siente cada esfera.

Realicemos el mismo experimento que en el inciso anterior, pero ahora supongamos que las esferas son hechas de un material aislante, de manera que la carga  $Q$  se reparte uniformemente en el volumen de las dos esferas.

- d) Calcula el valor de la fuerza que siente cada esfera en este caso.

Inicialmente las dos esferas no tenían carga y se encontraban en reposo, después de insertarles carga las dos sienten una fuerza repulsiva. Si se les permite moverse libremente tenderán a separarse y ambas obtendrán velocidad. Estas velocidades implican una energía cinética, energía que antes no se tenía.

- e) En este experimento ¿Se viola la ley de la conservación de la energía? Argumenta tu respuesta.