

Olimpiada Nacional de Física 2008.
Altamira, Tamaulipas.
Examen Teórico.
<http://olimpiadafisicayucatan.farap.net>

Instrucciones

1. No escriba su nombre en el examen ni en las hojas de examen, si lo hace será descalificado.
2. Escriba por un solo lado de las hojas usando el lápiz que se le proporcione.
3. Identifique en la parte superior izquierda su respuesta de la siguiente manera Problema No / Hoja / total de hojas. Ejemplo P4/2/3 significa que se trata de la hoja dos del un total de tres hojas del problema cuatro.
4. Lea cuidadosamente todos los problemas. Si tiene alguna duda sobre la redacción debe escribir su duda en una hoja de papel y entregue la duda a los cuidadores del examen. Ellos harán llegar su pregunta al comité y si este cree pertinente comentara su respuesta a todos los concursantes.
5. Al terminar el examen entregue ordenado su examen a la mesa y retirese.
6. El EXAMEN TEORICO TIENE UN VALOR TOTAL DE 30 PUNTOS
7. Escriba sus repuestas en la hoja de respuestas. Si no hay espacio para su respuesta en el casillero de respuestas Escriba “NO HAY ESPACIO” e indique donde encontrar su respuesta usando la convención siguiente

Respuesta al inciso /Problema No/ Hoja/ Y enmárquela en un cuadro.
RECUERDE, NO ESCRIBA SU NOMBRE EN LAS HOJAS DE RESPUESTA.

Preguntas

Problema 1. Hoyos negros "clásicos"

La primera propuesta sobre la existencia de hoyos negros fue hecha en 1783 por John Michell. La propuesta surgió lógicamente de suponer como verdadera, a la teoría corpuscular de la luz de Newton, que suponía a la luz compuesta por partículas materiales. Michell supuso que estas partículas, al estar sujetas a la gravedad de una estrella, si ésta era lo suficientemente masiva podrían ser atrapadas no pudiendo salir de la estrella.

Por esa misma época el astrónomo William Herschel conjeturó que los conjuntos de estrellas llamados cúmulos estelares, al paso del tiempo sus astros se acercarían por efecto de la gravedad y se fundirían en una estrella masiva.

Michell tuvo entonces la posibilidad de especular con la idea de una estrella tan masiva que no dejara salir a los corpúsculos de luz. En otras palabras imaginó la existencia de hoyos negros.

El objetivo de este problema es calcular, al igual que lo hizo Michell, cuantos Soles como el nuestro se necesitan para formar un hoyo negro.

Michell al igual que Newton no conocían el valor de G , esto es la constante universal de la gravedad. Así que Michell no podía usarla en sus cálculos. De hecho inventó una balanza de torsión para medir dicha constante, pero la muerte lo sorprendió. Su balanza paso a manos de Cavendish quien la perfeccionó y midió el valor de G . Sin embargo y a pesar de que Cavendish dio parte de crédito al trabajo de Michell, la balanza hoy en día se conoce como de Cavendish.

En la época de Michell algunos parámetros astronómicos se conocían:

La distancia media Sol-Tierra $r_{T-S} = 1.5 \times 10^{11}\text{m}$

La duración del año $T = 365.25\text{días} \approx 3.17 \times 10^7\text{s}$

Diámetro del Sol $D_s = 1.4 \times 10^9\text{m}$

Velocidad de la luz $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$ (medida por Roemer en 1676)

Simplifica el problema suponiendo que la órbita de la Tierra es circular y que la densidad del "hoyo negro" es siempre la misma y su valor es igual a la densidad de nuestro Sol.

Preguntas:

1. Considera una estrella de masa M , ¿cuál será la velocidad de escape de un cuerpo material cualquiera?
2. Escribe el valor de $G \times M_S$ en función de r_{T-S} y T . Donde M_S es la masa del Sol.
3. ¿Cuántos Soles como el nuestro, según Michell, se necesitan para formar un hoyo negro?
4. ¿Cuál es el diámetro de este "hoyo negro"?

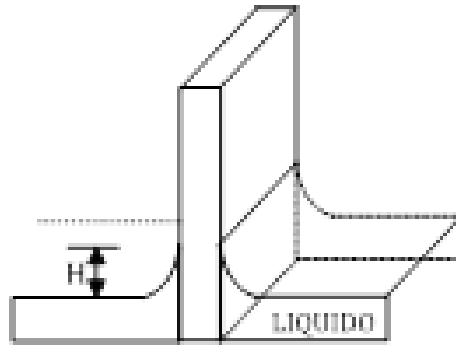
Problema 2

2a. Análisis dimensional.

Introducción. Es común en Física hacer estimaciones utilizando análisis dimensional. El análisis consiste en encontrar cual es la dependencia de una cantidad Física W en función de otros parámetros x, y, z etc. Generalmente se busca una relación del tipo: $W = (\text{constante}) \times (x^\alpha y^\beta z^\gamma)$. Aunque no siempre las magnitudes x, y, z , guardan una relación de potencias α, β, γ con W , muy frecuentemente se da el caso. Por otro lado es imposible encontrar el valor numérico de la constante recurriendo al análisis dimensional, pero su ignorancia no afecta el orden de magnitud en los cálculos estimativos.

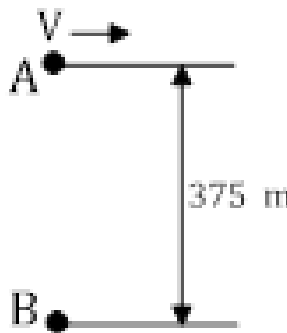
Problema

La altura H que alcanza un líquido levantado por acción de fuerzas capilares esta determinado por la tensión superficial del líquido σ (fuerza sobre longitud), su densidad ρ y la aceleración de la gravedad g . Encuentre la dependencia de H en función de estos tres parámetros $H = H(\sigma, \rho, g)$. En este caso el valor de la constante es $\sqrt{2}$.



2b. Trineo en un lago congelado.

Se requiere que un trineo viaje del punto A al punto B que está localizado en ángulo recto a la dirección de su velocidad inicial $V = 10\text{m/s}$. Debido al bajo coeficiente de fricción entre el trineo y el lago, el trineo no se puede mover con una aceleración mayor a $a = 0.5\text{m/s}^2$. ¿Cuál será el tiempo mínimo para que el trineo llegue al punto B ? ¿Qué tipo de curva describe su trayectoria?



2c. Caballo y entrenador.

Un caballo trotta en un círculo de radio R a rapidez constante v . Su entrenador se encuentra parado dentro del círculo a una distancia r de su centro $r < R$) ¿Cuál será la máxima velocidad a la que se aproxime el caballo al entrenador?

2d. Experimento Termométrico. (2 puntos)

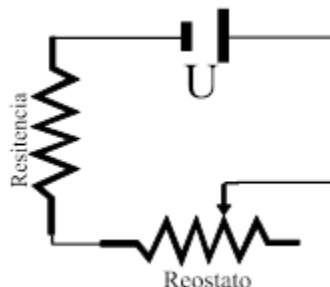
Se realiza un experimento en el laboratorio para medir el calor específico de la plata. Sabemos que la plata tiene una densidad de $10.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ y su punto de fusión es 962°C . El equipo de laboratorio incluye un cubo de plata de 2.0cm de lado y un recipiente de vidrio de 75 gramos (calor específico del vidrio $4.186\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$). El recipiente contiene 100g de agua (calor específico $= 4.186\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$) Tanto el recipiente como el agua están a 20°C .

1. ¿Cuál es la masa del cubo de plata?
Se calienta el cubo de plata a una temperatura de 500°C . Se saca el cubo del horno y se sumerge en el agua. Se coloca un termómetro en el agua. Se observa una temperatura máxima en el termómetro de 41°C .
2. (i)Escribe las expresiones para el calor ganado por el agua, el calor ganado por el vidrio y el calor perdido por la plata. (ii) ¿Cómo se relacionan las cantidades del inciso anterior?
3. Determina el calor específico de la plata.
4. Si el cubo de plata tenía una temperatura de 20°C justo antes de ser colocado en el horno para llegar a una temperatura final de 500°C en 5 minutos, encuentra la razón (en watts) a la cual la energía térmica fue absorbida por el cubo durante su calentamiento.

Problema 3

3a. Circuito Eléctrico

Una resistencia de valor constante, y un reóstato (esto es una resistencia variable) son conectados a una fuente de tensión (voltaje) constante U . Para un valor de corriente en el circuito de $I_1 = 2\text{A}$ en el reóstato se disipa una potencia $P_1 = 48\text{W}$, para una corriente de $I_2 = 5\text{A}$ en él se disipa una potencia de $P_2 = 30\text{W}$.



1. Determine la tensión (voltaje) de la fuente y el valor de la resistencia r .
2. Calcule el valor de la corriente en el circuito cuando la resistencia del reóstato es cero.
3. Determine la potencia máxima que puede liberarse en el reóstato ¿Cuál será la resistencia R_m en el reóstato en este caso?

3b. Cuña y pelota.

Sobre una tabla liza muy pesada se encuentra una cuña en reposo cuya masa es M y el ángulo de inclinación con el horizonte es α . Sobre la superficie inclinada y liza de la cuña choca una pelota de masa m que vuela horizontalmente, el choque se puede considerar elástico. Como resultado de lo cual la cuña comienza a moverse por la superficie. Determine la relación m/M , si al cabo de un tiempo determinado la pelota vuelve a caer en el mismo punto de la cuña, del cual rebotó. Desprecie las fuerzas de fricción.

