

12^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

Bustos R.¹, Mariscal J.², Villalba J.^{2*}, Apaza V.R.², Espinoza W.², Poma I.², Subieta V.², Gutierrez V.H.³,
Guaygua T.⁴, Jemio C.⁴, Portugal R.⁵, Mamani R.⁶, Martinez L.⁷, Justiniano I.⁸, Payllo J.P.⁹
Enriquez J.¹⁰, Quiroga I.¹¹, Vargas C.¹², Coraite O.¹³, Quiroz Z.¹⁴, Portocarrero H.¹⁵
Condori V.H.^{16*}, Apaza R.¹⁷, Condori H.^{18*}, Poma O.^{19*}

¹Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)

²Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Carrera de Física, La Paz

³Universidad Mayor, Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca (UMRPSFXCH)
Facultad de Tecnología, Carrera de Ingeniería de Sistemas, Sucre

⁴Universidad Técnica de Oruro (UTO), Facultad Nacional de Ingeniería (FNI), Oruro

⁵Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Facultad de Ciencia y Tecnología, Cochabamba

⁶Universidad Autónoma Tomas Frías (UATF), Carrera de Física, Potosí

⁷Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA), Santa Cruz de la Sierra

⁸Colegio Maria Auxiliadora, Cobija, Pando, ⁹Colegio 12 de Agosto, Yacuiba, Tarija

¹⁰Colegio Maryknoll, Cochabamba, ¹¹Servicios, Ciencia y Tecnología, Cochabamba

¹²Colegio Buenas Nuevas, Sucre, ¹³Colegio La Salle, Oruro

¹⁴Instituto Americano, La Paz, ¹⁵Colegio San Ignacio, La Paz

¹⁶Colegio Basil Miller, El Alto, La Paz, ¹⁷Unidad Educativa del Sur, El Alto, La Paz

¹⁸Estudiante, FI, UMSA, La Paz, ¹⁹Estudiante de Beca Patiño, Suiza, *Ex Olímpico

RESUMEN

La 12^{ava} OBF se llevó a cabo con éxito el 7, 8 y 9 de Septiembre en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en las instalaciones del departamento de Física de la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA). Se contó con la presencia de ocho delegaciones departamentales: Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Pando, Potosí, Santa Cruz de la Sierra y Tarija. Se evaluó en las categorías de 8^{vo} de Primaria, 1^{ro}, 2^{do} y 3^{ro} de Secundaria. Si bien la categoría de 4^{to} de Secundaria no participó en Santa Cruz, ellos participaron en las etapas previas de la 12^{ava} OBF y los ganadores tienen como principal premio el ingreso libre y directo a las universidades comprometidas con el proyecto.

Se concentraron cerca de cien personas entre estudiantes y profesores, quienes compartieron sus experiencias, costumbres y culturas dando una señal de unificación a la sociedad boliviana. La categoría de 3^{ro} de Secundaria tuvo dos modalidades de evaluación: Teórica y Práctica, y los ganadores forman el equipo base que representará al país en la XII Olimpiada Iberoamericana de Física (XIII OIBF) a llevarse a cabo en Septiembre de 2008 en Valparaíso, Chile.

Los ganadores de 2^{do} de Secundaria, 1^{ro} de Secundaria y 8^{vo} de Primaria forman los equipos preseleccionados postulantes a futuros eventos Iberoamericanos e Internacionales a llevarse a cabo el 2009, 2010 y 2011.

Se presentan los exámenes resueltos de los exámenes simultáneos de selección tomados a nivel nacional de todas las etapas más el examen del evento nacional: la 12^{ava} OBF.

¡Felicidades! a todos los jóvenes participantes y ganadores de las distintas etapas y categorías así como también a todos los establecimientos fiscales y particulares del área urbana y rural de todo el país que participaron en la competencia olímpica del apasionante mundo de la física. Todos ellos están dando un digno ejemplo a seguir por otros establecimientos, profesores y estudiantes contemporáneos así como también por todas las generaciones venideras.

La Página Internet del proyecto es: <http://www.fiumsa.edu.bo/olimpiada/>

Descriptores: Enseñanza de la Física, Actividades Organizacionales, Física y Sociedad.

Examen Simultaneo de Selección: 8° de Primaria

Parte conceptual 8° de Primaria (40%)

1. (10%) Redondee las siguientes cantidades adecuadamente para escribirlas con tan solo dos cifras significativas:

- a. 4.59 b. 0.000996 c. 3.85002 d. 10 099 e. 99 500

2. (15%) ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas?

a. El que la densidad del plomo sea mayor que de la madera significa que una misma masa de ambas sustancias ocupa menor volumen en el caso de la madera y un mayor volumen en el caso del plomo.
b. No existe hielo con temperatura menor a -2°C .
c. A nivel del mar, la temperatura de congelamiento es 0°C y la de ebullición es mayor a 100°C .
d. A más de 0°C , a nivel del mar, el agua se encuentra en estado gaseoso o líquido.
e. Qué el mercurio sea más denso que el agua, significa que al pesar un mismo volumen de ambos se obtendrá menos peso para el agua que el mercurio.

3. (5%) Si usted quiere escribir su altura con el mayor número de cifras significativas, ¿qué instrumento escoge para medirse?: una regla graduada en pulgadas, una regla graduada en centímetros, una regla graduada en pies o una regla graduada en metros.

4. (10%) Escriba las siguientes longitudes en metros. (No se olvide considerar el número de Cifras Significativas)

- a. 2000 [mm] b. 10 [cm] c. 1.0 [cm] d. 250 [mm]

Parte Práctica 8° de Primaria (60%)

1. (20%) Una unidad de tiempo, que algunas veces se utiliza en la física microscópica, es el trémolo. Un trémolo es igual a 10^{-8}s . ¿Hay más trémolos en un segundo que segundos hay en un año?

2. (20%) Se sabe que la masa de una moneda de 5 bolivianos es 10 gramos y la masa de una moneda de 1 Boliviano es 3 gramos. Se tiene una bolsa con 100 gramos de monedas de 5 bolivianos y otra bolsa con 201 gramos de monedas de 1 Boliviano. ¿Cuál bolsa tiene más dinero?

3.(10%) Elabore un procedimiento y una lista de materiales para determinar la densidad del agua.

4. (10%) ¿Las fórmulas que representan a una recta, una parábola y una hipérbola son:

$y = mx$, $y = bx^2$, $y = \frac{c}{x}$, respectivamente. Si x e y representan longitudes, halle las unidades de las constantes m, b y c en el Sistema Internacional.

Solución Parte Conceptual 8° de Primaria

- 1.- (a) 4.6 (b) 0.0010 (c) 3.9 (d) $10 \times 10^3 = 10 \text{ K}$ (e) 10×10^4

- 2.- (a) Falso (b) Falso (c) Falso (d) Verdadero (e) Verdadero

3.- Para tener mayor No de CS se debe escoger el instrumento con mayor apreciación, esto significa escoger el instrumento con escala más pequeña; como $1\text{cm} < 1\text{plg} = 2.54\text{cm} < 1\text{pie} = 12\text{plg} < 1 \text{metro} = 100 \text{cm}$, entonces se debe escoger la regla graduada en centímetros.

- 4.- (a) 2000 [mm] – 2.000 [m] (b) 10 [cm] – 0.10 [m] (c) 1.0 [cm] – 0.010 [m]
(d) 250 [mm] – 0.250 [m]

Solución Parte Práctica 8^o de Primaria

1.- Como 1 trémolo = 10^{-8} [s] entonces se puede usar esta igualdad como un factor de conversión.

$$\text{En un segundo se tendrán } 1 \text{ s} \times \frac{1 \text{ tremolo}}{10^{-8} \text{ s}} = 1 \times 10^8 \text{ tremolos}$$

$$\text{En un año se tiene } 1 \text{ año} \times \frac{365 \text{ días}}{1 \text{ año}} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 0,32 \times 10^8 \text{ s}$$

Entonces en 1 segundo se tienen más trémolos que segundos en un año.

2.- La bolsa de 100g tiene monedas de 5 bolivianos, cada uno de 10gramos, entonces

$$100 \text{ g} \times \frac{1 \text{ Moneda de 5 Bs.}}{10 \text{ g}} = 10 \text{ Monedas de 5 Bs} = 50 \text{ Bs.}$$

La bolsa de 201g tiene monedas de 1 Bs. Cada una de 3 gramos entonces

$$201 \text{ g} \times \frac{1 \text{ Moneda de 1 Bs.}}{3 \text{ g}} = 67 \text{ Monedas de 1 Bs} = 67 \text{ Bs.}$$

La bolsa con monedas de 1 Bs. Tiene más dinero.

3.- Para determinar la densidad se necesita determinar la masa de un volumen de agua y hallar la relación entre ambas cantidades:

Materiales - Balanza, Regla, Recipiente con un interior de forma cilíndrica y Agua

- (1) Medir la masa del recipiente vacío en la balanza.
- (2) Medir la masa del recipiente lleno de agua en la balanza.
- (3) Restar la segunda masa de la primera, para obtener así la masa del agua.
- (4) Medir la altura h del agua en el recipiente.
- (5) Medir el diámetro interno del recipiente.

(6) Con la altura y el diámetro interno. Calcular el volumen de agua con la ecuación: $V = \frac{\pi}{4} d^2 h$

(7) Con la masa del agua obtenida en (3) y el volumen del agua, obtenido en (6), determinar la densidad ρ que es cociente entre la masa y el volumen.

4.-

(a) $y = m x$ Si (y) y (x) son longitudes para que la ecuación sea dimensionalmente correcta, m debe ser adimensional. Así en ambos miembros de la igualdad se tendrán dimensiones de longitud.

(b) $y = b x^2$ Si (y) y (x) son longitudes la ecuación dimensional será entonces $[L] = b [L]^2 \Rightarrow b = [L]^{-1}$

Donde b tendrá dimensiones de longitud a la (-1), en el SI corresponde a $[m]^{-1}$

(c) $y = c/x$ Se procede igual que en los ejemplos anteriores $[L] = \frac{C}{[L]} \Rightarrow c = [L]^2$

Donde c en el SI corresponde a $[m]^2$

Solución Parte Conceptual 1° de Secundaria

1.- Para que los vectores se anulen deben tener la misma dirección y sentidos opuestos, pero además la misma magnitud. En caso de tener magnitudes distintas se tendrá un vector más pequeño que los que lo suman pero distinto de cero.

2.- (a) La masa del extraterrestre al nacer está representada por la ordenada en el origen, es decir el punto donde la curva interseca el eje de las masas que corresponde a 0.5 Kg.

(b) Se observa crecimiento (aumento de la masa al transcurrir el t) del nacimiento (0 años) a los 2 años; de los 2 a los 3 años y de los 5 a los 7 años, pero el mayor crecimiento, corresponde de los 2 años a los 3 años pues la pendiente del gráfico es mayor a las demás, es decir se aumento 1 Kg. en un año. Mientras que en el intervalo de 0 a 2 se incremento 0.5 Kg. En 2 años o equivalentemente 0.25 Kg. Por año y en el intervalo de 5 a 7 años se incremento la masa, 1 Kg. en 2 años o equivalentemente 0.5 Kg. Por año.

(c) El extraterrestre decrece de los 7 a los 9 años por que su masa disminuye mientras transcurre el tiempo.

(d) La mayor masa la alcanza a los 7 años que corresponde al punto máximo de la curva.

(e) Entre los 3 y los 5 años no hay crecimiento ni decrecimiento la masa se mantiene constante.

3.- Aunque ambos estudiantes cometieron el mismo error absoluto de 1 m, el primero lo hizo al medir una distancia mucho mayor a la del segundo, es decir cometió un error relativo porcentual de:

$$\text{Error de A: } \frac{1}{687} \times 100\% = 0.14\%; \quad \text{Error de B: } \frac{1}{7} \times 100\% = 14\%$$

Por lo tanto A merece tener el premio, por que cometió menor error relativo.

4.- La dilatación que sufre un cuerpo está dada por $\Delta L = \alpha L \Delta T$ donde α es el coeficiente de expansión lineal, L es la longitud inicial y ΔT el cambio de temperatura. Entonces la dilatación es proporcional a estas cantidades.

(a) Como ambas varillas son del mismo material es decir tienen el mismo coeficiente de dilatación sufren el mismo cambio de temperatura, lo único que las diferencia es la longitud entonces la más larga se dilatará mas.

(b) Como ambas varillas sufren el mismo incremento de temperatura, tienen la misma longitud, lo único que las diferencia es el material entonces se dilatará mas la que tenga mayor coeficiente de dilatación es decir la de aluminio.

$$(c) \text{ La varilla de Pirex sufre un cambio de temperatura de } 50 [^{\circ}C] - 15 [^{\circ}C] = 35 [^{\circ}C]$$

$$\text{La varilla de aluminio sufre un cambio de temperatura de } 55 [^{\circ}C] - 5 [^{\circ}C] = 50 [^{\circ}C]$$

Ambas tienen la misma longitud pero la de aluminio tiene mayor coeficiente de dilatación y además sufre mayor incremento de T, entonces se dilatará más que la varilla de Pirex.

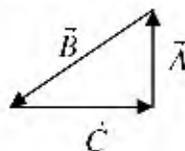
Solución Parte Practica 1° de Secundaria

1.- Si la edad del Universo equivaldría a un día es decir: 10 años - 1 día, entonces la humanidad tendría:

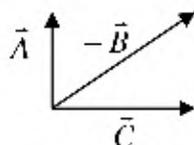
$$10^6 \text{ años} \times \frac{1 \text{ día}}{10^{10} \text{ años}} \times \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} \times \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hr}} = 9 \text{ segundos} - \text{de} - \text{vida}$$

2.- Por el método del polígono: Nótese que la suma $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} = 0$

Como la suma es conmutativa y asociativa $\vec{C} + \vec{A} + \vec{B}$, también será cero como se verifica en la figura:



Por el Método del Paralelogramo $\vec{A} + \vec{C} = -\vec{B}$ entonces $\vec{A} + \vec{C} + \vec{B} = -\vec{B} + \vec{B} = 0$



3.- Para obtener el incremento en grados Fahrenheit, primero calculamos las temperaturas inicial y final en escala Fahrenheit usando la ecuación:

$$^{\circ}F = \frac{9}{5} \times ^{\circ}C + 32$$

Entonces la temperatura inicial T_0 en F será

$$T_0^F = \frac{9}{5} \times 50^{\circ} + 32 \Rightarrow T_0^F = 122^{\circ}F$$

Y la temperatura final T_f en F será

$$T_f^F = \frac{9}{5} \times 135^{\circ} + 32 \Rightarrow T_f^F = 275^{\circ}F$$

Entonces el incremento de temperatura en escala Fahrenheit

$$\Delta T^F = T_f^F - T_0^F \Rightarrow \Delta T^F = 275^{\circ}F - 122^{\circ}F = 153^{\circ}F$$

Para obtener el incremento en escala Kelvin procedemos de forma similar considerando que la ecuación para cambiar de escala Celsius a Kelvin es: $K = [^{\circ}C] + 273$ entonces la variación de temperatura en Kelvin será:

$$\Delta T^K = T_f^K - T_0^K \Rightarrow \Delta T^K = (135 + 273) - (50 + 273) = 85^{\circ}K$$

El incremento es mayor en escala Fahrenheit, esto se podía ver inmediatamente por que, nótese en la ecuación para cambiar de escala Celsius a Fahrenheit hay un factor de 9/5 casi 2 que multiplica a los C para convertirlos en Fahrenheit, es decir que los C son casi el doble de los F es decir que en un incremento se tendría mayor número de F que C para compensar el hecho que los C son más grandes.

En cuanto a los K nótese que son del mismo tamaño que los C la diferencia de escalas se debe solo a un desplazamiento del origen pero ambos son iguales pues el factor que los multiplica en la ecuación de cambio de escala es uno. Por ello un incremento en Kelvin es igual a un incremento en Celsius y por tanto menor a Fahrenheit (por el argumento anterior).

4.- Se usa la ecuación: $\Delta L = \alpha L \Delta T$ que expresa la dilatación de un cuerpo como todos son datos se reemplazan simplemente

$$\Delta L = 17 \times 10^{-6} [1 / ^{\circ}C] \times 35 [m] \times 35,0 [^{\circ}C] - (-20 [^{\circ}C])$$

$$\Delta L = 0.0327 [m] = 3.27 [cm]$$

Examen Simultaneo de Selección: 2° de Secundaria

Parte Conceptual 2o de Secundaria (40%)

1. (10%) ¿La Velocidad del sonido es igual en el aire seco y en el agua? Si es diferente ¿En cual de estos medios la velocidad del sonido es mayor?
2. (10%) Cual es la diferencia entre una onda transversal y una onda longitudinal.
3. (5%) ¿Cual es el intervalo de frecuencias que el oído humano puede detectar o escuchar normalmente?
4. (15%) Demostrar que el área de un paralelogramo de lados $|\vec{A}|$ y $|\vec{B}|$ es $|\vec{A} \times \vec{B}|$ (Fig.1)

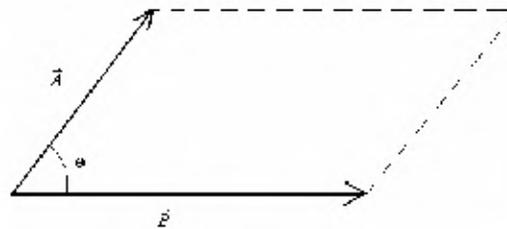


Figura 1

Parte Práctica 2o de Secundaria (60%)

1. (15%) Si una onda de agua vibra 2 veces por segundo y la distancia entre dos crestas es de 1,5 [m]. ¿Cuál es su velocidad?
2. (15%) Hallar el ángulo formado por los vectores: $\vec{A} = 2\vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k}$ y $\vec{B} = 6\vec{i} - 3\vec{j} + 2\vec{k}$.
3. (15%) Imagínese la superficie de separación entre dos regiones, una de vidrio ($n_v=1,5$) y la otra de agua ($n_a=1,33$). Un rayo que se propaga en el vidrio incide sobre la superficie de separación con un ángulo $\theta_i=45^\circ$ y se refracta dentro del agua. ¿Cual es el ángulo de transmisión θ_t ?

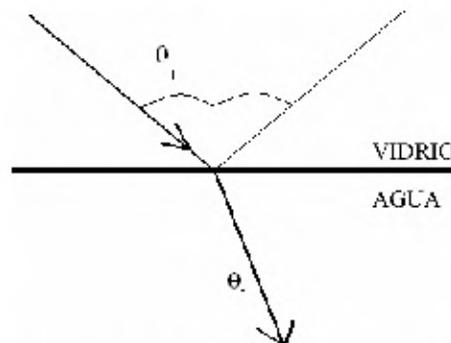


Figura 2

4. (15%) Si la velocidad de la luz es de 300000 [Km./s] ¿ Cuantos kilómetros recorrerá un rayo de luz en un año?

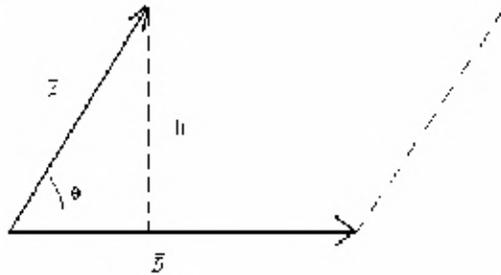
Solución Parte Conceptual 2° de Secundaria

1. No, la velocidad en el aire seco a temperatura 0 [°C] y presión fija es de 300 [m/s] y en el agua es del orden de 1500 m/s aproximadamente.

2. En una onda transversal, las partículas del medio se mueven (vibran) perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. En una longitudinal, las partículas del medio se mueven (vibran) en la misma dirección en que se propaga la onda.

3. Normalmente, el oído humano puede detectar tonos que corresponden al intervalo de frecuencias que va de unos 20 Hz a alrededor de 20 [KHz].

4.



$$\text{Area} = h |\vec{B}|, \text{Area} = |\vec{A}| \text{Sen } \theta |\vec{B}|, \text{Area} = AB \text{ Sen } \theta \therefore \text{Area} = |\vec{A} \times \vec{B}|$$

Solución Parte Práctica 2° de Secundaria

1. La frecuencia de la onda es $\nu = 2$ [Hz] y su longitud de onda es $\lambda = 1,5$ [m], entonces la velocidad será:

$$V = \lambda \nu = (2 \text{ Hz}) * (1,5 \text{ m}) = 3 \text{ [m/s]}$$

2. El producto escalar de estos vectores es:

$$\vec{A} \circ \vec{B} = AB \text{Cos } \theta$$

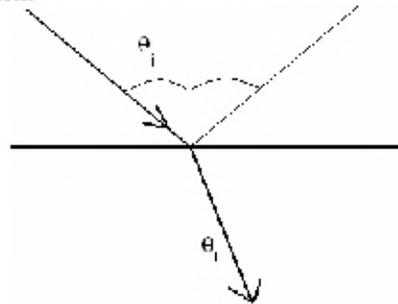
$$\vec{A} \circ \vec{B} = (2\vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k}) \circ (6\vec{i} - 3\vec{j} + 2\vec{k}) = 12 - 6 - 2 = 4$$

$$|\vec{A}| = 3, |\vec{B}| = 7$$

Reemplazando :

$$\text{Cos } \theta = \frac{\vec{A} \circ \vec{B}}{AB} = \frac{4}{21} \Rightarrow \theta = \text{Cos}^{-1} \frac{4}{21} \Rightarrow \theta = 79^\circ$$

3. Aplicando la ley de Snell:



$$n_1 \text{Sen } \theta_i = n_2 \text{Sen } \theta_r$$

$$\text{Sen } \theta_r = \frac{1,5 * 0,707}{1,33}$$

$$\theta = 52,6^\circ$$

4. la distancia recorrida por la luz es de:

$$d = vt \Rightarrow d = 300000 \text{ [Km/s]} * 1 \text{ año} * 365 \text{ [d]} / 1 \text{ [año]} * 24 \text{ [h]} / 1 \text{ [d]} * 3600 \text{ [s]} / 1 \text{ [h]}$$

$$d = 9,5 * 10^{12} \text{ [Km]}$$

Examen Simultaneo de Selección: 3° de Secundaria

Parte Conceptual 3° de Secundaria (40%)

- ¿Puede un cuerpo invertir la dirección de su velocidad si se mueve con aceleración constante? Explique.
- Indique cuáles de las siguientes situaciones son posibles y cuáles son imposibles de suceder:
 - Un cuerpo con velocidad este y aceleración norte.
 - Un cuerpo con velocidad variable y aceleración cero.
 - Un cuerpo con aceleración constante y velocidad variable.
 - Un cuerpo con velocidad constante y aceleración variable.
 - Un cuerpo con velocidad norte y aceleración sur.
- ¿Se dice que las estrellas que observamos en el firmamento son las imágenes del pasado, es correcto decir esto? ¿Por qué?
- La *figura 1* y la *figura 2* representan dos sistemas de resortes todos de constante de rigidez k sujetos en los puntos fijos **A** (*figura 1*), **B** y **C** (*figura 2*), ambos sistemas dispuestos de manera vertical y sometidos a la acción de la gravedad sujetando un cuerpo de masa M ; ¿en cuál de los dos sistemas la deformación de los resortes será menor?

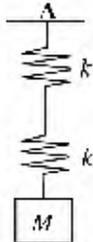


figura 1

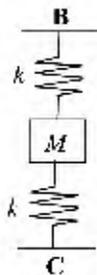
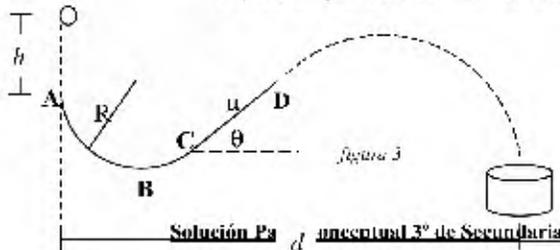


figura 2

Parte Práctica 3° de Secundaria (60%)

- Un cuerpo de masa desconocida se deja caer una altura h hasta el punto **A**, para luego deslizarse a través de la rampa **ABCD**, dicha rampa en el tramo **ABC** tiene la forma de un arco de circunferencia de radio R de superficie lisa, mientras que el tramo **CD** es un plano inclinado de ángulo θ con respecto a la horizontal, con un coeficiente de rozamiento cinético μ (*figura 3*).
 - ¿Cuál es la velocidad v_C del cuerpo en el punto **C**? b) ¿Cuál es la velocidad v_D del cuerpo en el punto **D**?
 - El cuerpo es expulsado en el punto **D** con velocidad v_D para caer justo dentro de una caja situada a una distancia horizontal d desde la vertical del punto **A**, como se ve en *figura 3*. Si los puntos **A** y **D** se encuentran al mismo nivel horizontal ¿cuál debe ser la altura h para que el cuerpo llegue justo dentro de la caja?
- Una manguera dispuesta de manera horizontal, expulsa un chorro de agua con velocidad inicial $v_0 = 15$ [m/s], este chorro va a colisionar de manera perpendicular con una ventana inclinada de ángulo $\theta = 30^\circ$ con respecto a la horizontal, como se ve en la *figura 4*.
 - ¿Cuál será la velocidad del chorro en el punto de colisión?
 - ¿A qué altura h bajo el nivel de la manguera se encuentra el punto **P**?
 - Hallar la fuerza que ejerce el chorro sobre la ventana, y determinar si esta se quebrará si el cristal del que está hecho soporta una fuerza máxima de 2000 [N].
- Es sabido que en la Luna la fuerza de gravedad es menor que la de la Tierra. Siendo que la Tierra tiene una densidad promedio $\rho_T = 5520$ [Kg/m³] y si consideramos a ambos cuerpos, Tierra y Luna, como esferas compactas de densidad uniforme:
 - Calcule el radio medio de la Tierra cuya masa es $M_T = 5.98 \times 10^{24}$ [Kg]
 - Si la Luna tiene un radio $R_{Luna} = 1.74 \times 10^6$ [m], ¿cuál debería ser la densidad de la Luna para que la gravedad lunar sea igual a la gravedad terrestre (9.81 [m/s²])?
- La *figura 5* muestra un cuerpo que desliza en un plano sin rozamiento inclinado doble, que al partir del reposo en el punto **A** desliza hasta **B** y sube hasta **C** donde vuelve en forma inversa hasta **A**, realizando un movimiento oscilatorio. El ángulo de inclinación de ambos planos es β , la distancia **AB** y **BC** es igual a d . Determinar la frecuencia f [Hz] y el periodo T [s] de oscilación del sistema.



Solución Pa

d. conceptual 3° de Secundaria

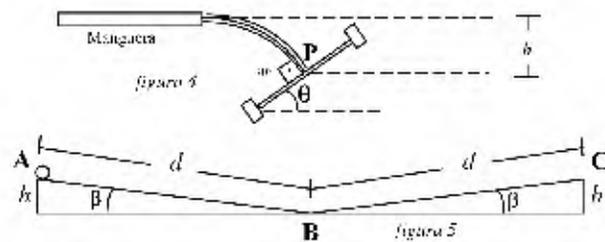


figura 4

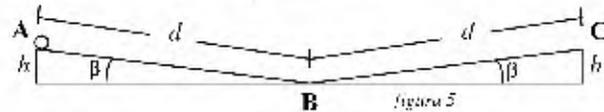


figura 5

1. Si, un cuerpo que avance en una dirección con movimiento uniformemente retardado avanza hasta un punto en que su velocidad se hace nula por estar desacelerando e inmediatamente comienza a moverse en sentido contrario con la misma aceleración pero esta vez acrecentando su velocidad.
2. a) Posible, b) Imposible, c) Posible, d) Imposible, e) Posible
3. Las estrellas del firmamento, excluyendo al sol, se hallan a distancias tan grandes (≈ 8000 [Pc]) que la luminosidad que emanan tarda años incluso siglos en llegar a la Tierra de este manera es correcto afirmar que son las imágenes del pasado y que vemos en el firmamento imágenes que
4. Los sistemas muestran claramente una unión de resortes en serie y una unión de resortes en paralelo respectivamente. La constante de rigidez equivalente k_{eq} es en

$$\text{serie: } k_{\text{eq}} = \frac{k k}{k + k} = \frac{k}{2} \quad \text{y en paralelo: } k_{\text{eq}} = k + k = 2k$$

Y la deformación x se calcula por la ley de Hooke: $x = F/k_{\text{eq}}$, siendo F el mismo en ambos casos, porque es el mismo cuerpo, x queda de la siguiente manera:

para el sistema en serie: $x = 2Mg/k$ y para el sistema en paralelo: $x = Mg/2k$

Donde la elongación de cada resorte en el sistema en serie es la mitad de su elongación en conjunto y la del sistema en paralelo es la misma, lo que resulta que el sistema que menor deformación tendrá en sus resortes es el del sistema en paralelo.

Solución Parte Practica 3º de Secundaria

- a) Por conservación de la energía tenemos: $mg(h + R) = \frac{1}{2}mV_c^2 + mg(R - R \cos \theta)$,

$$2g(h + R - R + R \cos \theta) = V_c^2, \text{ de donde, } V_c = \sqrt{2g(h + R \cos \theta)}$$

- b) El rozamiento en el tramo CD realizará un trabajo W , el cual está en función de la energía cinética,

$$W = \Delta K, \text{ por tanto, } -(mg \sin \theta + f_r)x = \frac{1}{2}mV_D^2 - \frac{1}{2}mV_C^2,$$

$$-(mg \sin \theta + \mu mg \cos \theta)x = \frac{1}{2}m(V_D^2 - V_C^2), \quad -2gx(\sin \theta + \mu \cos \theta) = V_D^2 - V_C^2$$

Es posible obtener x analizando la geometría del sistema dado, tal que: $x \sin \theta = R \cos \theta$, entonces,

$$x = R \cot \theta, \text{ por tanto, } V_D^2 = V_C^2 - 2g(\sin \theta + \mu \cos \theta)R \cot \theta,$$

$$V_D^2 = 2g(h + R \cos \theta) - 2gR(\cos \theta + \mu \cos \theta \cot \theta) = \sqrt{2g(h - R \cos \theta \cot \theta)}$$

- c) Podemos hallar V_D necesario para que el cuerpo llegue a la caja por cinemática: en el eje Y y en el

$$\text{eje X las ecuaciones son respectivamente: } -R = V_D \sin(\theta)t - \frac{1}{2}gt^2,$$

$$d - R - R \sin \theta - x \cos \theta = V_D \cos(\theta)t, \text{ y de ambas hallamos } V_D:$$

$$V_D = \frac{d \operatorname{sen} \theta - R(\operatorname{sen} \theta + 1)}{\cos \theta \operatorname{sen} \theta} \left(\frac{g \cos \theta}{2(d \operatorname{sen} \theta - R(\operatorname{sen} \theta + \operatorname{ctg} \theta + 1))} \right)^{1/2}; \text{ finalmente igualamos con}$$

nuestro V_D anterior y despejamos h :

$$2gh - 2gR \cos \theta \operatorname{ctg} \theta = \left(\frac{d \operatorname{sen} \theta - R(\operatorname{sen} \theta + 1)}{\cos \theta \operatorname{sen} \theta} \right)^2 \frac{g \cos \theta}{2(d \operatorname{sen} \theta - R(\operatorname{sen} \theta + \operatorname{ctg} \theta + 1))}$$

$$h = \frac{1}{2g} \left(\left(\frac{d \operatorname{sen} \theta - R(\operatorname{sen} \theta + 1)}{\cos \theta \operatorname{sen} \theta} \right)^2 \frac{g \cos \theta}{2(d \operatorname{sen} \theta - R(\operatorname{sen} \theta + \operatorname{ctg} \theta + 1))} + 2gR \cos \theta \operatorname{ctg} \theta \right)$$

2. a) En el punto P si la velocidad V es perpendicular al plano de la ventana entonces la velocidad

V_0 estará relacionada con V del siguiente modo: $V = V_0 \text{sen } \theta$

b) En el punto P la componente Y de la velocidad V estará relacionada con la altura según:

$$(V \cos \theta)^2 = 2gh, \quad h = \frac{V^2 \cos^2 \theta}{2g}, \quad h = \frac{V_0^2 \cos^2 \theta}{2g \sin^2 \theta}, \quad \text{de donde, } h = \frac{V_0^2 \text{ctg}^2 \theta}{2g}$$

c) El chorro mantendrá un caudal Q constante que puede ser relacionada con la fuerza de la siguiente manera:

$$Q = Av_0 = \frac{\pi d^2}{4} v_0 = \frac{V}{t}, \quad V = \frac{\pi d^2}{4} v_0 t, \quad m = \rho V = \rho \frac{\pi d^2}{4} v_0 t$$

Introduciendo la ecuación del impulso o momentum lineal: $Ft = \Delta mv = m(v_f - v)$

considerando v_f en el instante del choque igual a cero, tendremos que:

$$Ft = -mv = -\rho \frac{\pi d^2}{4} v_0 t v = -\rho \frac{\pi d^2}{4 \sin \theta} v_0^2 t$$

y sustituyendo los datos numéricos nos da una fuerza de $F = 2345$ lo cual nos indica que el vidrio se quebrará ya que soporta una máxima de 2000 N.

3. a) Podemos relacionar la densidad y la masa de la Tierra de la siguiente forma:

$$\rho_0 = \frac{M_0}{V}, \quad \text{donde, } V = \frac{4}{3} \pi R_0^3, \quad \text{entonces, } \rho_0 = \frac{3M_0}{4\pi R_0^3}, \quad \text{de donde, } R_0 = \sqrt[3]{\frac{3M_0}{4\pi\rho_0}}$$

Sustituyendo los valores numéricos nos da $R_0 = 6371$ km.

b) Si g es la gravedad terrestre (9.81 m/s^2) podemos relacionarla con la fuerza de atracción

gravitatoria en la Luna: $F_G = \frac{GM_L m}{R_L^2}$, además, $F_G = mg$, igualando (condición para que la

gravedad de la Luna sea igual a la gravedad de la Tierra) y despejando M_L : $M_L = g \frac{R_L^2}{G}$,

pero también relacionamos la masa de la Luna con su densidad: $V_L = \frac{4}{3} \pi R_L^3$,

$$\rho_L = \frac{M_L}{V_L} = \frac{g}{\frac{4}{3} \pi R_L^3} \frac{R_L^2}{G} = \frac{3g}{4\pi G R_L}, \quad \text{de donde la densidad de la luna será } \rho_L = 5511 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$$

4. El tiempo de caída del cuerpo de A hasta B que es el mismo que el de B hasta C se halla de la

siguiente manera: $ma = mg \sin \theta$, $d = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} g \sin(\theta) t^2$, de donde, $t = \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}}$

Entonces su periodo de oscilación y su frecuencia se hallan inmediatamente: $T = 2t = 2 \sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}}$,

además la frecuencia es, $f = \frac{1}{T}$, entonces, $f = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g \sin \theta}{2d}}$

Examen Simultaneo Final: 4° de Secundaria

Parte Conceptual 4° de Secundaria (40%)

- 1.- (10%) Un objeto pesado descansa en la plataforma de un camión. Cuando éste acelera, el objeto permanece en su lugar sobre la plataforma y, por tanto, acelera también. ¿Cuál es la fuerza que hace que el objeto acelere? Justifique su respuesta.
- 2.- (10%) Si un cuerpo sujeto a un resorte (con el otro extremo del resorte sujeto a un punto fijo), se deja caer, ¿la disminución de su energía potencial gravitatoria, con respecto al suelo, es igual al aumento de su energía potencial elástica? Justifique su respuesta.
- 3.- (10%) ¿Explique por que en una carrera de ciclismo, los competidores marchan uno tras de otro? Y para adelantarse a otro competidor que está por delante ¿por qué no lo rebasan pasando junto a él?
- 4.- (10%) ¿Puede una partícula pasar de una región de bajo potencial eléctrico a una de alto potencial y disminuir al mismo tiempo su energía potencial eléctrica? Explique la respuesta.

Parte Práctica 4° de Secundaria (60%)

- 5.- (15%) Un bloque de madera de 180,0 g está unido firmemente a un resorte horizontal como se observa en la figura 1. El bloque se puede deslizar sobre la superficie de una mesa cuyo coeficiente de fricción es 0,30. Una fuerza de 20,0 N comprime el resorte una longitud de 16,0 cm. Si se retira la fuerza y se libera el resorte de esta posición, ¿qué distancia mas allá de la posición de equilibrio se estirará el resorte en su primera oscilación? ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

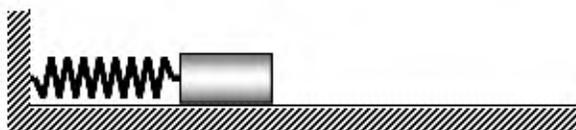
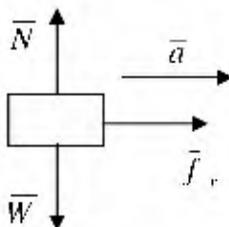


Figura 1

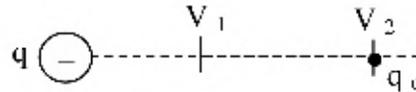
- 6.- (15%) Se supone que una barra de 24 quilates (oro puro) es completamente sólida. Para comprobar esto, un estudiante lleva la barra al laboratorio y, mediante una balanza encuentra que su masa es de 1,00 kg en el aire y de 0,93 kg al sumergirla por completo en agua. ¿Es sólida la barra? ($\rho_{Au} = 19,3 \text{ g/cm}^3$) Justifique su respuesta.
- 7.- (15%) Un trozo de cobre de 3,0 kg de masa cuya temperatura es $460,0^\circ \text{C}$ se introduce en un recipiente que contiene una mezcla de hielo y agua a $0,0^\circ \text{C}$. Cuando se alcanza el equilibrio, el trozo de cobre está a $0,0^\circ \text{C}$. ¿Cuánto hielo se fundió en el proceso? ($C_{Cu} = 0,093 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$; $L_{H, H_2O} = 80 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$).
- 8.- (15%) Dos cargas de $2,7 \mu\text{C}$ y $-3,5 \mu\text{C}$ se colocan a una distancia de 25,0 cm. ¿Dónde se puede colocar una tercera carga para que no experimente una fuerza neta?

Solución Parte Conceptual

- 1.- La fuerza que hace acelerar al objeto es la fuerza de fricción.



- 2.- No, ya que al bajar el cuerpo también aumenta su energía cinética, por lo tanto la disminución de la energía potencial gravitatoria es igual al aumento de la energía cinética y de la energía potencial elástica.
- 3.- Cuando un cuerpo pasa un lugar, éste queda vacío por un instante muy pequeño y posteriormente el aire ocupa ese lugar, ejerciendo una presión, esto ayuda a dar mayor impulso al corredor. Por la razón mencionada si otro corredor quiere pasar al que está delante de él, pasando por su lado, éste será empujado hacia el corredor que está adelante, produciéndose un choque.
- 4.-

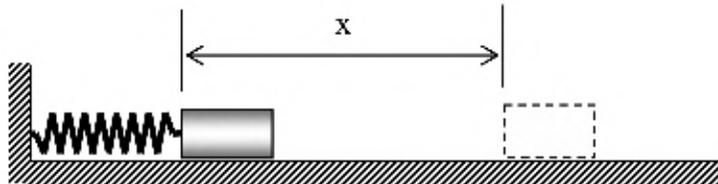


En la figura se observa que $V_2 < V_1$, entonces al pasar q_0 de un potencial mayor a uno menor su distancia con respecto de q disminuirá, y por lo tanto, su energía potencial eléctrica aumentará, ya que:

$$U = \frac{K q_0 q}{r}$$

Parte Práctica

5.-



Para hallar la constante de rigidez,

$$F = kx \quad \rightarrow \quad k = \frac{F}{x} \quad \rightarrow \quad k = \frac{20,0}{0,160} \quad \rightarrow \quad k = 125 \text{ N/m}$$

Aplicando balance de energía,

$$\frac{1}{2} k x_0^2 = \frac{1}{2} k x^2 + f_r x \quad \rightarrow \quad k x_0^2 = k x^2 + 2 \mu m g x$$

$$k x^2 + 2 \mu m g x - k x_0^2 = 0 \quad \rightarrow$$

$$125 x^2 + (2)(0,30)(0,1800)(9,8) x - (125)(0,16)^2 = 0$$

$$125 x^2 + 1,1 x - 3,2 = 0$$

$$x = \frac{-1,1 \pm \sqrt{(1,1)^2 - (4)(125)(-3,2)}}{(2)(125)} = \frac{-1,1 \pm 40}{250}$$

$$x = 0,16 \text{ m}$$

6.-

$$E = W - W' \quad \rightarrow \quad \rho_{\text{agua}} g V_{\text{Au}} - W - W'$$

$$V_{Au} = \frac{W - W'}{\rho_{agua} g} \rightarrow V_{Au} = \frac{m - m'}{\rho_{agua}}$$

$$V_{Au} = \frac{1,00 - 0,93}{1000} \rightarrow V_{Au} = 7,0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

entonces, $\rho_{Au} = \frac{m}{V_{Au}} \rightarrow \rho_{Au} = \frac{1,00}{7,0 \times 10^{-5}} \rightarrow \rho_{agua} = 14 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Por lo tanto, como la densidad del oro puro es 19300 kg/m^3 entonces, la barra no es sólida.

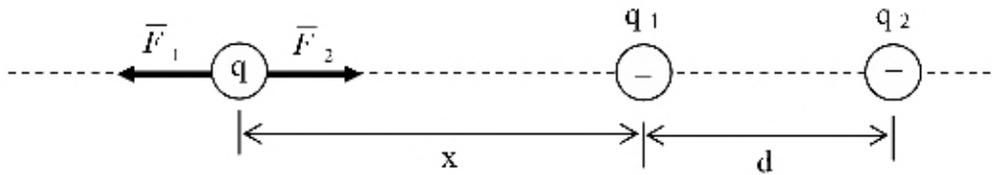
$$7.- \quad Q_{Cu} = C_{Cu} m_{Cu} (T_c - T_{oCu}) = (0,093)(3,0)(0,0 - 460,0)$$

$$Q_{Cu} = -1,3 \times 10^5 \text{ cal}$$

$$Q_{Hielo} = m_{Hielo} L_{Hielo} \quad \text{luego, como} \quad Q_{Hielo} = -Q_{Cu} \quad \text{entonces,}$$

$$m_{Hielo} = \frac{-Q_{Cu}}{L_{Hielo}} \rightarrow m_{Hielo} = \frac{-(-1,3 \times 10^5)}{80} \rightarrow m_{Hielo} = 1,6 \text{ kg}$$

8.-



$$F_1 = \frac{K q_1 q}{x^2} \quad \text{y} \quad F_2 = \frac{K q_2 q}{(x+d)^2}$$

luego, como $F_1 = F_2$, entonces

$$\frac{K q_1 q}{x^2} = \frac{K q_2 q}{(x+d)^2} \rightarrow \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(x+d)^2} \rightarrow$$

$$q_1 (x+d)^2 = q_2 x^2 \rightarrow (q_1 - q_2)x^2 + 2d q_1 x + q_1 d^2 = 0$$

$$(2,7 \mu - 3,5 \mu)x^2 + (2)(0,25)(2,7 \mu)x + (2,7 \mu)(0,25)^2 = 0$$

$$-0,80x^2 + 1,4x + 0,17 = 0 \rightarrow 0,80x^2 - 1,4x - 0,17 = 0$$

$$x = \frac{1,4 \pm \sqrt{(1,4)^2 - (4)(0,80)(-0,17)}}{(2)(0,80)} = \frac{1,4 \pm 1,6}{1,6}$$

entonces,

$$x = 1,9 \text{ m}$$

12^a OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
5^a Etapa, 08 / Septiembre / 2007: 8^o de Primaria

AP. Paterno	AP. Materro	Nombre(s)
Ido'oro	Docentarrorio	Colegio

N^o =

N^o =

Parte conceptual (10% : Respuestas estrictamente literales)

- ¿Qué significa medir?
- ¿Qué es una cantidad física?
- ¿Qué es un fenómeno físico?
- ¿Qué es una magnitud?
- ¿Cuáles son las unidades básicas del Sistema Internacional?
- En física: ¿Para que sirve la experimentación?
- En ciencias naturales: ¿Qué es una unidad?

Parte Práctica (60%)

1. (20%):

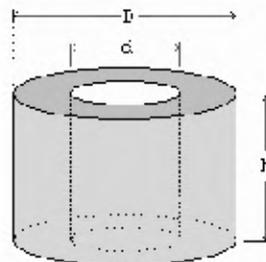
- La fuerza F de interacción entre dos cargas eléctricas (Q_1, Q_2), de acuerdo con la ley de Coulomb, es: $F = \frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$; donde: $k = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0}$. Si las unidades de fuerza F están dadas en newton (N); la distancia r en metros (m); cada carga eléctrica (Q_1, Q_2) en coulomb (C): **Determinar las unidades de la constante dieléctrica del vacío: ϵ_0 .**

2. (20%):

- Si 10 calorías tardan 2 segundos en calentar tres gramos de agua, ¿Cuántas calorías se requieren para calentar el agua que contiene un recipiente cilíndrico de radio $r=5\text{cm}$ y altura $h=24\text{cm}$ y ¿cuanto tiempo se tarda? (en segundos, y en notación científica). El volumen del cilindro es: $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$, la densidad d del agua es: un gramo, en un centímetro cúbico ($d = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$).

3. (20%):

- El diámetro interno d de un cilindro hueco es 24,31cm y el externo D , es 30,00cm. Si la altura H es 11,00 cm. **Determinar analítica y cuantitativamente la cantidad de cartulina (en milímetros cuadrados) necesarios para construir el cilindro (la superficie de un círculo es: $S = \pi \cdot r^2$; e perímetro es $L = 2 \cdot \pi \cdot r$ (es el radio).**



SOLUCIONARIO 8^{vo} DE PRIMARIA

PARTE CONCEPTUAL

- a) Medir es comparar dos magnitudes iguales considerando a una de ellas como patrón.
 b) Una cantidad física es el resultado de la medición de una magnitud.
 c) Fenómeno físico es aquel que no altera la composición de la materia.
 d) Una magnitud es una propiedad de la materia que puede ser medida directamente con un instrumento o indirectamente a través de una fórmula.
 e) Las unidades básicas son: metro, kilogramo, segundo, amperio, grado kelvin, candela y mol.
 f) La experimentación sirve para verificar hipótesis y también para descubrir leyes.
 g) Una unidad es una base fundamental para un objeto de estudio, que puede definirse estrictamente a condición de que sean invariables en todo el tiempo y lugar.

PARTE PRACTICA

1) como
$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$$

despejando ϵ_0
$$\epsilon_0 = \frac{Q_1 Q_2}{4 \pi F r^2}$$

$$\left[\epsilon_0 \right] = \frac{C^2}{N m^2}$$

2) $V = \pi r^2 h$ $V = \pi (5)^2 (24)$ $V = 1884 \text{ cm}^3$

entonces la masa del agua es $m = \rho V \rightarrow m = (1)(1884) \quad m = 1884 \text{ g}$

luego por regla de tres simple

$$Q = \frac{(10 \text{ cal})(1884 \text{ g})}{3 \text{ g}} \quad Q = 6,280 \times 10^3 \text{ cal}$$

$$t = \frac{(2 \text{ s})(6286 \text{ cal})}{10 \text{ cal}} \quad t = 1,256 \times 10^2 \text{ s}$$

3)

Area tomando en cuenta el área externa

$$A_E = \pi D H = \pi (30,00 \text{ cm})(11,00 \text{ cm}) \quad A_E = 1037 \text{ cm}^2$$

Area de la base
$$A_B = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

$$A_B = \frac{\pi}{4} [(30,00 \text{ cm})^2 - (24,31 \text{ cm})^2] \quad A_B = 242,7 \text{ cm}^2$$

el área total será

$$A_t = A_k + 2 A_B$$

entonces

$$A_T = 1\,037 - (2)(242,7) \rightarrow A_T = 1\,522 \text{ cm}^2$$

transformando

$$A_T = 1\,522 \text{ cm}^2 \times \left(\frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} \right)^2$$

finalmente

$$A_T = 1,522 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

12ª OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
5ª Etapa. 08 / Septiembre / 2007; 1º de Secundaria

AP. Paterro	AP. Materro	Nombre(s)
Teléfono	Departamento	Colegio

Nº =

.....

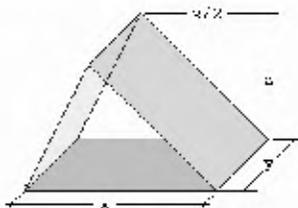
Nº =

Parte conceptual (40%)

- a) ¿Qué significa medir?
- b) ¿Qué es una cantidad física?
- c) ¿Qué es un fenómeno físico?
- d) ¿Qué es una unidad patrón y para que sirve?
- e) ¿Qué es una magnitud escalar y vectorial, y como se los representa?
- f) ¿Cuáles son las unidades básicas del Sistema Internacional?
- g) En física: ¿Para que sirve la experimentación?
- h) ¿Cuál es la diferencia entre precisión y exactitud?
- i) Una placa de aluminio se corta en dos partes de diferentes tamaños. Si ambas se dilatan en las mismas condiciones, ¿existirá diferencia porcentual de variación de superficie?

Parte Práctica (60%)

1. (10%) La fuerza F de interacción entre dos cargas eléctricas (Q_1, Q_2), de acuerdo con la Ley de Coulomb, es: $F = \frac{k \cdot Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$; donde: $k = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0}$. Si las unidades de fuerza F están dadas en newton (N); la distancia r en metros (m); cada carga eléctrica (Q_1, Q_2) en coulomb (C); **Determinar las unidades de la constante dieléctrica del vacío: ϵ_0 .**
2. (20%) Dos vectores forman un ángulo de 110° . Uno de ellos tiene 20 newton y hace un ángulo de 40° con el vector suma de ambos. **Determinar la magnitud del segundo vector y la del vector suma.**
3. (20%) A 12°C , un prisma triangular recto de un metal tiene una altura $Z=20$ cm lados: $x=30$ cm, $y=10$ cm. Densidad = $7850 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. **Determinar el porcentaje de variación de volumen, cuando la temperatura es 389 Kelvin. El coeficiente de dilatación lineal del metal es $17 \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$.**



4. (10%) Si 10 calorías tardan 2 segundos en calentar tres gramos de agua, ¿Cuántas calorías se requieren para calentar el agua que contiene un recipiente cilíndrico de radio $r=5$ cm y altura $h=24$ cm y ¿cuanto tiempo se tarda? (en segundos, y en notación científica). El volumen del cilindro es: $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$, la densidad d del agua es: un gramo, en un centímetro cúbico ($d = \frac{1 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3}$).

SOLUCIONARIO I ¹⁰ SECUNDARIA

PARTE CONCEPTUAL.

- a) Medir es comparar dos magnitudes iguales considerando a una de ellas como patrón.
 b) Una cantidad física es el resultado de la medición de una magnitud.
 c) Fenómeno físico es aquel que no altera la composición de la materia.
 d) La unidad patrón es una unidad que se toma como referencia para medir.
 e) Una magnitud escalar se caracteriza por un valor numérico y una unidad, mientras que una magnitud vectorial se caracteriza por un valor numérico más un sentido y una dirección. Ejemplos: $m = 2,0 \text{ kg}$ (escalar); $F = 10 \text{ N}$, con una dirección de 90° y sentido hacia arriba (vector).
 f) Las unidades básicas son: metro, kilogramo, segundo, amperio, grado kelvin, candela y mol.
 g) La experimentación sirve para verificar hipótesis y también para descubrir leyes.
 h) La exactitud indica el grado en que los valores experimentales (x_i) o un valor promedio (\bar{x}) se acerca al valor verdadero (x).
 i) Para los dos pedazos se tendría, $A = A_1 + 2 \alpha A_0 = A T$; $A = A_2 + 2 \alpha A_{02} = A T$, luego,
 $\frac{\Delta A_1}{A_1} = 2 \alpha \Delta T$; $\frac{\Delta A_2}{A_2} = 2 \alpha \Delta T$; por lo tanto, no existe diferencia porcentual de variación de superficie.

PARTE PRÁCTICA

1

como

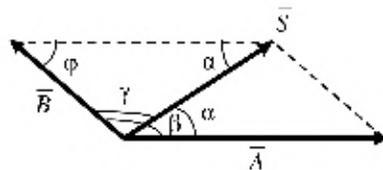
$$F = \frac{Q_1 Q_2}{4 \pi \epsilon_0 r^2}$$

despejando ϵ_0

$$\epsilon_0 = \frac{Q_1 Q_2}{4 \pi F r^2}$$

$$[\epsilon_0] = \frac{C^2}{N m^2}$$

2

**DATOS:**

$\beta = 110^\circ$

$\alpha = 40^\circ$

$A = 20 \text{ N}$

$$\text{De la figura } \gamma = \beta - \alpha \rightarrow \gamma = 110^\circ - 40^\circ \rightarrow \gamma = 70^\circ$$

$$\Phi = \gamma + \alpha - 180^\circ \rightarrow \Phi = 180^\circ - \gamma - \alpha \rightarrow \Phi = 70^\circ$$

Aplicando teorema de los senos

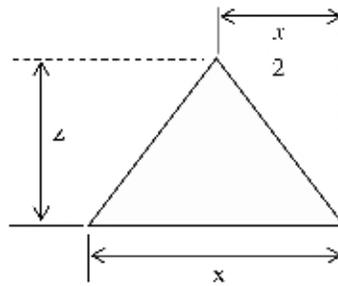
$$\frac{A}{\text{sen } \gamma} = \frac{B}{\text{sen } \alpha}$$

$$B = \frac{A \operatorname{sen} \alpha}{\operatorname{sen} \gamma} \rightarrow B = \frac{(20)(\operatorname{sen} 40^\circ)}{\operatorname{sen} 70^\circ} \rightarrow \boxed{B = 14 \text{ N}}$$

$$\frac{A}{\operatorname{sen} \gamma} = \frac{S}{\operatorname{sen} \varphi} \rightarrow S = \frac{A \operatorname{sen} \varphi}{\operatorname{sen} \gamma}$$

$$S = \frac{(20)(\operatorname{sen} 70^\circ)}{\operatorname{sen} 70^\circ} \rightarrow \boxed{S = 20 \text{ N}}$$

3



DATOS:

$$T_0 = 12^\circ\text{C}$$

$$z = 20 \text{ cm}$$

$$x = 30 \text{ cm}$$

$$y = 10 \text{ cm}$$

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$T = 389^\circ\text{K}$$

$$A = 17 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

Inicialmente $T = 389^\circ\text{K} = 116^\circ\text{C}$ Luego $\Delta V = V_0 3 \alpha (T - T_0)$

$$\frac{\Delta V}{V_0} = 3 \alpha (T - T_0) \rightarrow \frac{\Delta V}{V_0} \times 100 \% = 3 \alpha (T - T_0) \times 100 \%$$

$$\frac{\Delta V}{V_0} \times 100 \% = (3)(17 \times 10^{-6})(116^\circ - 12^\circ) \times 100 \%$$

$$\rightarrow \boxed{\frac{\Delta V}{V_0} \times 100 \% = 0,53 \%$$

4

$$V = \pi r^2 h \rightarrow V = \pi (5)^2 (24) \rightarrow V = 1884 \text{ cm}^3$$

entonces la masa del agua es $m = \rho V \rightarrow m = (1)(1884) \rightarrow m = 1884 \text{ g}$

luego por regla de tres simple

$$Q = \frac{(10 \text{ cal})(1884 \text{ g})}{3 \text{ g}} \rightarrow \boxed{Q = 6,280 \times 10^3 \text{ cal}}$$

$$t = \frac{(2 \text{ s})(6286 \text{ cal})}{10 \text{ cal}} \rightarrow \boxed{t = 1,256 \times 10^3 \text{ s}}$$

12^a OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
5^a Etapa, 8 de septiembre: 2^o de Secundaria

AP. Paterno	AP. Materno	Nº de Inscripción
Teléfono	Departamento	Colegio

Nº =

Nº =

Parte conceptual (40%)

- ¿Qué es una magnitud escalar y vectorial, y como se los representa?
- ¿Cuál es con las unidades básicas del Sistema Internacional?
- ¿Cuál es la diferencia entre precisión y exactitud?
- ¿Qué es una unidad gauss y para qué sirve?
- ¿Qué es frecuencia y en que unidades se mide?
- ¿Qué es un espejo?
- ¿Qué es una onda longitudinal?
- ¿Cómo se diferencia un fenómeno físico de un químico?
- ¿Cuál es la diferencia entre calor y temperatura?
- ¿Por qué en la luz (que hace más frío), el agua hierve a menor temperatura que en Santa Cruz (que hace más calor)?

Parte Práctica (60%)

Problema 1 (10%):

- La magnitud de un vector es $57,76$ newton y su dirección $54,03^\circ$. Otro vector es de $14,98$ N y dirección $166,66^\circ$. Determinar cualitativa y cuantitativamente la magnitud y dirección del producto vectorial entre ambos vectores, luego mostrar gráficamente el resultado.

Problema 2 (20%):

- Con un vernier lineal, con sensibilidad: $s_v = 0,01$ mm se realizan tres lecturas ($n=3$), del diámetro D de una esfera en condiciones de repetibilidad. Si las lecturas son: $24,79$ mm; $24,71$ mm; $24,74$ mm. Determinar: a) el valor más probable del volumen de la esfera, b) la incertidumbre de la medida del volumen, c) el error porcentual respectivamente. (Volumen de la esfera: $V = \frac{4 \cdot \pi \cdot r^3}{3}$; r es el radio).

Problema 3 (20%):

- Sobre una esfera de vidrio de radio r , incide un haz de luz. Si el índice de refracción del medio (que rodea a la esfera) es n_0 , determinar el índice de refracción n del vidrio de la esfera, de tal manera que los rayos del haz se concentren en un punto de la segunda superficie.

Problema 4 (10%):

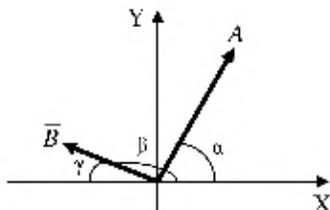
- Una onda mecánica: $\psi = 10 \sin 2\pi \cdot (0,5x - 5t)$ donde x está en metros y t en segundos, determinar: a) la longitud de onda λ en centímetros, b) el período T , c) la velocidad de propagación. Escribir la expresión para una onda que sea idéntica pero que se propague en sentido contrario.

SOLUCIONARIO 2^{do} SECUNDARIA**PARTE CONCEPTUAL**

- a) Una magnitud es una propiedad de la materia que puede ser medida directamente con un instrumento o indirectamente a través de una fórmula.
- b) Las unidades básicas son: metro, kilogramo, segundo, ampere, grado kelvin, candela y mol.
- c) La exactitud indica el grado en que los valores experimentales (x_i) o un valor promedio (\bar{x}) se acerca al valor verdadero (x).
- d) La unidad patrón es una unidad que se toma como referencia para medir.
- e) La frecuencia es el número de vueltas, o el número de vibraciones en la unidad de tiempo. En el Sistema Internacional su unidad es el Hertz.
- f) Un espejo
- g) Una lente es un cuerpo transparente limitado por superficies esféricas. Una de las caras puede ser plana.
- h) En un fenómeno físico no existe transformación en la composición de la materia mientras que en un fenómeno químico si existe transformación de la materia.
- i) El calor es una forma de energía mientras que la temperatura es una medida de la energía.
- j) Porque la presión en La Paz es menor que en Santa Cruz.

PARTE PRACTICA

①



DATOS:
$A = 34,76 \text{ N}$
$\alpha = 54,23^\circ$
$B = 14,88 \text{ N}$
$\beta = 165,56^\circ$

de la figura $\gamma = 180^\circ - \beta = 180^\circ - 165,56^\circ = 14,44^\circ$

$$\text{luego } \vec{A} = A \cos \alpha \hat{i} + A \operatorname{sen} \alpha \hat{j} \rightarrow \vec{A} = 20,32 \hat{i} + 28,20 \hat{j}$$

$$\vec{B} = -B \cos \gamma \hat{i} + B \operatorname{sen} \gamma \hat{j} \rightarrow \vec{B} = -14,41 \hat{i} + 3,71 \hat{j}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 20,32 & 28,20 & 0 \\ -14,41 & 3,71 & 0 \end{vmatrix} = [(20,32)(3,71) - (28,20)(-14,41)] \hat{k}$$

$\vec{A} \times \vec{B} = 481,7 \hat{k}$
--

el vector resultante es perpendicular al plano XY.

2

$$D = 24,75 \text{ cm}; \quad \sigma = 0,05 \text{ cm}; \quad \Delta D = 0,02 \text{ cm}$$

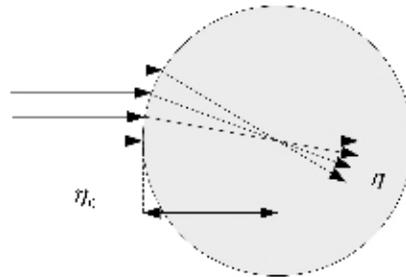
$$V = \frac{\pi}{6} D^3 \quad \rightarrow \quad \bar{V} = \frac{\pi}{6} (24,75 \text{ cm})^3 \quad \rightarrow \quad \boxed{V = 7\,935 \text{ cm}^3}$$

$$\Delta V = \left| \frac{\pi}{2} D^2 \Delta D \right| \quad , \quad \Delta V = \left| \frac{\pi}{2} (24,75)^2 (0,02 \text{ cm}) \right|$$

$$\boxed{\Delta V = 19 \text{ cm}^3} \quad ; \quad e_p = \frac{\Delta V \times 100 \%}{\bar{V}}$$

$$e_p = \frac{(19)(100 \%)}{7\,935} \quad , \quad \boxed{e_p = 0,24 \%}$$

3



Cuando s_i se hace infinito, $s_i \equiv f$, y las ondas incidentes son planas observando la figura de arriba. Entonces a partir de la ecuación:

$$\frac{\eta_0}{s_i} + \frac{\eta}{s_i} = \frac{\eta - \eta_0}{r}$$

Se tiene la siguiente expresión:

$$\eta = \frac{s_i \cdot \eta_0}{s_i - r} \quad \circ \quad \boxed{\eta = \frac{f_i \cdot \eta_0}{f_i - r}}$$

4

La ecuación de una onda es:

$$\psi = \psi_0 \cdot \text{sen} \left(\frac{2\pi}{\lambda} x - \frac{2\pi}{f} t \right)$$

Comparando

$$\text{a) } \frac{2\pi}{\lambda} = 0,1 \quad \rightarrow \quad \frac{2\pi}{0,1} = \lambda \quad \rightarrow \quad \boxed{\lambda = 20\pi \text{ m}}$$

$$\text{b) } \frac{2\pi}{f} = 5 \quad , \quad \frac{2\pi}{5} = f \quad , \quad \boxed{f = 0,4\pi \text{ Hz}}$$

$$\text{c) } T = \frac{1}{f} \quad , \quad T = \frac{1}{0,4\pi} \quad , \quad \boxed{T = 0,8 \text{ s}}$$

$$\text{d) } v = \frac{\lambda}{f} \quad , \quad v = \frac{20\pi}{0,4\pi} \quad , \quad \boxed{v = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

12ª OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
5ª Etapa, 08 / Septiembre / 2007: 3º de Secundaria

AP. Paterno	AP. Materno	Nombre(s)
Idioma	Departamento	Colegio

Nº =

Nº =

Parte conceptual (40%)

- ¿Qué es un sistema inercial?
- ¿Qué es un campo gravitatorio?
- En cinemática, ¿Qué es un proyectil?
- ¿Qué es la diferencia entre precisión y exactitud?
- ¿Cuáles y cuáles son las fuerzas fundamentales de la naturaleza?
- ¿Qué significa medir?
- ¿Qué es una lente?
- En fluidos, la ecuación de continuidad ¿a qué principio o ley representa?
- ¿Qué es una unidad patrón y para qué sirve?
- ¿Qué es frecuencia y en qué unidades se mide?

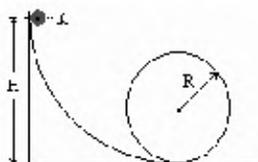
Parte Práctica (60%)

Problema 1 (15%):

- Una piedra se deja caer desde la azotea de un edificio. El sonido de la piedra al impactar con el piso se escucha 6,5 segundos más tarde. Si la velocidad del sonido es 320 m/s , determinar analíticamente y cuantitativamente la altura del edificio en metros. ($g = 32,2 \text{ pies/s}^2$)

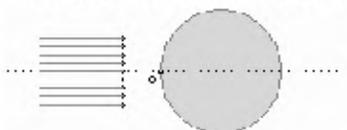
Problema 2 (15%):

- Determinar analíticamente la altura mínima H , para que una esferita de masa M que parte del reposo desde el punto A, logre completar la trayectoria circular de radio R . (Los datos son: M, R , aceleración de la gravedad $= g$)



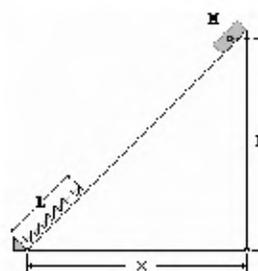
Problema 3 (15%):

- Un haz de luz atraviesa una esfera de vidrio maciza (como se muestra en la figura). ¿A qué distancia (en centímetros, respecto al punto O, sobre el eje horizontal) convergen los rayos? (El radio de la esfera es 5cm, el índice de refracción del vidrio es 1,6, de modo, es 1)



Problema 4 (15%):

- Un ladrillo de masa $M = 800$ grams, parte desde una altura H , y resbala sobre el plano inclinado. Si el coeficiente de rozamiento es 0,2; y logra comprimir al resorte 10 centímetros. Determinar la constante elástica de resorte (en newton/metro) ($H=160\text{cm}$, $X=30\text{cm}$, $=25\text{cm}$ longitud natural del resorte); $g = 32,2 \text{ pies/s}^2$



SOLUCIONARIO 3^{to} SECUNDARIA

PARTE CONCEPTUAL

- a) Un sistema se denomina inercial cuando él está en reposo o se mueve con velocidad constante.
- b) Se puede decir que la masa "m" produce, en el espacio que la rodea, una situación física que se denomina "campo gravitatorio", y que se reconoce por la fuerza que "m" ejerce sobre otra masa "M", colocada en dicha región.
- c) Un proyectil es un cuerpo que describe una trayectoria parabólica, al ser impulsado desde algún punto.
- d) La exactitud indica el grado en que los valores experimentales (x_i) o un valor promedio (\bar{x}) se acerca al valor verdadero (x).
- e) Las fuerzas fundamentales de la naturaleza son, la gravitacional, la electromagnética, la nuclear y la débil.
- f) Medir es comparar dos magnitudes iguales considerando a una de ellas como patrón.
- g) Una lente es un cuerpo transparente limitado por superficies esféricas. Una de las caras puede ser plana.
- h) La ecuación de continuidad representa el principio de conservación de la masa.
- i) La unidad patrón es una unidad que se toma como referencia para medir.
- j) La frecuencia es el número de vueltas, o el número de vibraciones en la unidad de tiempo. En el Sistema Internacional su unidad es el Hertz.

PARTE PRACTICA

1) Para la piedra $H = \frac{1}{2} g t_p^2$

$$t_p = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (1)$$

para el sonido $H = v_s t_s$

$$t_s = \frac{H}{v_s} \quad (2)$$

además $t = t_p + t_s$ (3)

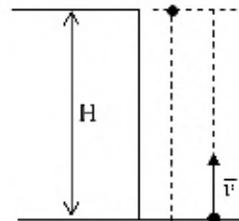
reemplazando (1) y (2) en (3)

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} + \frac{H}{v_s}$$

reordenando $\frac{H^2}{v_s^2} - 2H \left(\frac{t}{v_s} - \frac{1}{g} \right) - t^2 = 0 \quad // \quad t \neq v_s^2$

$$H^2 - 2 \left(v_s t + \frac{v_s^2}{g} \right) (t v_s)^2 = 0$$

luego $H^2 - 2 \left((1120)(6,5) + \frac{(1120)^2}{32,2} \right) H + ((6,5)(1120))^2 = 0$



DATOS:

$$v_s = 1120 \text{ pies/s}$$

$$t = 6,5 \text{ s}$$

$$g = 32,2 \text{ pies/s}^2$$

$$H^2 - 92\,473 H + 52\,998\,400 = 0$$

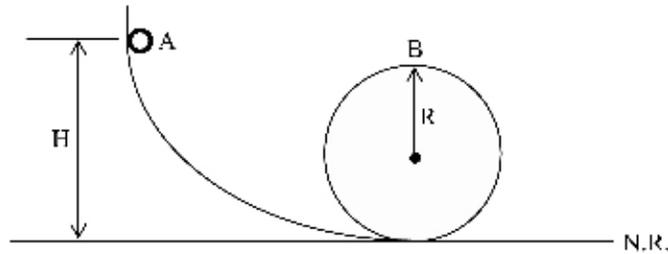
resolviendo y transformando unidades

$$H_1 = 176 \text{ m}$$

y

$$H_2 = 28\,028 \text{ m}$$

2



DATOS:
M, R, g

Aplicando la conservación de la energía entre los puntos A y B

$$M g H = \frac{1}{2} M v_B^2 + M g 2 R$$

$$2 g H = v_B^2 + 4 g R \quad (1)$$

Aplicando dinámica circular en el punto B y considerando que la normal en ese punto es aproximadamente cero,

$$M g - M \frac{v_B^2}{R}$$

entonces

$$v_B^2 = g R \quad (2)$$



reemplazando (2) en (1)

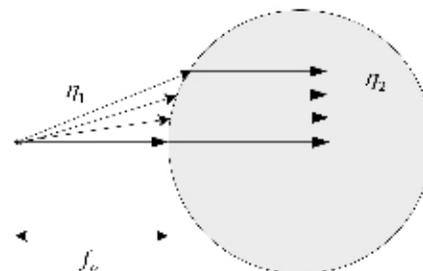
$$2 g H = g R + 4 g R$$

$$2 H = 5 R \quad \rightarrow$$

$$H = \frac{5 R}{2}$$

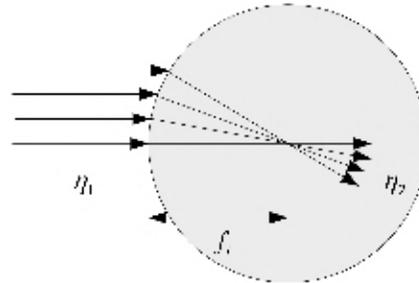
3 Usando la ecuación de lentes esféricas en función de los índices de refracción se tiene:

$$\frac{n_1}{s_c} + \frac{n_2}{s_i} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad (1)$$



Al observar la anterior figura hay una distancia objeto especial $s_o \equiv f_o$, conocida como la distancia focal objeto, para la cual $s_i = \infty$ y las ondas en el medio transmitente son planas. Por sustitución directa en (1) se obtiene como resultado

$$f_o = \frac{\eta}{\eta_2 - \eta_1} R \quad (2)$$



Análogamente, cuando s_o se hace infinito, $s_i = f_i$ y las ondas incidentes son planas observando la figura de arriba. La distancia focal imagen está dada entonces por

$$f_i = \frac{\eta_2}{\eta_2 - \eta_1} R \quad (3)$$

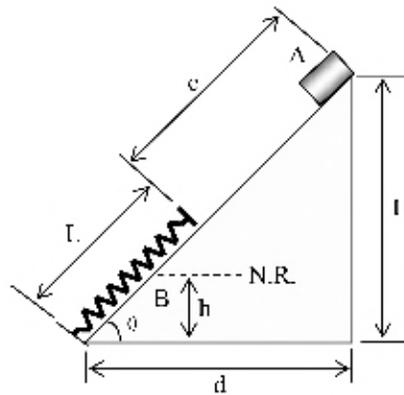
Como la luz entra desde la izquierda; en consecuencia se tiene usando las ecuaciones (2) y (3):

$$f_o = \frac{1}{1,5-1}(5) = 10 \text{ cm}$$

y

$$f_i = \frac{1,5}{1,5-1}(5) = 15 \text{ cm}$$

4



DATOS:	
M	0,800 kg
μ	0,2
x	10 cm
H	1,60 m
d	0,30 m
l	0,25 m

Aplicando balance de energía para los puntos A y B

$$M g H - \frac{1}{2} k x^2 + f_r (L - x + e)$$

$$2 M g H - k x^2 + (2 \mu M g \cos \theta) (L - x + e)$$

despejando k
$$k = \frac{2 M g (H - \mu \cos \theta (L - x + e))}{x^2} \quad (1)$$

además

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{H}{d} = \frac{1,60}{0,30} \rightarrow \theta = 79,4^\circ$$

$$\operatorname{sen} \theta = \frac{H}{L + e} \rightarrow e = \frac{H}{\operatorname{sen} \theta} - L \rightarrow e = 1,37 \text{ m}$$

luego $k = \frac{(2)(0,800)(9,8)(1,60 - (0,2)(\cos 79,4^\circ)(0,25 - 0,10 + 1,37))}{0,10^3}$

$k = 2421 \text{ N/m}$

Solución: Parte Experimental Tercero de Secundaria

Objetivos

- Determinar la densidad de un cuerpo aplicando la ley de Hook y el principio de Arquímedes.

Teoría

La ley de Hooke.

Bajo la acción de una fuerza externa, un cuerpo puede sufrir estiramiento, compresión, torsión doblamiento y, en general, una deformación elástica. Algunos objetos elásticos como un resorte helicoidal pueden dentro de ciertos límites, estirarse o comprimirse en una cantidad ΔL que resulte proporcional a la fuerza deformante F

$$F = -k\Delta L.$$

En tal caso se dice que el resorte obedece a la ley de Hooke. La constante de proporcionalidad k recibe el nombre de constante elástica del resorte.

El dinamómetro es un instrumento basado en la ley de Hooke.

Principio de Arquímedes

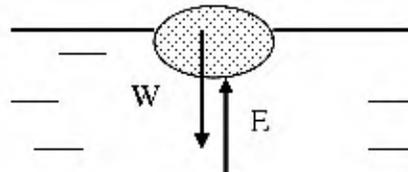


Figura 1

Un cuerpo parcial o totalmente sumergido en un líquido de densidad ρ_L , experimenta una fuerza de empuje E hacia arriba igual al peso del fluido desalojado W' :

$$E = W' = m' g = \rho_L V' g,$$

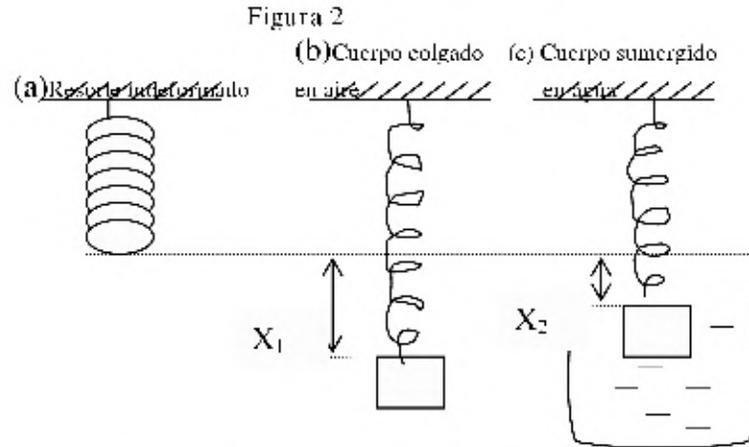
además el volumen de fluido desalojado V' es igual al volumen del sólido sumergido V_s , entonces la fuerza de empuje es:

$$(1) \quad E = \rho_L g V_s$$

Para determinar la densidad de un sólido se puede aplicar estos dos principios y construir una balanza llamada la Balanza de Jolly:

Balanza de Jolly

Consta de un resorte de longitud natural L_0 y constante elástica k (figura 2a). Este resorte se cuelga verticalmente de un soporte y en su extremo libre se acopla un cuerpo de peso W , produciéndose una elongación x_1 (figura 2b). A continuación, el cuerpo se sumerge completamente en un líquido por ejemplo agua, lográndose una nueva elongación x_2 (figura 2c), menor a la primera debido a que el agua empuja al cuerpo hacia arriba.



Para el caso en que el cuerpo se halla solo en el aire (b) las fuerzas presentes son dos, el peso del bloque W , y la fuerza recuperadora del resorte, $F'_R = kx_1$. Ya que el sistema está en equilibrio la sumatoria de fuerzas es cero:

$$(2) \quad \begin{aligned} W &= F'_R \\ W &= kx_1 \end{aligned}$$

En el caso (c) cuando el bloque está totalmente sumergido en agua, actúan tres fuerzas: el peso del bloque W , la fuerza recuperadora del resorte $F'_R = kx_2$, y el empuje E del fluido. De nuevo el sistema está en equilibrio y el balance de fuerzas es:

$$(3) \quad \begin{aligned} W &= F'_R + E \\ W &= kx_2 + E \end{aligned}$$

Sustituyendo (2) en (3) y despejando el empuje E :

$$(4) \quad E = k(x_1 - x_2)$$

Por el principio de Arquímedes, $E = \rho_L g V_S$, entonces la ecuación (4) resulta:

$$(5) \quad \rho_L g V_S = k(x_1 - x_2)$$

donde V_S es igual al volumen total del cuerpo V_C porque está completamente sumergido en el líquido; además de la ecuación de densidad $V_C = m_C / \rho_C$, sustituyendo estas consideraciones en la ecuación (5),

$$(6) \quad \rho_L g \frac{m_C}{\rho_C} = k(x_1 - x_2)$$

con $m_C g = W$, y tomando en cuenta la ecuación (1)

$$\frac{\rho_L}{\rho_C} kx_1 = k(x_1 - x_2)$$

despejando ρ_C :

$$(7) \quad \rho_C = \left(\frac{x_1}{x_1 - x_2} \right) \rho_L$$

Ecuación que permite calcular la densidad ρ_c del cuerpo sólido en función de las elongaciones x_1 en aire y x_2 en agua, además de la densidad del líquido ρ_L . Nótese lo útil del método sobre todo cuando se trata de cuerpos irregulares cuyo volumen es difícil de calcular.

Materiales

- Resorte
- Recipiente con agua
- Soporte para colgar el resorte
- Regla
- Cuerpo del que se quiere determinar la densidad

Procedimiento Experimental

1. Montar el experimento como en la figura 2.
2. Colgar el resorte del soporte.
3. Cuelgue el cuerpo del resorte y mida la elongación x_1 .
4. Sumerja el cuerpo en el recipiente con agua y mida la nueva elongación x_2 .
5. Repita los pasos 3 y 4 por lo menos 3 veces.

Hoja de datos

Nº	Elongación x_1	Elongación x_2
1	12.30	7.60
2	12.25	7.55
3	12.10	7.75
Promedio	12.22	7.63
$\frac{\sigma}{\sqrt{N}}$	0.05	0.05

Las elongaciones son:

$$X_1 = (12.22 \pm 0.05) [\text{cm}]$$

$$X_2 = (7.63 \pm 0.05) [\text{cm}]$$

Reemplazando estos datos y el valor de la densidad del agua igual a 1.00 g/cm^3 en la ecuación (7) calculamos el valor de la densidad del cuerpo, cuyo error se obtiene de realizar la propagación de errores de la ecuación 7:

$$\Delta \rho_c = \frac{x_2}{(x_1 - x_2)^2} \rho_L \Delta x_1 + \frac{x_1}{(x_1 - x_2)^2} \rho_L \Delta x_2$$

Reemplazando datos se tiene $\rho_c = (2.66 \pm 0.05) \left[\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right]$