

## 12<sup>ava</sup> OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

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

<sup>1</sup>Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)

<sup>2</sup>Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Carrera de Física, La Paz

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

<sup>4</sup>Universidad Técnica de Oruro (UTO), Facultad Nacional de Ingeniería (FNI), Oruro

<sup>5</sup>Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Facultad de Ciencia y Tecnología, Cochabamba

<sup>6</sup>Universidad Autónoma Tomas Frías (UATF), Carrera de Física, Potosí

<sup>7</sup>Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA), Santa Cruz de la Sierra

<sup>8</sup>Colegio Maria Auxiliadora, Cobija, Pando, <sup>9</sup>Colegio 12 de Agosto, Yacuiba, Tarija

<sup>10</sup>Colegio Maryknoll, Cochabamba, <sup>11</sup>Servicios, Ciencia y Tecnología, Cochabamba

<sup>12</sup>Colegio Buenas Nuevas, Sucre, <sup>13</sup>Colegio La Salle, Oruro

<sup>14</sup>Instituto Americano, La Paz, <sup>15</sup>Colegio San Ignacio, La Paz

<sup>16</sup>Colegio Basil Miller, El Alto, La Paz, <sup>17</sup>Unidad Educativa del Sur, El Alto, La Paz

<sup>18</sup>Estudiante, FI, UMSA, La Paz, <sup>19</sup>Estudiante de Beca Patiño, Suiza, \*Ex Olímpico

### RESUMEN

La 12<sup>ava</sup> 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<sup>vo</sup> de Primaria, 1<sup>ro</sup>, 2<sup>do</sup> y 3<sup>ro</sup> de Secundaria. Si bien la categoría de 4<sup>to</sup> de Secundaria no participó en Santa Cruz, ellos participaron en las etapas previas de la 12<sup>ava</sup> 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<sup>ro</sup> 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<sup>do</sup> de Secundaria, 1<sup>ro</sup> de Secundaria y 8<sup>vo</sup> 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<sup>ava</sup> 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/>

*Descripciones: 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 $-2^{\circ}\text{C}$ .
c. A nivel del mar, la temperatura de congelamiento es $0^{\circ}\text{C}$ y la de ebullición es mayor a $100^{\circ}\text{C}$ .
d. A más de $0^{\circ}\text{C}$ , 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  $10^{-8}\text{s}$ . ¿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)  $10 \times 10^4$

- 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<sup>o</sup> 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  $\rho$  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  $\alpha$  es el coeficiente de expansión lineal, L es la longitud inicial y  $\Delta T$  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.

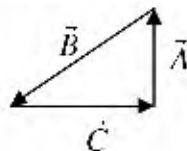
**Solución Parte Práctica 1° de Secundaria**

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

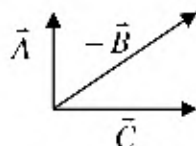
$$10^6 \text{ años} \times \frac{1 \text{ día}}{10^{10} \text{ años}} \times \frac{24 \text{ hrs}}{1 \text{ día}} \times \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ hr}} = 9 \text{ segundos} - \text{de} - \text{vida}$$

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%)

- (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?
- (10%) Cual es la diferencia entre una onda transversal y una onda longitudinal.
- (5%) ¿Cual es el intervalo de frecuencias que el oído humano puede detectar o escuchar normalmente?
- (15%) Demostrar que el área de un paralelogramo de lados  $|\vec{A}|$  y  $|\vec{B}|$  es  $|\vec{A} \times \vec{B}|$  (Fig.1)

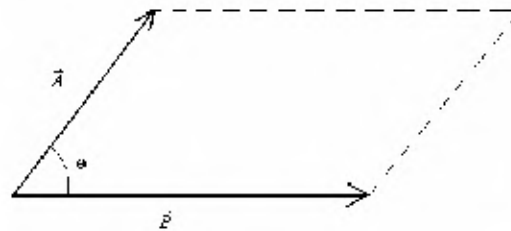


Figura 1

### Parte Práctica 2o de Secundaria (60%)

- (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?
- (15%) Hallar el ángulo formado por los vectores:  $\vec{A} = 2\vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k}$  y  $\vec{B} = 6\vec{i} - 3\vec{j} + 2\vec{k}$ .
- (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  $\theta_t$ ?

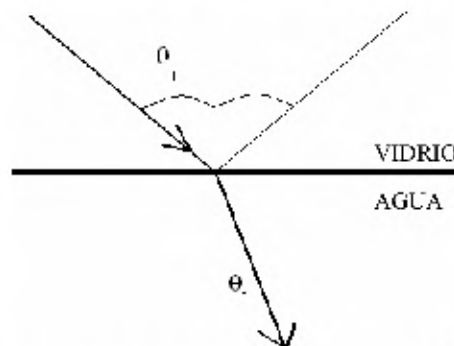


Figura 2

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

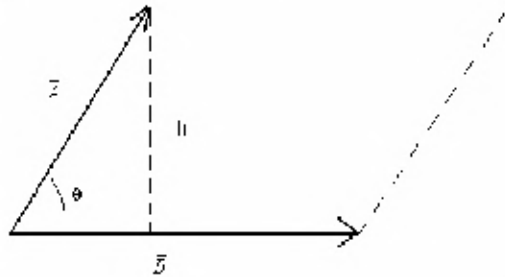
### Solución Parte Conceptual 2° de Secundaria

- 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:

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

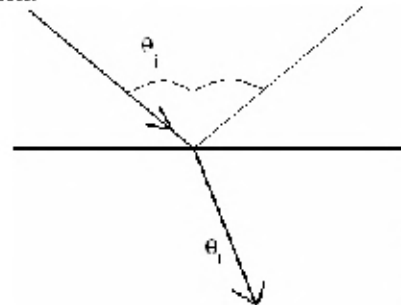
$$\vec{A} \circ \vec{B} = (2\vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k}) \circ (6\vec{i} - 3\vec{j} + 2\vec{k}) = 12 - 6 - 2 = 4$$

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

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?

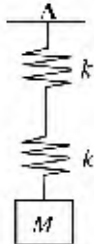


figura 1

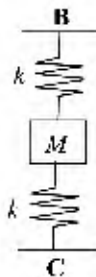
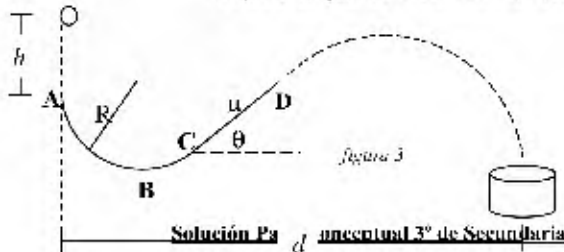


figura 2

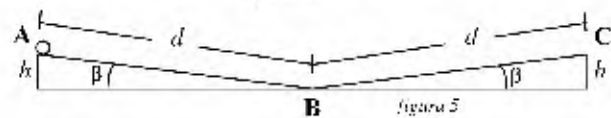
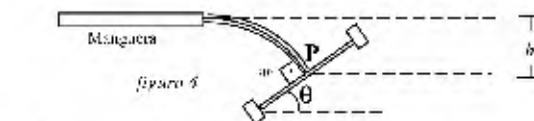
### Parte Práctica 3° de Secundaria (60%)

- 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  $\theta$  con respecto a la horizontal, con un coeficiente de rozamiento cinético  $\mu$  (*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/m<sup>3</sup>] 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/s<sup>2</sup>])?
- 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  $\beta$ , 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



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 ( $\approx 8000$  [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

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

Y la deformación  $x$  se calcula por la ley de Hooke:  $x = F/k_{eq}$ , 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

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:

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

Y 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 ( $9.81 \text{ m/s}^2$ ) 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,  $f = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{g \sin \theta}{2d}}$