REVISTA BOLIVIANA DE FÍSICA **18**, 60–82, 2011
ISSN 1562–3823. INDEXADA EN: SCIELO, LATINDEX, PERIÓDICA

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA, 5^{ta} OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFÍSICA SOLUCIONES EXAMEN NACIONAL
6^{to},7^{mo},8^{vo} *DE PRIMARIA* - 1^{ro},2^{do},3^{ro} *DE SECUNDARIA*

BUSTOS R.[1], SUBIETA V.[1], TAVERA W.[2], BRAÑEZ A.[1], CENTENO E.[1], RALJEVIC M.[2], MUÑÓZ R.[3], MORALES G. [4], GUAYGUA T.[7], ESPINOZA E.[6], JEMIO C.[5], ANDRADE M.[5], GUZMÁN R.[5], MAMANI R.[8], MARTINEZ L.[9], JUSTINIANO I.[10], PAYLLO J. P.[11], BURGOS B.[12], ORTEGA M.[13], COPA V.[14], ORTEGA L.[15], VARGAS C.[16], AÑAGUAYA J.[17], CHOQUE G.[18], CHAMBI M.[19], FUENTES L.[5], CONDORI V.[20], BELTRÁN R.[21], QUISBERTH J.[19], QUIROZ Z.[22], CABRERA J.[23], BEJARANO C.[12], GUTIERREZ H.[6]

[1]Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Carrera de Física, La Paz
[2]Sociedad Boliviana de Física (SOBOFI)
[3]**Planetario Max Schreier, Física UMSA**
[4]**Asociación Sigma Octante**
[5]**Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Facultad de Ciencia y Tecnología, Cochabamba**
[6]Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca (UMRPSFXCH), Facultad de Tecnología – Carrera de Ingeniería de Sistemas, Sucre
[7]Universidad Técnica de Oruro (UTO), Facultad Nacional de Ingeniería (FNI), Oruro
[8]Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF), Carrera de Física, Potosí
[9]Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA), Santa Cruz de la Sierra
[10]Colegio María Auxiliadora, Cobija Pando
[11]Colegio 12 de Agosto, Yacuiba Tarija
[12]Colegio Evangélico J. Antelo, Guayaramerín Beni
[13]Colegio Trinidad, Beni
[14]Colegio Domingo Savio, Chuquisaca Sucre
[15]Colegio Hno. Felipe Palazø'n, Tarija
[16]Unidad Educativa Vida y Luz, Sucre
[17]Colegio Nazareno Basil Miller, El Alto La Paz
[18]Unidad Educativa Tomas Frías, Potosí
[19]Unidad Educativa Rogelio Penacho Balcazar, Cobija Pando
[20]Unidad educativa San Andrés, La Paz
[21]Unidad Educativa CEDEIN 6 de Marzo, El Alto La Paz
[22]Colegio Instituto Americano, La Paz &
[23]Colegio Amor de Dios, La Paz

RESUMEN

La 15^{ava} Olimpiada Boliviana de Física y la 5^{ta} Olimpiada Boliviana de Astronomía y Astrofísica ($15^{ava}OBF$ y $5^{ta}OBAA$) se llevaron a cabo simultáneamente y con éxito del 5 al 8 de noviembre de 2010 en la ciudad de Cochabamba en los ambientes del centro de convenciones Casa Campestre en Quillacollo.

La organización del evento contó con la participación de los siguientes organismos e instituciones: COMITÉ OLÍMPICO BOLIVIANO DE FÍSICA, SOBOFI, la Asociación de profesores de Física, Química, Biología y Matemática, agrupados en AMEC (Asociación para el Mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias), la Asociación de Astronomía Sigma Octante.

Se contó con la presencia de diez delegaciones: Beni, Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Pando, Potosí, Santa Cruz de la Sierra, Tarija y Yacuiba. En esta Olimpiada se evaluaron las categorías de 6to, 7mo, 8vo de primaria y 1ro, 2do, 3ro de secundaria. La categoría de 4to de secundaria no participó en esta olimpiada, ellos participaron en las dos etapas previas de la clasificación para la ($15^{ava}OBF$ y $5^{ta}OBAA$, y los ganadores de esta categoría tienen como principal premio el ingreso libre y directo a las universidades comprometidas con el proyecto.

En esta olimpiada se concentraron cerca de trescientas personas entre estudiantes, profesores, madres y padres de familia que acompañaron a sus hijos, quienes compartieron sus experiencias, costumbres y culturas.

Este evento se realizó con la presencia de un importante físico boliviano, el Lic. Marco Viscarra, Docente de la Carrera de Física de la UMSS y el Astrónomo Germán Morales, de Astronomía Sigma Octante, quienes compartieron sus conocimientos a través de conferencias para los estudiantes olímpicos, profesores asistentes y público en general, así como también formaron parte del comité evaluador. Se demostraron conceptos físicos en coordinación con

estudiantes universitarios en la actividad titulada: La Magia De La Física (proyecto desarrollado por los universitarios Ariel Brañez y Edwin Centeno de la Carrera de Física de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la UMSA).

Las categorías de 6to, 7mo, 8vo de Primaria se evaluaron en la modalidad de Examen Teórico y las categorías de 1ro, 2do, 3ro de Secundaria tuvieron dos modalidades de evaluación: Teórica y experimental u observacional.

La información referente a la 5^{ta} Olimpiada Boliviana de Astronomía y Astrofísica, será publicada en el número 19 de la Revista Boliviana de Física.

OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA

OLIMPIADA BOLIVIANA DE ASTRONOMÍA Y ASTROFISICA

Descriptores: Olimpiadas de Física, Olimpiadas de Astronomía y Astrofísica
Subject headings: Physics Olympiads, Astronomy and Astrophysics Olympiads

MEDALLAS: 15^{ava} OLIMPIADA DE FÍSICA

6^{TO} DE PRIMARIA

N°	NOMBRE DEL ESTUDIANTE	DEPARTAMENTO	MEDALLA
1	DARIL MUÑOZ REVOLLO	ORURO	ORO
2	HEYDI NICOL JEMIO GUTIERREZ	LA PAZ	ORO
3	JARIANE LISS ZABALA OLIVA	PANDO	PLATA
4	MARIA JOSE JUSTINIANO ZARRAGA	SANTA CRUZ	BRONCE
5	MARIAN ANDREA MULLER NIEVA	COCHABAMBA	BRONCE
6	NATALIA SALVATIERRA BAZAN	SANTA CRUZ	BRONCE

7^{MO} DE PRIMARIA

N°	NOMBRE DEL ESTUDIANTE	DEPARTAMENTO	MEDALLA
1	GALIA FABIOLA CORNEJO URQUIETA	LA PAAZ	ORO
2	SERGIO BERNABE VELASQUEZ GARNICA	LA PAZ	ORO
3	ELENA ISABEL EGUIVAR FUENTES	POTOSI	BRONCE
4	SHERYL DEYANIRA HOCHKOFLER SALGUERO	POTOSI	MENCION
5	FREDERICK CONTRERAS HEREDIA	YACUIBA	MENCION
6	RAUL ALBERTO VACA VALENCIA	SANTA CRUZ	MENCION

8^{VO} DE PRIMARIA

N°	NOMBRE DEL ESTUDIANTE	DEPARTAMENTO	MEDALLA
1	MARIA LUCIA WAYAR DE LA QUINTANA	TARIJA	ORO
2	PAOLA LOPEZ TRUJILLO	TARIJA	ORO
3	SAUL MORALES PADILLA	COCHABAMBA	PLATA
4	KAREB IRAHOLA AZAD	PANDO	BRONCE
5	GIOVANNI EVERTH ALVAREZ MAMANI	LA PAZ	BRONCE
6	ERICK GABRIEL REJAS ESCUDERO	SUCRE	BRONCE
7	JUAN PABLO ARANA RAMIREZ	SANTA CRUZ	MENCION
8	VICTOR ALVARO GUTIERREZ KAISLER	ORURO	MENCION
9	LEONARDO CHRISTIAN GONZALES VARGAS	COCHABAMBA	MENCION

1^{RO} DE SECUNDARIA

N°	NOMBRE DEL ESTUDIANTE	DEPARTAMENTO	MEDALLA
1	DANIEL BALDERRAMA AGUILAR	ORURO	ORO
2	FRANCISCO ANTONIO CAMACHO MENDIETA	COCHABAMBA	ORO
3	SEBASTIAN PACHECO CAMPOS	SUCRE	ORO
4	MARIANA MICHELLE MONTAÑO SANCHEZ	LA PAZ	ORO
5	MARIA FERNANDA PANIAGUA TERZO	TARIJA	PLATA
6	DIEGO AGUIRRE MOREIRA	COCHABAMBA	PLATA
7	MARCO VESCO BATTISTON	SANTA CRUZ	PLATA
8	SEBASTIAN NAVARRO LEMA	TARIJA	PLATA
9	JPRGE ANDRES IBARRA MOGRO	TARIJA	PLATA
10	MARIA ALEJANDRA VALDA OVANDO	SUCRE	PLATA
11	NATALIA CLAUDIA CORONADO RIVERA	SUCRE	PLATA
12	ADRIANA HERRERA VELASCO	LA PAZ	BRONCE
13	MAIRA LIBERTAD CHARA CARDENAS	POTOSI	MENCION
14	GABRIEL VELASQUEZ LINNEO	YACUIBA	MENCION
15	MARIDEY YOSELINE GARCIA RADA	NN	MENCION
16	LUIS ARTURO CALLE CARVAJAL	BENI	MENCION

2^{DO} DE SECUNDARIA

N°	NOMBRE DEL ESTUDIANTE	DEPARTAMENTO	MEDALLA
1	ERICK ANTERO MARAZ ZUÑIGA	SUCRE	ORO
2	JUAN PABLO ANGULO CALDERON	LA PAZ	ORO
3	MONICA ALEJANDRA SANJINEZ ORTIZ	C.S.	ORO
4	ADRIAN VILLARROEL NAVIA	COCHABAMBA	PLATA
5	CHRISTIAN MARTINEZ KATRUNCH	SANTA CRUZ	PLATA
6	CESAR FERNANDO TAPIA MERCADO	ORURO	PLATA
7	FABRICIO ALIAAGA ROEMRO	SUCRE	PLATA
8	CECILIA DANIELA MENDEZ ACUÑA	COCHABAMBA	BRONCE
9	ALEXIA DAYAN VILLEGAS TERCERO	ORURO	MENCION
10	MABEL ROCIO MOYA ORTIZ	ORURO	MENCION
11	RAMON VRAGAS TACA	TARIJA	MENCION
12	EVER HENRRY TOLA AUTALIO	PANDO	MENCION

3^{RO} DE SECUNDARIA

N°	NOMBRE DEL ESTUDIANTE	DEPARATMENTO	MEDALLA
1	JOSE MAURICIO EGUIVAR DURAN	COCHABAMBA	ORO
2	DIEGO GABRIEL NUÑEZ DURAN	COCHABAMBA	ORO
3	LAURA LIZARAZU APAZA	ORURO	ORO
4	DENIS PEDRAZAS ARANCIBIA	COCHABAMBA	ORO
5	JAVIER TRIVEÑO CRUZ	COCHABAMBA	PLATA
6	EMILY BRENDA LAPACA FLORES	ORURO	PLATA
7	LUZMILA ALEJANDRA QUISPE FLORES	LA PAZ	BRONCE
8	SAMANTA VIVIANA SALINASA BERMUDES	SANTA CRUZ	BRONCE
9	BETINA CASTRO ORELLANA	SUCRE	MENCION
10	YERISEL MAMANI ALARCON	SUCRE	MENCION
11	VIVIAN ESTEFANY CUAQUIRA ZAMORANO	SUCRE	MENCION

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
SEXTO DE PRIMARIA

PRUEBA TEÓRICA

PARTE CONCEPTUAL (40%)

1. ¿Cómo afecta la temperatura a la densidad de los líquidos?

   Sol. Con el aumento de temperatura los líquidos aumentan su volumen (se expanden) y por tanto su densidad disminuye.

2. Empareja cada fenómeno con el tipo de energía que posee.

   1) Un arco cuando está tenso.
   2) Una pelota que rueda por una superficie horizontal.
   3) Un cable de cobre conectado a una batería.
   4) Agua caliente.

   a) Energía cinética.
   b) Energía térmica.
   c) Energía potencial elástica.
   d) Energía eléctrica.

   Sol. 1 – c, 2 – a, 3 – d, 4 – b

3. A partir de las temperaturas de fusión y ebullición que se muestran a continuación, escoja el estado de la materia en que se encuentran dichas sustancias a las diversas temperaturas que se indican.

	Temperatura de fusión °C	Temperatura de ebullición °C
MERCURIO	-39	357
ETANOL	-114	78

	Estado
Mercurio a 160°C	**Líquido**
Etanol a 85°C	**Gaseoso**
Etanol a -15°C	**Líquido**
Mercurio a -40°C	**Sólido**
Mercurio a 500°C	**Gaseoso**
Etanol a 0°C	**Líquido**
Mercurio a -12°C	**Líquido**

4. El neutrón corresponde a la familia de los:

   a) <u>Fermiones</u>
   b) Bosones
   c) Fotones
   d) Fonones
   e) Ninguno

5. ¿Qué tipos de transferencia de calor existen?

   Sol. Conducción, radiación y convección.

6. Explica brevemente en qué consiste la energía interna de un sistema.

   Sol. Es el resultado de la suma de la energía cinética de las moléculas o átomos que constituyen el sistema (de sus energías de traslación, rotación y vibración), y de la energía potencial Intermolecular (debida a las fuerzas intermoleculares).

7. La aceleración de la gravedad en Cochabamba es un tanto menor que a nivel del mar. ¿Existe alguna diferencia entre la masa de un objeto al nivel del mar comparada con la masa que tendría en Cochabamba? ¿Existe alguna diferencia en el peso del objeto?

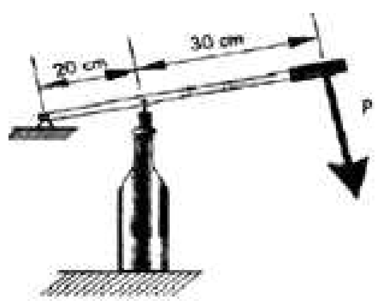
   Sol. La masa permanece constante en tanto que el peso en Cbba. es menor porque la gravedad es un poco menor.

PARTE PRÁCTICA (60%)

1. Calcule la masa de aire contenida en una habitación de $4.0m \times 5.0m$ de base y $3.0m$ de altura a 20°C de temperatura. A continuación, calcule el volumen que ocuparía la misma cantidad de masa pero ahora de agua. (La densidad del aire a 20°C es $1.2 \times 10^3 kg/m^3$ y la del agua es de $1000kg/m^3$).

   Sol. $\rho = 1.2 \times 10^{-3} kg/m^3$
   $\rho = 10^3 kg/m^3$
   Como: $\rho = m/V$ entonces $m = \rho V$
   $V = 5m \times 4m \times 3m = 60m^3$
   $m_{aire} = (1.2 \times 10^{-3} kg/m^3) \times 60m^3 = 0.072kg$
   Como $m_{aire} = m_{agua}$
   $V = m/\rho = 0.072kg/(10^3 kg/m^3) = 0.000072m^3$

2. Un mecanismo para poner tapones manualmente a las botellas de vino es como se muestra en el esquema de la figura. Si la fuerza necesaria para introducir un tapón es 50[N]. ¿Qué fuerza es preciso ejercer sobre el mango?



Sol. Al estar el punto de apoyo a un extremo y la resistencia situada entre este y la fuerza, se trata de una palanca de segundo grado. Aplicando la ley de la palanca, se obtiene:
$P \times a = R \times b \rightarrow P \times 50 = 50 \times 20 \rightarrow P = 20[N]$
Con $20[N]$ se puede poner el tapón que ejerce una resistencia de $50[N]$

3. Si queremos levantar un peso de 100 Kgf., con una barra de 1 m. sobre la que tenemos colocado un punto de apoyo a 20 cm. del peso. ¿Qué fuerza debemos aplicar en el otro extremo?

Sol. Para resolverlo aplicaremos la fórmula que siguen las palancas. $Q \times a = F \times b$
La Fuerza es lo que nos preguntan. Conocemos a y Q. Pero no conocemos b por tanto lo calculamos: $L = a + b$; despejando $b = L - a$
$b = 100 - 20$; **b = 80 cm**
Aplicamos la formula de la palanca: $Q \times a = F \times b$
$100kg. \times 20cm = F \times 80cm$
$F = (100 \times 20)/80$
F = 25 kg

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
SÉPTIMO DE PRIMARIA
PRUEBA TEÓRICA

PARTE CONCEPTUAL (40%)

1. En la siguiente tabla se presentan las propiedades y características de los estados de la materia. Complete con V (Verdadero) o F (Falso) cada de los siguientes cuadros vacíos.

Sol.

	Propiedades macroscópicas				Características microscópicas		
	Tienen volumen bien definido	Tiene forma definida	Tienen gran rigidez	Tienen alta compresibilidad	Interacción entre moléculas es nula	Sus átomos vibran en torno a posiciones definidas	Poseen estructura atómica no organizada
Sólido	V	V	V	F	F	V	F
Líquido	V	F	V	F	F	F	V
Gases	F	F	F	V	V	F	V

2. ¿Cuántos grupos de elementos existen en la Tabla Periódica?

   Sol. <u>a) 18</u>; b) 7; c) 8; d) 10; e) Ninguno

3. ¿Qué diferencia hay entre 4.0 g y 4.00 g?

   Sol. El valor 4.0 g tiene 2 cifras significativas, en tanto que 4.00 g tiene 3 cifras significativas.Esto significa que la medición con 2 cifras es más incierta que la segunda.

4. ¿Qué es la precisión de un instrumento de medición?

   Sol. Es la medida más pequeña que se puede realizar con el instrumento con exactitud y precisión, la posibilidad de poder discriminar entre dos valores sumamente cercanos entre sí.

5. ¿Qué instrumento de medición recomendaría utilizar para obtener las siguientes medidas de manera directa?

   Sol.

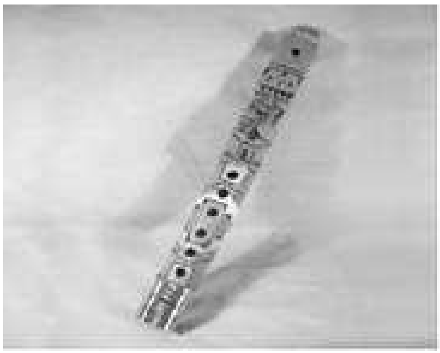
Medida	**Instrumento**
El espesor de una plancha metálica muy delgada	Tornillo micrométrico, vernier
La densidad de $1m^3$ de agua	Densímetro
La resistencia eléctrica de un resistor	Ohmiómetro
La intensidad de radiación solar	Radiómetro

PARTE PRÁCTICA (60%)

1. Se realiza una exploración en el lago Titicaca en la que se pretende calcular su profundidad. Para ello, se sitúa un bote de exploración desde el cual se envían ondas sonoras que viajan en dirección vertical desde el bote hacia el fondo observando que las mismas tardan 0.37 s en regresar al bote. Si la velocidad de propagación del sonido en el agua es de 1500 m/s, ¿qué profundidad tiene el lago en ese lugar?

   Sol. $d = v \times (t/2) = 278m$

2. Estime el volumen de una tarka suponiendo que es un tubo de sección cuadrangular (lado exterior de 5 cm.), espesor de 5 mm y largo de 30 cm. Tome en cuenta que en uno de los lados del instrumento se encuentran 6 orificios circulares de diámetro igual a 6 mm



   Sol. Rectángulo externo $A = 5\times 5 = 25[cm^2]$
   $V = 30 \times 25 = 750[cm^3]$
   Rectángulo Interno $A = 4.5 \times 4.5 = 20.25[cm^2]$
   $V = 20.25 \times 30 = 607.5[cm^3]$
   Huecos circulares $A = \pi \times (0.3)^2 = 0.2827[cm^2]$
   $V = 0.2827 \times 0.5 = 0.1414[cm^3]$
   $V_{Huecos} = 0.8482[cm^3]$
   Volumen de la tarka: $V = 750 - 607.5 - 0.8482 = 141.652[cm^3]$

3. El radio medio de la Tierra es $6.37\times 10^6 m$ y el de la Luna es $1.74 times 10^8 cm$. A partir de estos datos calcule la proporción entre el volumen de la tierra con relación al de la Luna.

   Sol.

$$\frac{V_{Tierra}}{V_{Luna}} = \frac{\frac{4\phi r^3_{Tierra}}{3}}{\frac{4\phi r^3_{Luna}}{3}} = \left(\frac{r_{Tierra}}{r_{Luna}}\right)^3 =$$

$$= \left(\frac{(6.37\times 10^6 m)(100cm/m)}{1.74\times 10^8 cm}\right)^3 = 49.1$$

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
OCTAVO DE PRIMARIA
PRUEBA TEÓRICA

PARTE CONCEPTUAL (40%)

1. Señale la afirmación correcta relacionada con la **hipótesis**:

   Sol.

   a) La confirmación de las hipótesis se debe buscar en escritos u opiniones de científicos.
   b) Una hipótesis es una suposición o conjetura previa sobre causas del fenómeno observado.
   c) Las hipótesis deben ser ciertas o de lo contrario no podrán ser hipótesis.
   d) Ninguna.

2. ¿Qué caracteriza el desplazamiento de un móvil con velocidad constante?

   Sol. Recorre la misma distancia a intervalos de tiempo iguales.

3. ¿Por qué es importante la verificación de los enunciados teóricos?

   Sol. Porque entretanto no pasen la prueba de la experimentación seguirán siendo simplemente Hipótesis.

4. ¿Dónde se manifiesta la fuerza nuclear fuerte y de qué modo?

   Sol. En el núcleo atómico impidiendo que los protones que lo componen se repelan debido a su carga eléctrica.

5. ¿De qué maneras pueden adquirir carga eléctrica los objetos eléctricamente neutros?

   Sol. Los objetos neutros pueden cargarse por fricción, por contacto con un objeto cargado positiva o negativamente, ó por inducción.

6. Normalmente se acepta que en una investigación científica el orden de las acciones debe ser:

   Sol.

   a) observación - hipótesis - predicción - - experimentación
   b) hipótesis – observación - predicción- experimentación
   c) experimentación- hipótesis- observación- predicción
   d) predicción- observación – hipótesis - experimentación

7. Indique de manera detallada el procedimiento que seguiría para obtener la densidad de una esfera cuyo diámetro es del orden de $10m^{-2}$ si sólo puede medir longitudes y masas.

   Sol. Se puede utilizar un calibre vernier para medir el diámetro de la esfera, utilizar la ecuación $V = \pi D^3/6$, medir la masa con una balanza y finalmente obtener de manera indirecta la densidad pedida con la ecuación $\rho = m/V$.

8. ¿En qué consiste la fuerza gravitacional?

   Sol. En la atracción que sufren dos cuerpos por el solo hecho de tener masa. Esta fuerza disminuye según el inverso cuadrado de la distancia que separa los cuerpos.

PARTE PRÁCTICA (60%)

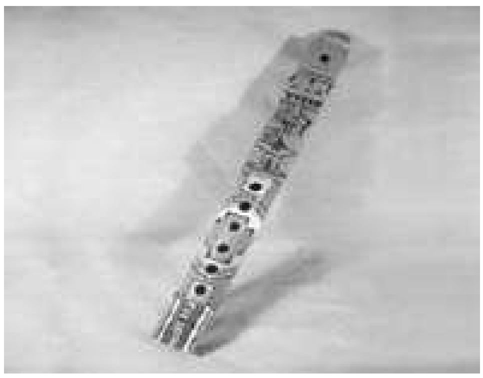
1. Un auto y un camión parten al mismo tiempo y en la misma dirección desde cierto punto. El auto avanza con velocidad constante de 80 Km/h y el camión con una velocidad de 60 Km/h. ¿Cuál es la distancia que los separa al cabo de 3 h?

   Sol. 60 Km.

2. El diámetro y la altura de un cilindro de plastilina son ambos iguales a 10 cm. Si con esa misma plastilina se fabrica otro cilindro del doble de altura, ¿cuánto medirá su nuevo diámetro?

   Sol. $\pi(D/2)^2 \times D = \pi(d/2)^2 \times (2D)$
   $d = [D^2/2]^{1/2} = 7.01[cm]$

3. Estime la densidad de una tarka de 50 g de masa suponiendo que es un tubo de sección cuadrada (lado exterior de 5 cm), espesor de 5 mm y largo de 30 cm. Tome en cuenta que en uno de los lados del instrumento se encuentran 6 orificios circulares de diámetro igual a 6 mm.



   Sol. Rectángulo externo $A = 5 \times 5 = 25[cm^2]$
   $V = 30 \times 25 = 750[cm^3]$

Rectángulo Interno $A = 4.5 \times 4.5 = 20.25[cm^2]$
$V = 20.25 \times 30 = 607.5[cm^3]$
Huecos circulares $A = \pi \times (0.3)^2 = 0.2827[cm^2]$
$V = 0.2827 \times 0.5 = 0.1414[cm^3]$
$V_{Huecos} = 0.8482[cm^3]$

Volumen de la tarka: $V = 750 - 607.5 - 0.8482 = 141.652[cm^3]$
Entonces, la densidad es: $0.353 g/cm^3$.

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
OCTAVO DE PRIMARIA

PRUEBA EXPERIMENTAL

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN Y DENSIDAD DE DISTINTOS OBJETOS

1. OBJETIVOS

- Determinar el volumen [m^3] de cada uno de los objetos del juego de masas provisto.
- Determinar la densidad [kg/m^3] de cada uno de los objetos del juego de masas provisto.

2. INTRODUCCIÓN

Se entiende por medida directa al establecimiento de la magnitud de una variable mediante la lectura de la escala de un instrumento graduado en unidades correspondientes a dicha variable. Son ejemplos de medidas directas la longitud de una mesa (hecha con una cinta métrica), la temperatura de un enfermo (señalada con un termómetro), la hora del día (dada por un reloj), etc.

En cambio las medidas indirectas son todas aquellas que corresponden a variables físicas cuyo valor no ha sido determinado mediante algún instrumento que las mida directamente, es decir, se debe obtener la magnitud de la variable mediante operaciones matemáticas, con magnitudes obtenidas por medición directa. Como ejemplos de medidas indirectas se pueden citar a la densidad y al volumen.

La densidad es una propiedad característica de la materia que nos permite diferenciar una sustancia de otra, su unidad en el sistema internacional es el [kg/m^3]; eso significa que para determinar el valor de la densidad necesitamos medidas de volumen y masa.

3. LISTA DE MATERIALES

- Cilindro Hueco
- Cilindro Compuesto
- Pirámide
- Esfera
- Aro
- Calibrador Vernier
- Tornillo Micrométrico
- Balanza

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

a) Mida el diámetro de la esfera utilizando el tornillo micrométrico. Exprese sus resultados en [cm.] y [m]. **[7%]**
$\Phi = 1.908[cm]$; $\Phi_{esf} = 0.019[m]$

b) Mida el diámetro interno y externo, altura y profundidad del cilindro hueco utilizando el vernier. Exprese sus resultados en [cm] y [m]. **[7%]**
$\Phi_{int} = 1.248[cm]$; $\Phi_{int} = 0.012[m]$
$\Phi_{eoct} = 1.900[cm]$; $\Phi_{eost} = 0.019[m]$
$h = 3.954[cm]$; $h = 0.039[m]$
$prof = 2.494[cm]$; $prof = 0.024[m]$

c) Mida el diámetro externo e interno del aro utilizando el vernier. Exprese sus resultados en [cm] y [m]. **[7%]**
$\Phi_{eint} = 4.500[cm]$; $\Phi_{eint} = 0.045[m]$
$\Phi_{esct} = 6.100[cm]$; $\Phi_{esct} = 0.061[m]$

d) Mida el espesor del disco utilizando el tornillo micrométrico, exprese sus resultados en [cm] y [m]. **[7%]**
$e = 0.085[cm]$; $e = 0.00085[m]$

e) En el caso del cilindro compuesto indique cuáles son las variables físicas que necesita medir para obtener el volumen, y con qué instrumento realizará la medida de cada variable (justifique su respuesta). Realice dichas mediciones y exprese sus resultados en [cm] y [m]. **[14%]**
$2 \rightarrow h$ vernier (2 alturas)
$2 \rightarrow \Phi$ vernier (2 diámetros)
$\Phi_1 = 1.900[cm]$; $\Phi_2 = 1.200[cm]$
$h_1 = 3.955[cm]$; $h_2 = 1.977[cm]$
$V_1 = \pi r^2 h = 11.214$; $V_2 = \pi r^2 h = 2.230$
$Vol_{Total} = 13.44 cm^3$

f) En el caso de la pirámide indique cuales son las variables físicas que necesita medir para obtener el volumen, y con qué instrumento realizará la medida de cada variable (justifique su respuesta). Realice dichas mediciones y exprese sus resultados en [cm] y [m]. **[14%]**
Base 1 lado: $L = 4.452[cm]$
Altura: $h = 4.098[cm]$
$V = (1/3)L^2 h = 27.074[cm^3]$

g) Obtenga la masa de los cinco objetos. **[14%]**
$M_{esf} = 27[gr]$ (esfera)
$M_{alh} = 65[gr]$ (cil. hueco)
$M_{alc} = 110[gr]$ (cil. compuesto)
$M_{Dic} = 8[gr]$ (disco)
$M_{pris} = 89[gr]$ (pirámide)

h) A partir de sus resultados previos, obtenga los volúmenes de los cinco objetos. **[15%]**
$V_{esf} = 3.630[cm^3]$ (esfera)
$V_{alh} = 32.640[cm^3]$ (cil hueco)
$V_{lca} = 13.440[cm^3]$ (cil compuesto)
$V_{Dic} = 1.130[cm^3]$ (disco)
$V_{pris} = 27.074[cm^3]$ (piramide)

i) A partir de sus resultados previos, obtenga las densidades de los cinco objetos. **[15%]**
$D_{esf} = 7.44[g/cm^3]$ (esfera)
$D_{alh} = 1.99[g/cm^3]$ (cil hueco)
$D_{alc} = 8.18[g/cm^3]$ (cil compuesto)
$D_{Dic} = 7.07[g/cm^3]$ (disco)
$D_{pris} = 3.28[g/cm^3]$ (pirámide)

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
PRIMERO DE SECUNDARIA

PRUEBA TEÓRICA

PARTE CONCEPTUAL (40%)

INDIQUE SI LAS SIGUIENTES SENTENCIAS SON FALSO / VERDADERO

1. El calor requerido para cambiar 1 Kg. de una sustancia sólida a estado líquido es llamado calor de fusión.

   Sol. F $\underline{\text{V}}$

2. La energía térmica transferida por el movimiento real de una sustancia calentada se transfiere por convección.

   Sol. F $\underline{\text{V}}$

3. La transferencia de energía térmica es una forma de transferencia de energía que ocurre como consecuencia de una diferencia de temperatura.

   Sol. F $\underline{\text{V}}$

4. El calor involucrado en un cambio de fase depende sólo del calor latente y no depende directamente de la masa de la sustancia.

   Sol. $\underline{\text{F}}$ V

5. Cuando se multiplican varias cantidades, el número de cifras significativas en la respuesta final es el mismo que el número de cifras significativas en la menos precisa de las cantidades multiplicadas, y esta regla no se puede aplicar en la división.

   Sol. $\underline{\text{F}}$ V

6. La incertidumbre de una medición es una característica del instrumento de medición.

   Sol. $\underline{\text{F}}$ V

7. La precisión nos permite definir el número de cifras significativas asociadas con la cantidad.

   Sol. F $\underline{\text{V}}$

8. Se utiliza un flexo común (precisión a la milésima de metro) para medir el largo de un bolígrafo y para medir el largo de una mesa. Los valores representativos de ambas mediciones son, respectivamente, 8.0 cm y 80.0 cm. Dado que el error absoluto es el mismo en ambas mediciones, ¿se puede concluir que ambas son igualmente buenas?

   Sol. F $\underline{\text{V}}$

PARTE PRÁCTICA (60%)

1. El tiempo de viajes desde el centro de Cochabamba a un hotel en el trópico a orillas de un rió es normalmente de 5 horas. Un grupo de estudiantes decide hacer este recorrido en bus, ya de camino se acuerdan que han olvidado sus trajes de baño. Si continúan viajando llegarán con dos horas de anticipación al hotel, pero si deciden regresar por los trajes llegarán 3 horas después. ¿Qué fracción del recorrido total hablan ya viajado al momento de acordarse de los trajes de baño? (considere que el movimiento del bus es uniforme).

   Sol. La diferencia en tiempo entre ir directamente al hotel o regresar por los trajes es de: $2+3=5horas$ La diferencia en recorrido es simplemente dos veces la distancia (ida y vuelta) del punto en donde se acordaron de los trajes al punto de donde salieron. Por lo que habían ya recorrido $5/2=2.5horas$. De un total de $5horas$ nos da $2.5/5.0=1/2$. Esto es, se encontraban a mitad del camino.

2. Un calorímetro de cobre de masa m_1 contiene una masa de agua m_2. La temperatura común es t_1. Dentro del calorímetro se introduce un bloque de hielo de masa m_3 a la temperatura t_3 por debajo de cero grados centígrados.
   a) Indique que situaciones son posibles en el proceso de alcanzar el equilibrio térmico.
   b) Calcular la temperatura de equilibrio.
   c) Calcular las masas finales de agua y hielo.
   Datos del problema: m_1 = 1.00 kg; m_2 =1.00 kg; m_3 =2.00 kg; t_{12} =10°C y t_3 =-20°C. Los calores específicos expresados en [kJ/ kg°C] son: Cobre=0.42; Agua=4.18; Hielo=2.1; Calor latente de fusión del hielo 334 [kJ/Kg]

   Sol. Los casos posibles son tres:
   a) Que toda el agua se congele y quede un bloque de hielo.
   b) Que todo el hielo se funda y quede una masa de agua líquida.
   c) Que quede agua y hielo en equilibrio a la temperatura de cero grados.
   Se admite en todos los casos que no hay pérdida de calor con el exterior.

   a) El hielo añadido se calentará hasta una temperatura t_e. El cobre del calorímetro se enfriara hasta la misma temperatura. El agua líquida se enfriara a cero grados, luego pasara al estado sólido y finalmente se enfriara hasta la temperatura de equilibrio.

Calor ganado por el hielo: $m_3 \times 2.1 \times t_e - t_3)$
Calor cedido por el cobre: $m_1 \times 0.42 \times t_{12} - t_e)$
Calor cedido por el agua al pasar de su temperatura a cero grados: $m_2 \times 4.18 \times t_{12}$
Calor cedido por la congelación del agua: $m_2 \times 334$
Calor cedido por el hielo procedente del agua al enfriarse hasta t_e: $m_2 \times 2.1 \times (0 - t_e)$
$m_3 \times 2.1 \times (t_e - t_3) = m_1 \times 0.42 \times (t_{12} - t_e) + m_2 \times 4.18 \times t_{12} + m_2 \times 334 - m_2 \times 2.1 \times t_e$.

b) El hielo que esta a t_3 grados se calienta hasta cero grados, luego se funde y el agua resultante se calienta desde cero grados hasta la temperatura de equilibrio t_e . El cobre del calorímetro se enfría desde t_{12} hasta la temperatura de equilibrio y lo mismo le ocurre a la masa de agua m_2.
Calor ganado del hielo en pasar de t_3 a cero grados, en fundirse y el agua resultante en calentarse hasta la temperatura de equilibrio. $m_3 \times 2.1 \times (0 - t_e) + m_3 \times 334 + m_3 \times 4.18 \times (t_e - 0)$
Calor cedido por el cobre: $m_1 \times 0.42 \times (t_{12} - t_e)$
Calor cedido por el agua: $m_2 \times 4.18 \times (t_e - t_{12})$
$m_3 \times 2.1 \times (0 - t_3) + m_3 \times 334 + m_3 \times 4.18 \times (t_e - 0) = m_1 \times 0.42 \times (t_{12} - t_e) + m_2 \times 4.18 \times (t_e - t_{12})$

1) Calor ganado por el hielo al pasar a cero grados: $m_3 \times 2.1 \times (0 - t_3) + M \times 334$
M es una fracción de masa que corresponde al hielo que se funde.
Calor cedido por el agua: $m_2 \times 4.18 \times t_{12}$
Calor cedido por el cobre: $m_1 \times 0.42 \times t_{12}$
$m_3 \times 2.1 \times (0 - t_3) + M \times 334 = m_2 \times 4.18 \times t_{12} + m_1 \times 0.42 \times t_{12}$

2) Calor ganado por el hielo al calentarse desde t_3 a cero grados $m_3 \times 2.1 \times (0 - t_3)$
Calor cedido por el cobre: $m_1 \times 0.42 \times t_{12}$ cero grados
Calor cedido por el agua al enfriarse a cero grados: $m_2 \times 4.18 \times t_{12}$
Calor cedido por parte del agua al pasar de agua líquida a cero grados a hielo a cero grados $N \times 334$
$m_3 \times 2.1 \times (0 - t_3) = m_1 \times 0.42 \times t_{12} + m_2 \times 4.18 \times t_{12} + N \times 334$

Si comparamos las dos últimas ecuaciones observamos que con una de ellas es suficiente, por ejemplo si usamos la primera y M sale positivo entonces ocurre que se funde algo de hielo y en el calorímetro habrá más agua líquida al final que al principio y menos hielo, si sale negativo es que se congela algo de agua líquida y al final habrá más hielo que al principio y menos agua líquida y si fuese cero es que queda la misma cantidad de hielo al principio que al final.

a) $m_3 \times 2.1 \times (t_e - t_3) = m_1 \times 0.42 \times (t_{12} - t_e) + m_2 \times 4.18 \times t_{12} + m_2 \times 334 - m_2 \times 2.1 \times t_e = 2 \times 2.1 \times (t_e + 20) = 1 \times 0.42 \times (10 - t_e) + 1 \times 4.18 \times 10 + 2 \times 334 - 1 \times 2.1 \times t_e$
$4.2t_e + 84 = 4.2 - 4.2t_e + 41.8 + 668 - 2.1t_e$
$t_e = 93.7°C$ Solución imposible.

b) $m_3 \times 2.1 \times (0 - t_3) + m_3 \times 334 + m_3 \times 4.18 \times (t_e - 0) = m_1 \times 0.42 \times t_{12} + m_3 \times 334 + m_3 \times 4.18 \times (t_e - 0)$

c) $m_3 \times 2.1 \times (0 - t_3) + M \times 334 = m_2 \times 4.18 \times t_{12} + m_1 \times 0.42 \times t_{12}$
$2 \times 2.1 \times (0 + 20) + M \times 334 = 1 \times 4.18 \times 10 + 1 \times 0.42 \times 10$
$M = -0.11kg$
Como M es negativo habrá más hielo que al principio masa total de hielo en el equilibrio $= 2 + 0.11 = 2.11Kg$. Masa de agua $1 - 0.11 = 0.98Kg$ a la temperatura de cero grados.

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
PRIMERO DE SECUNDARIA

PRUEBA EXPERIMENTAL

DETERMINACIÓN DEL MOMENTO DE INERCIA Y EL RADIO DE GIRO DE UNA FIGURA IRREGULAR

1. INTRODUCCIÓN - MARCO TEÓRICO

Un péndulo físico es simplemente un sólido en oscilación respecto de un eje fijo. No existen restricciones acerca de la forma del sólido, así por ejemplo, el péndulo físico que utilizarás en este experimento tiene la figura de Einstein. Antes de empezar, definimos algunos conceptos que permitirán comprender la situación planteada, entre ellos, oscilación, periodo, péndulo físico y centro de gravedad.

- **Oscilación,** la oscilación en física hace referencia a un movimiento repetido de un lado a otro lado en torno a una posición central, o posición de equilibrio.
- **Periodo,** es el tiempo que tarda un ciclo u oscilación. Se denota por T y se mide en segundos.
- **Péndulo Físico,** es un péndulo real que usa un cuerpo de tamaño finito, es decir cualquier cuerpo rígido suspendido en un eje fijo que no pasa por el centro de masa.
- **Centro de masa,** punto en el que se puede asumir que se concentra toda la masa del cuerpo.

En la Figura (1.a) se muestra un cuerpo de forma irregular, que se encuentra en su posición de equilibrio, donde el centro de masa C y el eje de oscilación O se encuentran sobre la misma línea vertical. En la Figura (1.b) el cuerpo se encuentra desplazado en un ángulo È de su posición de equilibrio. Si se suelta el cuerpo a partir de esa posición empezará a oscilar formando un péndulo físico donde: la distancia del centro de masa al eje de oscilación es b.

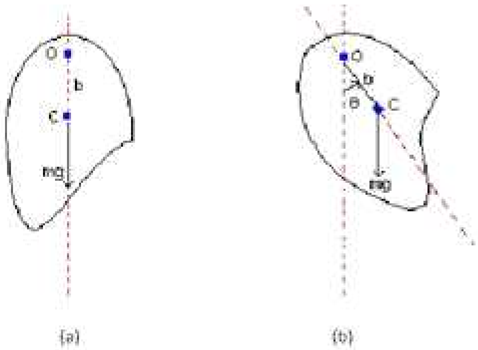


Figura 1: Péndulo Físico

Una propiedad interesante de los péndulos físicos es que su periodo T varía a medida que cambia la distancia b. Lo que se busca en este experimento es estudiar la relación entre T y b.

2. OBJETIVO

Obtener gráficamente la relación entre el periodo de oscilación del péndulo físico, T [s] y la distancia entre el centro de masa y el eje fijo b [cm].

3. LISTA DE MATERIALES

- Soporte
- Sólido Irregular (Figura de Einstein)
- Regla Metálica
- Cronómetro
- Balanza Digital
- Papel Milimetrado

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

4.1. TOMA DE DATOS DE T EN FUNCIÓN DE B [30%]

- Ubique el centro de masa (marcado con C.M.) del péndulo físico. (No se asigna puntaje).
- Coloque el sólido de modo que el apoyo quede a 1[cm] sobre el centro de masa. (No se asigna puntaje).
- Desplace el péndulo físico a partir de la posición de equilibrio, un ángulo no mayor de $10°$, y suéltelo de modo que se establezca un movimiento oscilatorio. (No se asigna puntaje).
- Determine el periodo de oscilación, tomando primero el tiempo para 10 oscilaciones (t) y posteriormente dividiendo este tiempo entre 10, obteniendo de esta manera el tiempo que tarda en completar un ciclo u oscilación. (No se asigna puntaje).
- Incremente gradualmente la distancia b como usted considere conveniente: 2 cm, 3 cm, 4 cm, etc., determine el periodo en casa caso y complete la tabla que se presenta a continuación con la cantidad de datos que considere necesario.

N	t(s)	T(s)	b(cm)
1	15,35	3,07	1,3
2	10,28	2,056	3,3
3	8,46	1,692	5,3
4	7,38	1,476	7,3
5	6,78	1,356	9,3
6	6,56	1,312	11,3
7	6,32	1,264	13,3
8	6,18	1,236	15,3
9	6,12	1,224	17,3
10	6,12	1,224	19,3
11	6,19	1,238	21,3
12	6,22	1,244	23,3
13	6,37	1,274	25,3
14	6,5	1,3	27,3
15	6,53	1,306	29,3

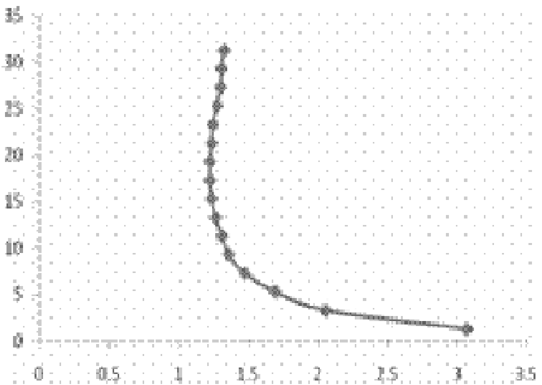
16	6,63	1,326	31,3
17	6,66	1,332	33,3
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

4.2. ELABORACION DE LA GRAFICA DE T EN FUNCIÓN DE B [40%]

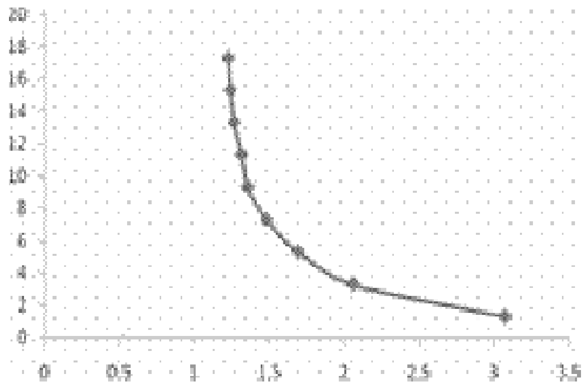
- En papel milimetrado elabore la grafica de T en función de b, escogiendo la escala adecuada.

(**Sugerencia:** trabaje con el número de datos que considere necesario).

Con todos los datos



Con menos datos



4.3. ANÁLISIS DE LA GRAFICA T VS. B [30%]

- A partir de la gráfica que obtuvo en el punto anterior, indique cuál es la distancia b que corresponde al menor periodo T de oscilación. Esa distancia corresponde al "radio de giro" y vamos a denotarla por k.
  $k = 18cm$
- Si realizó bien su toma de datos, debería observar una región de la curva en la que para un mismo T existen 2 distancias b que le corresponden. Indique el intervalo de distancias b en las que sucede esto.
  $Intervalo = 10a34cm$
- Utilizando la balanza, obtenga la masa del péndulo. Exprese su resultado correctamente.
  $M = 75.00g$
- Utilizando la ecuación , donde m es la masa que acaba de obtener y k es el radio de giro, obtenga la inercia I del sólido.
  $I = 0.0012[kg.m^2]$

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
SEGUNDO DE SECUNDARIA

PRUEBA TEÓRICA

PARTE CONCEPTUAL (40%)

1. Explique el criterio que justifica el uso de la desviación estándar de una muestra para estimar el error de una serie de datos.

   Sol. La desviación estándar es una medida de dispersión apropiada para distribuciones gaussianas (que son las que frecuentemente se obtienen en laboratorio y en la naturaleza). El criterio consiste en asignar un error mayor a aquellas series que tengan una desviación estándar mayor (mayor dispersión respecto del valor central) y un error menor a aquellos con desviación estándar pequeña (menor dispersión respecto del valor central: los datos de la serie se parecen más entre sí).

2. ¿Es correcto utilizar el valor medio de una serie de datos como valor representativo de la misma en todos los casos? Si no es así, ¿qué característica debe tener dicha serie?

   Sol. Sólo es correcto si la serie de datos es una serie normal o gaussiana en las cuales el valor central, el promedio, es representativo de toda la serie.

3. En qué punto del eje óptico de una lente biconvexa hace falta colocar una fuente de luz puntual para que la imagen virtual coincida con el foco principal de dicha lente.

   a) F/4; b) F; c) 2F; d) <u>F/2</u>; e) En el infinito

4. Un proyectil es disparado en Tierra con una velocidad inicial v_i a un cierto ángulo respecto de la horizontal. Si se repite el lanzamiento con las mismas condiciones iniciales pero ahora en la Luna, ¿Donde alcanza la mayor altura? ¿Dónde el alcance horizontal es mayor?

   Sol. En ambos casos los alcances máximos corresponden al movimiento en la Luna ya que la aceleración de la gravedad es menor.

5. La velocidad de una partícula que recorre una trayectoria curva:

   a) Siempre está dirigida en la dirección de la fuerza total

   b) Es siempre perpendicular a la aceleración de la partícula

   c) <u>Su módulo es constante si la aceleración tangencial es nula</u>

   d) Es constante en un movimiento circular

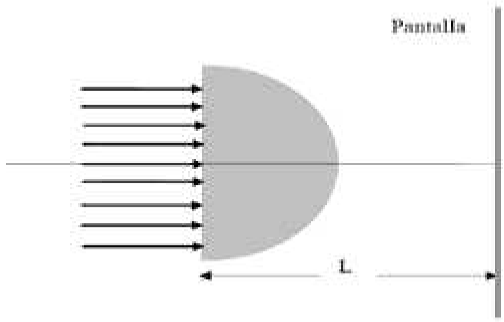
   e) Ninguna

6. Se propaga un pulso ondulatorio en una cuerda de longitud L, masa M y tensión T. ¿Cómo deberían variar dichos parámetros para que la velocidad de propagación del pulso aumente? (La cuerda es homogénea).

   Sol. Dado que la velocidad de propagación es $v = \sqrt{T \times L/M}$, para aumentar la velocidad debe aumentar la tensión y/o la longitud, y debe disminuir la masa.

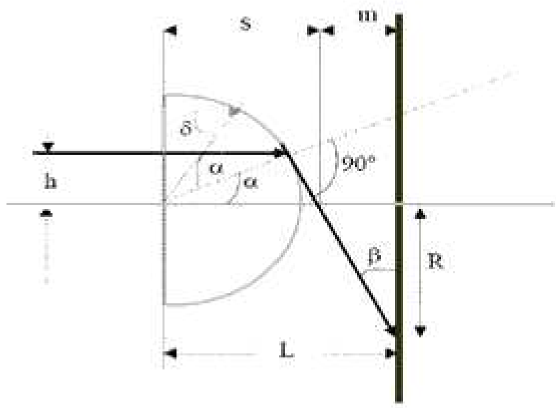
PARTE PRÁCTICA (60%)

1. Sobre una semiesfera de vidrio, de índice de refracción n y radio r, se hace incidir un haz de rayos luminosos en la forma en que indica la figura inferior.



Se pide determinar el radio de la mancha luminosa que aparece en la pantalla en función de L, r y n.

Sol.



Los rayos penetran en la semiesfera y llegan a la superficie esférica con distintos ángulos. Los que lleguen con un ángulo menor que el límite salen al exterior de la esfera y llegan por la pantalla, los que superen el ángulo límite no pueden salir al exterior y por tanto no alcanzan la pantalla. En la figura anterior el ángulo á es el ángulo límite al que corresponde un refractado de $90°$, el rayo correspondiente es tangente a la superficie esférica. El $\alpha > \delta$ se refleja.

Por ser α el ángulo límite se cumple que:

$$nSeno\,(\alpha) = 1Seno\,(90) \rightarrow Seno\,(\alpha) = \frac{1}{n}$$

$$\rightarrow Cos\,(\alpha) = \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}} = \sqrt{\frac{n^2 - 1}{n^2}}$$

$$\rightarrow Tag\,(\alpha)\,\frac{\frac{1}{n}}{\frac{\sqrt{n^2-1}}{n}} = \frac{1}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

De la figura se deduce que el ángulo α es igual a β, ya que sus lados son perpendiculares entre si, además se cumple:

$$Seno\,(\alpha) = \frac{h}{r} \rightarrow h = rSeno\,(\alpha)\,;$$

$$Tag(\alpha) = Tag(\beta) = \frac{m}{R} = \frac{1}{\sqrt{n^2}}$$

$$\rightarrow R = m\sqrt{n^2 - 1} \rightarrow R = \frac{L - s}{\sqrt{n^2}}$$

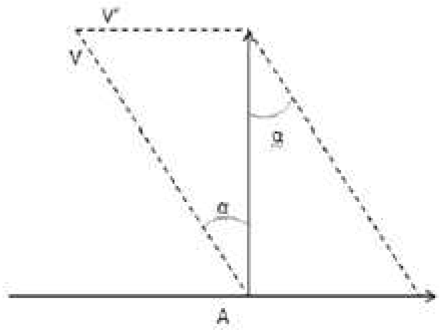
$$Cos\,(\alpha) = \frac{r}{s} \rightarrow s = \frac{nr}{\sqrt{n^2 - 1}}$$

$$R = \left[L - \frac{nr}{\sqrt{n^2 - 1}}\right]\sqrt{n^2 - 1} = \frac{L}{\sqrt{n^2 - 1}} - nr$$

2. Un aeroplano viaja de A siguiendo la dirección del norte hacia B, y luego retorna a A. La distancia entre A y B es L. La velocidad del avión en el aire es v y la velocidad del viento es v'. a) Demostrar que el tiempo necesario para un viaje de ida y vuelta en el aire quieto, $v' = 0$, es: $t_a = 2L/v$. b) Demostrar que el tiempo necesario para un viaje de ida y vuelta cuando el viento corre hacia este (u oeste) es: $t_b = t_a/\sqrt{1 - (v'/v)^2}$. c) Demostrar que el tiempo necesario para un viaje de ida y vuelta cuando el viento corre hacia el norte (o sur) es: $t_c = t_a/[1 - (v'/v)^2]$. d) ¿Qué posibilidades existen de que se realicen los viajes (b) o (c), cuando $v' = v$?, para un v' dado, ¿cuál es el tiempo mayor t_b o t_c?

Sol. a) Si $v' = 0$
Distancia total recorrida es igual a 2L
$t_a = 2L/v$

b) En este caso con el grafico el avión en realidad va a la velocidad V, por lo tanto se debe hallar V.



Aplicando la ley de senos:

$$\frac{v'}{Seno\,(\alpha)} = \frac{v}{Seno\,(90)} \rightarrow Seno\,(\alpha) = \frac{v'}{v}$$

$$V = vCos\,(\alpha) = v\sqrt{1 - Seno^2\,(\alpha)}$$

Luego:

$$V = v\sqrt{1 - \left(\frac{v'}{v}\right)^2}$$

Por tanto:

$$t_b = \frac{2L}{v\sqrt{1 - \left(\frac{v'}{v}\right)^2}} = \frac{t_a}{\sqrt{1 - \left(\frac{v'}{v}\right)^2}}$$

c) Si el viento sopla al norte:
De ida AB: $V = v' + v$
De regreso $V' = v' + v$
El tiempo empleado en ida y vuelta es entonces:

$$t_c = \frac{L}{v' + v} + \frac{L}{v - v'} = \left[\frac{L\,(v - v') + L\,(v + v')}{v^2 + v'^2}\right] =$$

$$= \frac{2vL}{v^2 - v'^2} = \frac{\frac{2L}{v}}{1 - \left(\frac{v'}{v}\right)^2}$$

$$t_c = \frac{t_a}{1 - \left(\frac{v'}{v}\right)^2}$$

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
SEGUNDO DE SECUNDARIA

PRUEBA EXPERIMENTAL

DESVIAIÓN DE UN HAZ Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE REFRACCIÓN DE UN BLOQUE TRANSPARENTE

1. OBJETIVOS

Determinar el índice n de refracción del material del bloque.

2. INTRODUCCIÓN

Cuando un rayo de luz atraviesa un bloque paralelepipedico transparente se producen dos refracciones: a la entrada y salida, de forma que, como es fácil comprender, el rayo emergente es paralelo al incidente, como se indica en la figura 1.

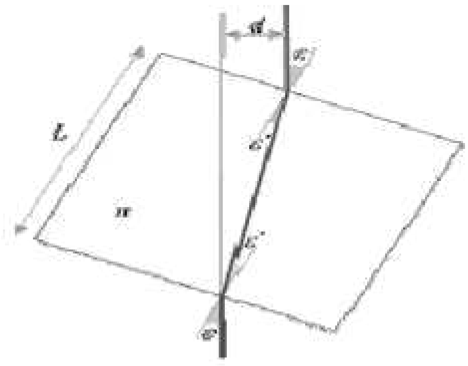


Figura 1

El desplazamiento lateral d, entre estos dos rayos puede calcularse en función del ángulo de incidencia ε, el grosor del bloque L, y el índice de refracción del material n.

La expresión exacta que se obtiene para d es algo complicada. Sin embargo, para pequeños ángulos de incidencia pueden emplearse aproximaciones del tipo: $Seno(\varepsilon) \approx \varepsilon$. Con lo que se obtiene:

$$d \approx L\frac{n-1}{n}\varepsilon \qquad (1)$$

De forma que d es aproximadamente proporcional a ε.

3. LISTA DE MATERIALES

- Puntero láser
- Bloque transparente
- Regla metálica
- Papel milimetrado
- Escala angular

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

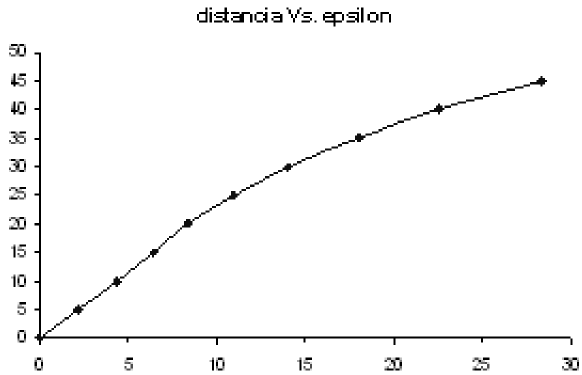
Dispone de un montaje con el que puede medir d en función de ε. Guiándose en la figura 1 y utilizando el material que se le ha provisto, realice distintas medidas de d en función de ε. Tabule sus datos.

$N°$	d [cm]	$\varepsilon[°]$
1	0	0
2	2,2	5
3	4,4	10
4	6,4	15
5	8,4	20
6	10,9	25
7	14	30
8	18	35
9	22,5	40
10	28,3	45
11		
12		
13		
14		
15		
16		

A partir de las medias de d y ε que estime oportunas le pedimos de determine:

- El máximo ángulo de incidencia ε para el que experimentalmente es validad la igualdad de la ecuación 1 dentro de la precisión de medida del sistema. [20%]
  De la grafica (ver el siguiente punto) se observa que, aproximadamente: $\varepsilon_{max} = 25°$.

- Elabore la grafica de d en función de ε, y resalte la zona lineal de la curva. [30%]



- A partir de los datos de la zona lineal encuentre la pendiente del sistema. [20%]
  $Pendiente = 0.43$

- A partir d el valor de la pendiente, determine el índice n de refracción del material del bloque. [30%]
  Se requiere previamente medir la longitud L:
  $L = 4.00[cm]$ Utilizando la ecuación (1) provista en el enunciado del problema:
  $n = 1.123$

AYUDA: CALCULO DE LA PENDIENTE DE UNA RECTA

En una grafica lineal la línea recta que representa este comportamiento se traza de modo que pasa por la mayoría o cerca de los puntos, o de manera que estén igualmente distribuidos a ambos lados de la recta. Este método de ajuste es a simple vista.

El modelo matemático para un comportamiento lineal es la ecuación de la línea recta y la forma general es:

$$y = A + Bx$$

Donde A es la ordenada al origen y representa el valor de y cuando $x = 0$, su valor se lee en el punto de intersección de la recta con el eje de ordenadas. B es la pendiente de la recta y se calcula mediante el cociente, $\Delta y/\Delta x$ donde Δy es la diferencia de ordenadas y Δx, es la diferencia de abscisas, de dos puntos cualquiera que estén sobre la recta, y representa el valor de la rapidez con que cambia y respecto de x. En le caso de la relación de la ecuación 1, $d = 0$ y $x = \varepsilon$, A debería salirle aproximadamente cero, y la pendiente B esta representada por:

$$B = L\frac{n-1}{n}$$

De cuya relación usted puede despejar el índice de refracción pedido.

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
TERCERO DE SECUNDARIA

PRUEBA TEÓRICA

PARTE CONCEPTUAL (40%)

1. Un ascensor se mueve uniformemente con tres personas a bordo. Al llegar al quinto piso, el ascensor se detiene. Mientras se detiene se observa que: (5%).

   a) Aumenta le peso de las personas
   b) Disminuye el peso pero aumenta la fuerza de gravedad
   c) Disminuye el peso de las personas
   d) Aumenta su peso y la fuerza de gravedad
   e) Depende del sentido de movimiento

2. A partir de la siguiente lista, indique cuales son aplicaciones del principio de Arquímedes. (10%)

   A Las lanchas
   B Los frenos hidráulicos
   C Los aviones
   D Los helicópteros
   E Los gatos hidráulicos
   F Los elevadores de las estaciones de servicios
   G Los globos
   H La prensa hidráulica

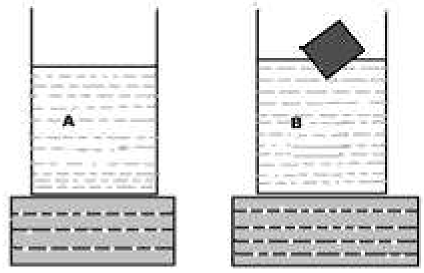
3. Un trozo de madera cuya densidad es de $0.8g/cm^3$ flota en un líquido cuya densidad es de $1.2g/cm^3$. La parte de la madera que se sumerge bajo el nivel del líquido. (10%)

   ( ) es 80%
   ($\times$) es 67%
   ( ) es 33%
   ( ) no se puede definir a menos que se conozca el volumen del trozo.

4. Como puede apreciarse en la figura, se tienen dos recipientes (A) y (B) idénticos, llenos de agua hasta la misma altura, pero en el recipiente (B) hay un trozo de madera flotando en su superficie. Se podría decir que puestos en una balanza: (15%)

   ( ) A pesara mas que B
   ($\times$) B pesara masa que A
   ( ) Faltan datos para afirmar algo
   ( ) A pesará igual B

   Nota: Utilice el principio de Arquímedes.



PARTE PRÁCTICA (60%)

1. Tres concursantes de la olimpiada se encuentran disfrutando de la piscina cuando uno de ellos ve un avión sobrevolando sobre sus cabezas y dice: "El avión vuela en círculos completando un ciclo cada 4 minutos". El segundo dice: "La línea imaginaria que une un extremo del ala con el otro extremo hace un ángulo de 20° con el horizonte". El tercero decide calcular la velocidad del avión a partir de lo que observaron sus compañeros. ¿A qué resultado llegó para la velocidad del avión?

   Sol. El problema se reduce a un movimiento circular con un ángulo de peralte que es el ángulo observado respecto del horizonte, y una fuerza normal de sustentación cuya componente dirigida al centro de curvatura ocasiona el movimiento circular.

   Las ecuaciones del movimiento son:
   $FCos(\theta) = mg$ (dirección vertical)
   $FSen(\theta) = mV^2/R$ (dirección hacia el centro de curvatura)
   $2\pi R = VT$ (ecuación del movimiento circular)

   Donde F es la fuerza que sustenta al avión; R el radio de la trayectoria circular del avión; V la rapidez del mismo; T el periodo; π el ángulo con el horizonte.

   Dividiendo la segunda ecuación entre la primera y sustituyendo la tercera se obtiene:

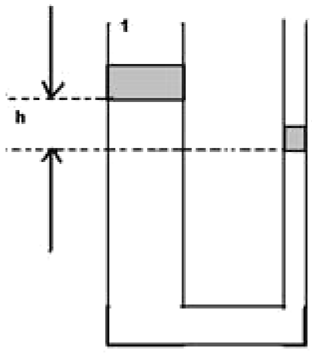
   $$Tag\,(\theta) = \frac{V^2}{gR} = 2\pi\left(\frac{V}{gT}\right)$$

   de donde :

   $$V = \left(\frac{gT}{2\pi}\right) Tag\,(\theta)$$

   Sustituyendo valores:
   $V = 136.38m/s = 491Km/h$

2. Dos vasos comunicantes de forma cilíndrica llevan sendos émbolos de masas M_1 y M^2 y áreas S_1 y S_2, respectivamente. El líquido contenido en el vaso tiene una densidad ñ. En el equilibrio existe un desnivel h entre ambos émbolos tal como indica la figura inferior.



Ahora, si sobre el émbolo 1 se coloca una pesa de masa m=M_2=2M_1 ya no existe desnivel entre los émbolos, pero si se coloca la misma pesa sobre el émbolo 2 se produce un desnivel H. Determinar el valor de H en función de h.

Sol. Dos puntos del mismo líquido que están al mismo nivel soportan las mismas presiones por tanto:

$$M_1\frac{g}{S_1} + \rho gh = M_2\frac{g}{S_2}$$

$$\rightarrow gh = \frac{M_2}{S_2} - \frac{M_1}{S_1}$$

Cuando se coloca la pesa de masa m sobre el embolo 1

$$M_1\frac{g}{S_1} + m\frac{g}{S} = \frac{M_2}{S_1}$$

$$\rightarrow \frac{(m/2)+m}{S_1} = \frac{m}{S_2}$$

$$\rightarrow \frac{3}{2S_1} = \frac{1}{S_2} \rightarrow S_2 = \frac{2}{3}S_1$$

$$\rho h = \frac{M_2}{S_2} - \frac{M_1}{S_1} = \frac{m}{S_2} - \frac{(m/2)}{S_1} =$$

$$= \frac{3m}{2S_1} - \frac{m}{2S_1} = \frac{m}{S_1}$$

Cuando la pesa de masa m se coloca sobre el embolo 2

$$M_1\frac{g}{S_1} + \rho gh = M_2\frac{g}{S_2} + m\frac{g}{S_2}$$

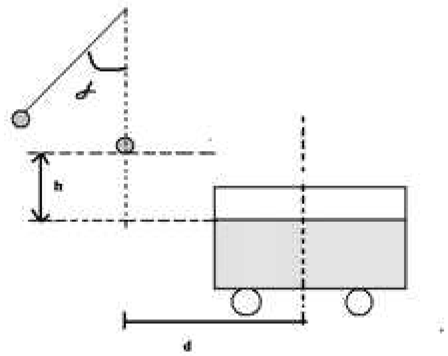
$$\rightarrow \frac{(m/2)}{S_1} + \rho H = \frac{2m}{S_2}$$

$$\frac{m}{2S_1} + \rho H = \frac{2m}{2S_1}$$

$$\rightarrow \rho H = \frac{3m}{S_1} - \frac{m}{2S_1} = \frac{5m}{2S_1} = \frac{5}{2}\rho H$$

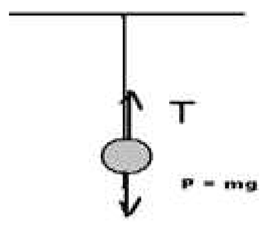
$$H = \frac{5}{2}h$$

3. Un péndulo está constituido por un hilo de longitud $L = 2m$ y masa despreciable. En el extremo del mismo se coloca una esfera de masa $m = 0.5kg$ y cuyas dimensiones se consideran despreciables. Se desvía el péndulo un ángulo $\alpha = 60°$ respecto de la vertical. El hilo se rompe en el punto más bajo de su trayectoria y la esfera cae en el centro de un carrito con arena y una masa total de $M = 2kg$. El desnivel entre el nivel de la arena en el carrito y el punto más bajo de la esfera es $h = 5m$ (ver figura).



a) Indicar las fuerzas que actúan sobre el hilo justo antes de romperse. b) Calcular la fuerza máxima que puede soportar el hilo. c) Calcular la distancia d entre el punto de ruptura del hilo y la posición del carrito en el momento del choque. d) Determinar la energía cinética del sistema Esfera-Carrito antes y después del choque. Determinar la perdida en %.

Sol. a) Las fuerzas que actúan sobre la esfera es su peso y la tensión de la fuerza o fuerza con la que el hilo tira de la esfera.



La tensión de la cuerda es mayor que el peso ya que tiene que suministrar la fuerza centrípeta que necesita la esfera al girar.

b) $T = mg + F_C = mg + mV^2/L$

Calculamos la velocidad de la esfera aplicando el principio de conservación de la energía.

$$mgh = \frac{1}{2}mV^2$$

$$mV^2 = 2mgh = 2mgL\,(1 - Cos\,(\alpha))$$

$$T = mg + \frac{2mgL\,(1 - Cos\,(\alpha))}{L} =$$

$$= mg + 2mg\,(1 - Cos\,(\alpha))$$

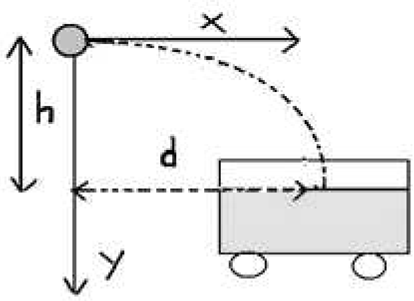
$$T = 0.5 \times 9.81 + 2 \times 0.5 \times 9.81\,(1 - Cos\,(60^o))$$

$T = 9.81N$

c) Al romperse el hilo en la parte mas baja de su trayectoria, la esfera describe una trayectoria parabólica. La velocidad inicial tiene dirección horizontal y su modulo es:

$$V = \sqrt{2gL\,(1 - Cos\,(\alpha))}$$

Tomando como ejes de referencia los indicados en la figura, las ecuaciones de movimiento son:
$X = Vt$ y $Y = (1/2)gt^2$



Cuando $y = h$, $x = d$, poniendo esta condición en las ecuaciones resulta:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\rightarrow d = V\sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gL\,(1 - Cos\,(\alpha))}\sqrt{\frac{2h}{g}} =$$

$$= \sqrt{4gL\,(1 - Cos\,(\alpha))}$$

$$d = \sqrt{4 \times 5 \times 2\,(1 - Cos\,(60^o))} = 4.47m$$

d) La energía antes del choque, la de la esfera mas la del carrito que es nula. Tomando como referencia el nivel de la arena, la energía cinética de la bola es la suma de la cinética más la potencial de la bola al soltarse.

$$K_{antes} = \frac{1}{2}mV^2 = \frac{\frac{1}{2}m\sqrt{2gL\,(1 - Cos\,(\alpha))}}{M + m} =$$

$$= \frac{0.5\sqrt{2 \times 9.81 \times 2\,(1 - Cos\,(60^o))}}{2 + 0.5} = 1.11J$$

$$U_{antes} = mgh = 0.5 \times 9.81 \times 5 = 24.5J$$

$$E_{totalantes} = 1.11 + 24.5 = 25.6J$$

La energía después del choque es la energía del conjunto carrito+esfera. Para saber la velocidad del conjunto carrito+esfera, aplicamos el principio de conservación de la cantidad de movimiento, a componente en vertical.

$$MV = (m + M)\,V$$

$$\rightarrow V = \frac{m\sqrt{2gL\,(1 - Cos\,(\alpha))}}{M + m} =$$

$$= \frac{0.5\sqrt{2 \times 9.81 \times 2\,(1 - Cos\,(60^o))}}{2 + 0.5}$$

$V = 0.89m/s$

$$K_{despues} = \frac{1}{2}\,(m + M)\,V^2 =$$

$$= 0.5 \times 0.22 \times 0.89^2 = 0.87J$$

Perdidas al deformar la arena: $25.6 - 0.87 = 24.9 \rightarrow (24.9/25.6) \times 100 = 97\%$

15^{ava} OLIMPIADA BOLIVIANA DE FÍSICA
Cochabamba, 5 al 8 de noviembre de 2010
TERCERO DE SECUNDARIA

PRUEBA EXPERIMENTAL

TUBO DE SANDOR MIKOLA

1. OBJETIVOS

- Relación entre velocidad terminal y ángulo de inclinación.
- Determinación de la viscosidad de un fluido.

2. INTRODUCCIÓN

Hay ocasiones en las que nos parece útil realizar un experimento ya que consideramos que el resultado que se va ha obtener se conoce de antemano. Tal es el caso del experimento conocido como "El tubo de Sandor Mikola". El experimento recibe el nombre de un maestro Húngaro de la primera mitad del siglo XX.

El experimento consiste en medir la velocidad de una burbuja de aire que se desplaza dentro de un tubo lleno de agua. Dicho tubo deberá estar inclinado con respecto a la horizontal. La burbuja es producida en el extremo inferior del tubo introduciendo aire mediante una aguja. La burbuja comenzará a subir por la columna y muy pronto alcanzará una velocidad uniforme conocida como velocidad terminal. El objetivo del experimento es encontrar para qué ángulo de inclinación con la horizontal, la velocidad terminal alcanza su máximo valor.

La respuesta obvia es cuando la columna forma un ángulo de $90°$ con respecto al plano horizontal. Investigue si la respuesta obvia corresponde al resultado del experimento.

3. LISTA DE MATERIALES

- Manguera larga transparente
- Escala graduada en milímetros
- Aguja Hipodérmica
- Papel milimetrado
- Cronómetro
- Soporte

4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para realizar el experimento usamos un tubo de plástico largo y transparente, la columna de agua se forma al llenar el mismo. Uno de los extremos del tubo está sellado con un pequeño tapón de hule.

Entre la base del tubo y el tapón se introduce una aguja hipodérmica unida a una jeringa que sirve para producir una burbuja de volumen controlado. La burbuja es impulsada hacia arriba por el tubo en el plano inclinado.

SUGERENCIA

El experimento debe realizarse con cuidado de modo que se forme una burbuja de tamaño apropiado y cuyo tiempo de viaje sea posible medir. Es importante asegurar que la burbuja haya alcanzado su velocidad terminal para empezar a medir ya que antes de esto el movimiento está descrito por una ley no lineal que acá no vamos a analizar. La forma de medir la velocidad terminal la debe decidir ud.

5. DATOS Y CÁLCULOS

Se pide lo siguiente:

- Explique la forma en la que obtendrá experimentalmente la velocidad terminal. Incluya un esquema para aclarar su explicación.

  Velocidad constante: Se escoge un segmento del tubo en el que se mide tiempo de desplazamiento. La vel. es el cociente dist/tiempo.

- Realice mediciones de velocidad terminal para distintos ángulos de inclinación del plano inclinado. Presente sus datos tabulados y con las unidades apropiadas.

Ang	T1	T2	T3	T4	T5	Prom.	Vel.	Error
10	17	15,63	15,81	15,16	16,09	15,89	3,15	0,19901005
20	11	10,31	10,57	10	10,91	10,53	4,75	0,076026311
30	7,7	7,63	7,75	7,31	7,5	7,57	6,61	0,020124612
40	6	6,03	6,08	5,95	6,32	6,08	8,22	0,015652476
50	4,1	4,15	4,41	4,95	4,37	4,4	11,36	0,060373835
60	4,4	4,84	4,75	5,02	4,51	4,71	10,61	0,062609903
70	5,3	5,4	4,87	5,19	4,97	5,14	9,74	0,024596748
80	5,5	5,88	5,49	5,3	5,02	5,43	9,21	0,004472136
90	6	6,02	6,09	6,21	6,19	6,09	8,2	0,0313049532

- Grafique Velocidad terminal vs. Angulo de inclinación. Explique la gráfica. Sugiera un modelo matemático que represente a sus puntos experimentales.

  La velocidad se va incrementando a medida que el ángulo aumenta hasta llegar al valor máximo en aprox. 12 [cm/s] que corresponde a casi $50°$ y luego desciende. Aparentemente un modelo cuadrático representaría bien a los datos.

- Calcule el error asociado a cada una de sus mediciones e incluya el intervalo de confianza de cada dato en su gráfica.

  (ver tabla anterior)

- Indique el valor del ángulo de inclinación del plano que corresponde a la máxima velocidad terminal.

50°

- ¿Hay alguna forma de calcular la viscosidad del fluido a partir de los datos obtenidos en esta experiencia? Si es así indique cuál.

  Si, por medio de la ecuación de Stokes de la viscosidad.