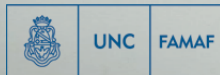


OAF

olimpiada argentina de fisica

cuadernillo de prácticas

LABORATORIO



La Olimpiada Argentina de Física, es una actividad creada y desarrollada en el seno de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FaMAF), de la Universidad Nacional de Córdoba.

Por resolución Nro. 612/98 del Honorable Consejo Superior de la Universidad Nacional de Córdoba, el Programa Olimpiada Argentina de Física forma parte de las actividades de extensión de esa casa de altos estudios.

Desde el año 1994, el Ministerio de Educación de la Nación auspicia y financia esta actividad.

La Olimpiada también es auspiciada por la Asociación Física Argentina (AFA).

Responsable Legal

Dra. Esther Galina (Decana Famaf)

Responsable Pedagógico

Dr. Gustavo Monti

Comité Organizador Ejecutivo de OAF

Dr. Gustavo Monti

Dr. Guillermo Aguirre Varela

Consejo Académico de OAF

Dr. Rodrigo Bürgesser

Dr. Sergio Ceppi

Dr. Carlos Condat

Dr. Axel Dente

Dr. Pedro Lamberti

Dra. Silvina Pérez

Dr. Rodolfo Pereyra

Dr. Guillermo Stutz

Dr. Alberto Wolfenson

esto para qué sirve? cómo lo uso?...

Este cuadernillo está pensado como otro instrumento (además de entrenamientos, pruebas preparatorias, pruebas locales, concursos de videos...) para acercar a docentes y alumnos en la actividad “Olimpiadas de Física”, en particular a la parte experimental. Con este objeto es que proponemos estas... “excusas”: ejercicios y situaciones problemáticas.

Esperamos que los alumnos intenten y logren resolver las propuestas planteadas en este cuadernillo, respondiendo las preguntas y elaborando las soluciones de los problemas dados. Por supuesto, esto no será posible sin que los docentes asesoren, ayuden y guíen a sus estudiantes.

Estos cuadernillos deben ser tomados como herramientas para que los estudiantes logren una mejor lectura comprensiva, elaboren sus propios mode-

los mentales para “comprender” las situaciones problemáticas, y manejen y asimilen los conceptos matemáticos necesarios en la resolución de todos los problemas que involucren la física.

Les sugerimos que comiencen con una lectura cuidadosa y detenida de todas las propuestas, llegando a la posterior contestación de las mismas sin que su simplicidad impida una discusión profunda de todas ellas.

el experimento

¿Para que sirve hacer experimentos u observaciones de los fenómenos físicos?

Nos sirve para entender los procesos físicos, para determinar cantidades físicas, para aprender. Cuando realizamos un experimento podemos ver en funcionamiento los fenómenos y esto nos ayuda a entender cómo funcionan las cosas.

Hacer un experimento conlleva el elaborar hipótesis, apoyadas en nuestras experiencias anteriores, en conocimientos anteriores, pensando nuevas formas de combinar las cosas que sabemos. O sea, hacer un experimento es un desafío que promueve el ser capaces de generar criterios de evaluación y valoración de cosas y situaciones nuevas o ya conocidas.

En el planteamiento del problema usamos modelos para describir los fenómenos físicos que pretendemos estudiar. Estos modelos son la forma en la que intentamos aproximarnos a la realidad física de las cosas, son los que nos permiten hacer predicciones y plantear nuevas hipótesis... por supuesto que siempre son incompletos, nunca describen acabadamente la realidad.

Algunas veces realizamos un experimento y los resultados que encontramos no resultan como esperábamos, no resultan como nos indicaban los modelos que usamos, obtenemos resultados completamente diferentes a los predichos por nuestros modelos... ¿qué debemos hacer?

En ocasiones pensamos que el experimento “*no anduvo*”, que podemos haber hecho algo mal. El asunto es que hay veces en las que el experimento “*sí anduvo*”... aunque el resultado no fuera el esperado; es decir que estamos verificando que nuestro modelo de la realidad no está completo o no es el correcto. Antes de tomar alguna determinación al respecto, debemos repetir cuidadosamente el experimento, debemos volver a medir.

Primero debemos revisar el dispositivo experimental... puede ser que en algún momento pensáramos hacer algún determinado paso y nos olvidamos,

o que algunos de los aparatos u otros elementos involucrados en el experimento haya tenido un mal funcionamiento. Luego de esta verificación: debemos repetir el experimento.

De todas maneras, hay que tener en cuenta de que salga como esperábamos, o no, **siempre hay que repetir el experimento... siempre hay que repetirlo... siempre hay que realizar más mediciones...** debemos ser capaces, además, de lograr describirlo precisamente para que otro también pueda realizarlo. Con estas verificaciones es como alcanzaremos la certeza de que nuestro modelo de la realidad física se aproxima a la realidad.

Los experimentos también nos dan el momento de plantearnos cosas nuevas, de preguntarnos cosas nuevas... habrá algunas más importantes que otras, algunas más interesantes... el asunto es que nos estimulan a preguntarnos cosas y a tratar de responderlas... aunque, en general, uno no pueda dar una respuesta completa y, a veces, ni siquiera dar un esbozo de respuesta: el intento es muy valioso, productivo y (¿por qué no?) divertido.

EJERCICIOS

Propuesta 1

Tarea

Determinar el espesor y el gramaje de una hoja de papel.

Elementos disponibles

- 50 hojas de papel iguales.
- Balanza.
- Regla.

Procedimiento

En base a los elementos disponibles, proponga e implemente un método para determinar el espesor y el gramaje de una hoja de papel.

Propuesta 2

Tarea

Determinar la densidad y la densidad aparente de la lenteja.

Elementos disponibles

- Lentejas.
- Balanza.
- Recipiente de volumen conocido.
- Recipiente graduado.

Procedimiento

Enrase, con un número conocido de lentejas (N), el recipiente de volumen conocido (V_a) y determine la masa de lentejas (m). Coloque en el recipiente graduado una cantidad de agua y vuelque las lentejas en el mismo. Asegúrese que todas las lentejas queden sumergidas y determine el volumen de las mismas (V).

Repita el procedimiento al menos 50 veces.

A partir de las mediciones realizadas, determine:

- la densidad aparente de la lenteja ($\rho_a = m / V_a$).

- la densidad de la lenteja ($\rho = m / V$).
- la masa de **una** lenteja.
- el volumen de **una** lenteja.

Confeccione un histograma con los valores de N obtenidos.

Propuesta 3

Tarea

Determinar la densidad de un cuerpo y su material.

Elementos disponibles

- Cuerpos de geometría simple.
- Regla.
- Balanza.
- Recipiente graduado.

Procedimiento

En base a los elementos disponibles, proponga e implemente un método para determinar la densidad de los cuerpos. En base a los resultados obtenidos,

determine el material de los mismos.

Propuesta 4

Tarea

Construir un densímetro.

Elementos disponibles

- Los que tenga a mano.
- Alcohol.
- Agua.

Procedimiento

Un densímetro es un instrumento de medición que sirve para determinar la densidad relativa de los líquidos sin necesidad de calcular antes su masa y volumen. Normalmente, está hecho de vidrio y consiste en un cilindro hueco con un bulbo pesado en su extremo para que pueda flotar en posición vertical.



Fabrique un densímetro para medir densidad de líquidos entre la densidad del agua (1 g m^{-3}) y del alcohol etílico (0.7 g m^{-3}).

Propuesta 5

El vuelo de una hoja de papel

La fuerza de resistencia (F) que sufre un cuerpo al moverse con velocidad (v) en el seno de un fluido (por ejemplo aire) está dirigida naturalmente en sentido contrario al movimiento y depende de la velocidad del cuerpo. Un modelo para esta dependencia es,

$$F = c v^\gamma$$

donde c y γ son constantes que dependen de la forma del cuerpo y de la naturaleza del fluido.

Tarea

Proponer e implementar un método para determinar los valores de c y γ para la caída de hojas de papel en el aire.

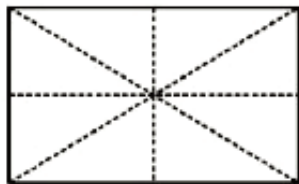
Elementos disponibles

- Hojas (A4)
- Cronómetro
- Regla
- Cinta métrica

Sugerencia

Para lograr que la actitud de caída sea constante, proceda de la siguiente manera:

- Doble la hoja de manera que se marque las diagonales y las medianas (forma de cruz) de la hoja (ver figura). Mediante estas marcas trate de dar a la hoja una forma ligeramente no plana y con punta, de manera de poder suponer que el área efectiva sigue siendo la de la hoja.



- Deje caer las hojas con la “punta” hacia abajo y determine la velocidad terminal a la que cae en aire quieto. Para cambiar la masa de “la hoja que cae”, realice mediciones con hojas apiladas.



Propuesta 6

Tarea

Determinar el coeficiente de dilatación volumétrica absoluta de un líquido.

Elementos disponibles

- Recipientes de vidrio.
- Aparato calefactor.
- Aceite de cocina.
- Hielo.
- Marcador indeleble.
- Regla

Procedimiento

Utilizando los elementos disponibles, determine el coeficiente de dilatación volumétrica absoluta del aceite de cocina con la temperatura.

1. Realice un análisis teórico de la situación problemática
2. Implemente un método para determinar el coeficiente de dilatación volumétrica del líquido.

Nota: Suponga conocido el coeficiente de dilatación volumétrica con la temperatura del vidrio de los recipientes utilizados ($= 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Recomendaciones

Si realiza calentamiento a baño María, recuerde que el fondo del recipiente que está calentando no debe tocar al recipiente que recibe la llama directamente.

Desafío

Piense como se podría implementar un método para el agua.

Propuesta 7

Tarea

Determinar el calor latente de fusión del hielo.

Elementos disponibles

- Agua líquida (toda la necesaria).
- Hielo (a temperatura menor que 0°C , todo el necesario).

- Aparato para calentar agua.
- Recipientes (todos los necesarios)
- Recipiente graduado para medir volúmenes (calibrado a temperatura ambiente)

Procedimiento

Utilizando los elementos listados implemente un método para determinar el calor latente de fusión del hielo.

Recomendaciones

Suponga que está utilizando agua destilada.

Propuesta 8

Tarea

Determinar del índice de refracción de líquidos.

Elementos disponibles

- Recipiente

- Transportador
- Regla
- Alfileres
- Telgopor
- Hojas blancas
- Aceite
- Agua

Procedimiento

Utilizando los alfileres como objetos, diseñe e implemente experimentos para determinar el índice de refracción del agua y del aceite

Propuesta 9

Tarea

Construir un electroscope.

Elementos disponibles

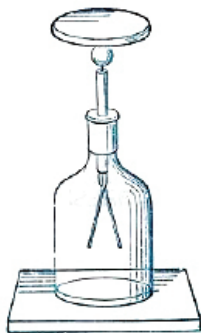
- Los que tenga a mano.

Procedimiento

El electroscope es un instrumento que se utiliza para determinar si un cuerpo está cargado y el signo de la carga que tiene.

El electroscope consiste de una varilla metálica vertical que tiene una esfera en la parte superior y en el extremo opuesto dos láminas de oro o de aluminio muy delgadas. La varilla está sostenida en la parte superior de una caja de vidrio transparente con un armazón de cobre en contacto con tierra. Al acercar un objeto cargado a la esfera, se induce carga en la varilla y en las láminas. Como las láminas tienen carga de igual signo se repelen, separándose, siendo su separación una medida de la cantidad de carga. La fuerza de repulsión electrostática se equilibra con el peso de las hojas. Si se aleja el objeto de la esfera, las láminas, al perder la polarización, vuelven a su posición normal.

Si el objeto cargado toca la esfera, parte de la carga se transfiere al electroscope y el mismo queda cargado. Si se conoce el signo de la carga transferida,



puede determinarse el signo de carga eléctrica de otro objeto aproximándolo a la esfera. Si las laminillas se separan significa que el objeto está cargado con el mismo tipo de carga que el electroscopio. De lo contrario, si se juntan, el objeto y el electroscopio tienen carga con signos opuestos.

- Fabrique un electroscopio y utilice el mismo para determinar dos objetos que se carguen, por efecto triboeléctrico (por frotación), con cargas de signo opuesto.

Propuesta 10

Tarea

Fabricar una balanza usando una palanca de primer orden.

Elementos disponibles

- Varilla rígida (según rango de uso).
- Peso conocido (según rango de uso).
- Hilo.
- Recipientes contenedores.
- Regla o cinta métrica.

- Punto de apoyo (según rango de uso).

Propuesta 11

Tarea

Determinar la constante elástica de una bandita elástica a temperatura ambiente. Fabricar una balanza.

Elementos disponibles

- Bandita elástica.
- Pesas calibradas.
- Regla.

SITUACIONES PROBLEMÁTICAS

Situación 1

Para cada tarea realizar un informe breve que conste de lo siguientes puntos:

- a) Objetivo
- b) Descripción del método de medición (esquema).
- c) Valores medidos (tablas, gráficos, etc.).
- d) Resultado.

Consigna 1

Determine el coeficiente de rozamiento estático entre una regla y una goma.

Consigna 2

Determine la densidad de una hoja de papel (utilizar hojas de papel de masa por metro cuadrado conocida, por ejemplo 70 gr/m^2).

Situación 2

Construcción de un termómetro de gas

Objetivo

Construir un termómetro de gas utilizando elementos de fácil acceso.

Breve descripción

Un termómetro de gas utiliza como sustancia termométrica un gas. El principio de funcionamiento radica en que si una determinada cantidad de gas encerrada en un recinto de volumen V_1 , a una presión P_1 y a una temperatura T_1 , se pone en contacto con un cuerpo a una temperatura T_2 , con el cual alcanza el equilibrio térmico, experimenta un cambio de presión y volumen (P_2 y V_2) (ver figura).

Suponiendo que se trata de un gas ideal, el cambio de presión, volumen y temperatura cumplirá con la ecuación de estado de los gases ideales:

$$P V = n R T$$

donde P es la presión del gas, n el número de moles de gas, V el volumen que ocupa y T la temperatura a la que se encuentra.

Así, para un número de moles constante de gas ideal, se cumple la relación

entre las variables termodinámicas correspondientes al estado (1) y al estado (2):

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Para el caso de la figura se cumplirá que:

$$\begin{aligned}P_1 &= P_{atm} + \rho g h_1 \\P_2 &= P_{atm} + \rho g h_2 \\V_2 &= V_1 + A (h_2 - h_1)\end{aligned}$$

Donde P_{atm} es la presión atmosférica ($1,013 \cdot 10^5$ Pa), ρ es la densidad del agua ($1,0 \text{ g cm}^{-3}$), g es la aceleración de la gravedad ($9,80 \text{ m s}^{-2}$), A es la sección transversal del tubito, h_1 y h_2 con los niveles de agua en cada estado.

Con las consideraciones anteriores, se puede arribar a la siguiente aproximación:

$$\frac{T_2}{T_1} \cong 1 + \left[\frac{\rho g}{P_{atm}} + \frac{A}{V_1} \right] [h_2 - h_1]$$

Consigna 1

Realizar la construcción de un dispositivo similar al de la figura.

Es importante lograr que el sistema no tenga “pérdidas” (utilizando cera, plas-

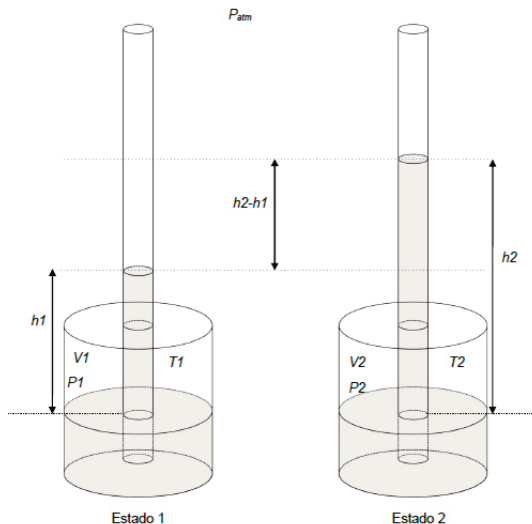
tilina, etc.); esto es, que no cambie la cantidad de gas encerrado en el recinto.

Elementos que pueden resultar de utilidad

- Un recipiente con tapa (frasco estéril para análisis)
- Un sorbete o tubito fino
- Plastilina (paquete chico)
- Vela de cera (candela) y fósforos... ¡solo bajo supervisión del profesor!
- Agua
- Calentador de Agua... ¡solo bajo supervisión del profesor!
- Agua con hielo
- Termómetro áulico
- Regla
- Cinta adhesiva de papel (fina)
- Lapicera (puede ser de tinta indeleble)

Consigna 2

Realizar la calibración del dispositivo para que funcione como termómetro entre 0°C y 40°C. Esta calibración se puede realizar con un punto fijo o con dos valores de temperatura conocidos.



Consigna 3

Determinar la temperatura ambiente con el termómetro construido y compararla con el valor que indica el termómetro áulico.

Situación 3

Objetivos

- Construir un electroimán.
- Construir una brújula.
- Verificar si el comportamiento del módulo del campo de inducción magnética producido por un dipolo magnético sobre el eje del mismo, responde a una ley del tipo $1/x^3$.

Breve descripción

Un **electroimán** es un dispositivo mediante el cual se obtiene un campo de inducción magnética **B**. Una configuración usual consiste en un clavo de hierro (o algún otro material ferromagnético) sobre el cual se ha bobinado algún número de vueltas de alambre de cobre (*ver figura 1*).

Cuando la bobina se conecta a una fuente de tensión, la corriente eléctrica que circula por ella produce un campo de inducción magnética. El campo **B** que se consigue mediante un electroimán depende de la configuración geométrica utilizada; en el caso del descrito arriba (clavo y bobina) es similar al de un dipolo magnético.

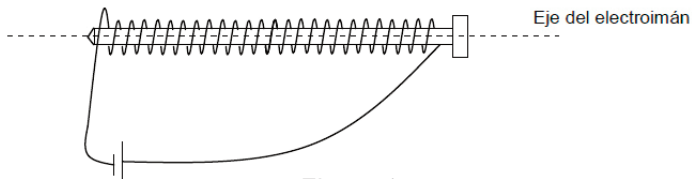


Figura 1

El módulo del campo de inducción magnética, B , producido por un dipolo magnético de módulo P_m a lo largo de la dirección de eje del dipolo y a una distancia x , está dado por:

$$B = \frac{\mu_0}{2 \pi} \frac{P_m}{x^3}$$

La dirección del vector campo de inducción magnética en este caso es la del eje x .

Una **brújula** es un instrumento mediante el cual se puede determinar la dirección norte-sur (N-S) sobre la superficie terrestre; en general, se puede usar para determinar la dirección, en un punto determinado, de un campo de inducción magnética cualquiera. Consiste de una aguja imantada que puede

girar libremente, por lo que se orienta en la dirección del campo de inducción magnética.

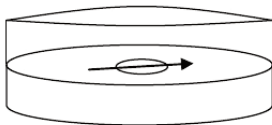


Figura 2

Consigna 1

- Realizar la construcción de un electroimán similar al de la *figura 1*, con una bobina de al menos 30 vueltas de alambre.
- ¡Verificar su funcionamiento! Describir el procedimiento utilizado.

Elementos que pueden resultar de utilidad

- Un clavo de unos 5cm de largo.
- Alambre fino de cobre (hilos de cables de electricidad, alambre esmaltado de bobinas, etc.), aproximadamente 1m.
- Cinta adhesiva de papel.
- Cables conductores para conexiones eléctricas.
- Pila de 1,5 V (en lo posible tipo A y nueva).

Nota: Es importante que las vueltas de alambre que se bobinan no se cortocircuiten entre sí ni con el clavo. Para esto, en caso de no usar alambre esmaltado, se recomienda cubrir el clavo con un aislante (cinta de papel o papel) y cuidar de que las vueltas de alambre estén y permanezcan separadas entre sí.

Consigna 2

- a) Realizar la construcción de una brújula similar a la de la *figura 2*.
- b) ¡Verificar su funcionamiento! Describir el procedimiento utilizado.

Elementos que pueden resultar de utilidad

- Una tapa o recipiente de poca profundidad y no metálico (por ejemplo, tapa de frasco estéril para análisis).
- Un alfiler magnetizado.
- Un trocito de papel
- Agua.

Notas: Magnetice el alfiler utilizando el electroimán. Para esta tarea debe apoyar la cabeza del alfiler sobre la cabeza del clavo/núcleo del electroimán (con este último en funcionamiento).

Es importante que la aguja pueda rotar libremente; para esto, utilice un trocito de papel para asentarla, el mismo flotará sobre una superficie de agua. Ni la aguja ni el barquito (papelito) deben tocar el borde de la cubeta.

Consigna 3

- Verificar que el módulo del campo de inducción magnética B a lo largo del eje del electroimán varía con la distancia como el de un dipolo magnético, esto es:

$$B \propto \frac{1}{x^3}$$

Elementos que pueden resultar de utilidad

- La brújula construida.
- El electroimán construido.
- Hojas en blanco.
- Papel milimetrado.
- Regla.
- Lápiz.

Para realizar la verificación ubique el eje del electroimán perpendicular al campo magnético terrestre y sobre un plano paralelo a la superficie terrestre. De esta manera, la presencia del campo del electroimán sumado vectorialmente al terrestre producirá una desviación de la aguja respecto de la dirección norte-sur (N-S). La tangente trigonométrica del ángulo (α) entre la aguja y la dirección norte-sur es proporcional al campo de inducción magnética producido por el electroimán. Determine la tangente de α para diferentes distancias x entre el electroimán y la aguja de la brújula.

Procedimiento sugerido

- a) Apoye la “brújula” sobre un extremo de una hoja de papel de tal manera que el lado corto quede alineado con la dirección N-S. Pegue, con cinta adhesiva, la hoja a la mesa y marque sobre la hoja el contorno de la cubeta de la brújula.
- b) Marque una recta que “contenga” a la aguja y una recta perpendicular que pase por el centro de la aguja y sea paralela al lado largo de la hoja (dirección E-O). El punto de intersección es el origen del sistema de coordenadas que se utilizará.
- c) Apoye el electroimán sobre la línea E-O, a una distancia x del centro de la aguja y enciéndalo. Verifique que la aguja se reorienta y

marque la posición del electroimán.

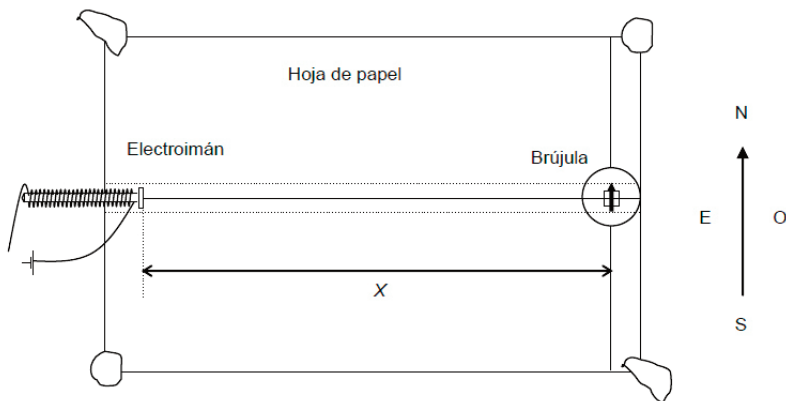


Figura 3

- d) Trace una recta que “contenga” a la aguja. Para esto apoye la regla sobre la cubeta en la dirección de la aguja (no cometa errores de paralaje), desconecte el electroimán, marque la recta sobre el papel.
- e) A partir de los catetos (h y h^*) del triángulo determinado por la recta

trazada en b) y por la trazada en d) y un borde de la hoja, determine la tangente del ángulo entre la dirección de la aguja en presencia del electroimán y la dirección N-S.

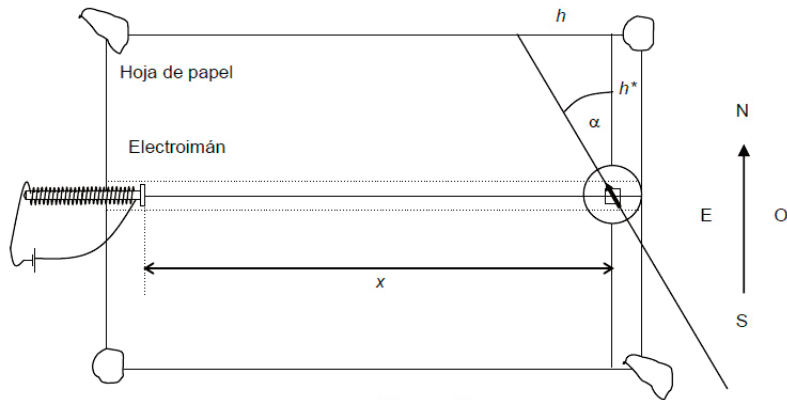


Figura 4

f) Consigne en una tabla los valores de $\operatorname{tg} \alpha$ y de x correspondientes.

Repita el procedimiento de c), d), e) y f), para diferentes posiciones (x) del electroimán.

g) Haga un grafico ($1/x^3$ vs $\tan \alpha$). Verifique si el comportamiento es lineal, en tal caso ajuste una recta.

Recomendaciones

- Utilice en la brújula un nivel de agua del orden de 5 mm por sobre el nivel del la hoja de papel, para considerar que la aguja imantada y el eje del electroimán están en el mismo plano.
- Ni la aguja ni el barquillo (papelito) deben tocar el borde de la cubeta.
- Para determinar la dirección de la aguja utilice la regla como guía y trace la recta que “contiene” a la aguja sobre el papel base.
- Mida las distancias desde la cabeza del clavo hasta el centro del alfiler y déjelas asentadas en el papel base.
- Mantenga la pila alejada de la brújula durante todo el experimento.
- Utilice cables de conexión al electroimán suficientemente largos.
- Desconecte la pila luego de cada medición.
- Trabaje sobre una mesa que no tenga partes ferromagnéticas, o con el electroimán y la brújula suficientemente alejados de dichas partes.

- Luego de cada medición verifique que la aguja de la brújula esté ubicada en la posición original (con el centro en el origen de coordenadas).

Situación 4

Determinación del ángulo de reposo de materiales granulados.

Elementos disponibles

- Acrílico (caja de CD).
- Cinta adhesiva de papel.
- Un marcador (en lo posible indeleble).
- Una regla, transportador.
- Hojas en blanco, lápiz.
- Una trincheta o cuchillo (para cortar las pestañas de acrílico). Recuerde que su uso es peligroso y debe tener el máximo cuidado; en lo posible esta tarea debe ser supervisada por el docente.
- Un pequeño embudo de plástico o de papel.
- Sal fina, entrefina (parrillera) y gruesa.

- Azúcar.
- Balanza (optativa).

Consigna 1

- Armar el aparato de medición (***celda de Hele-Shaw***).

Procedimiento

1. Desarme la caja de CD, quedándose sólo con las caras transparentes (ver figura 1).

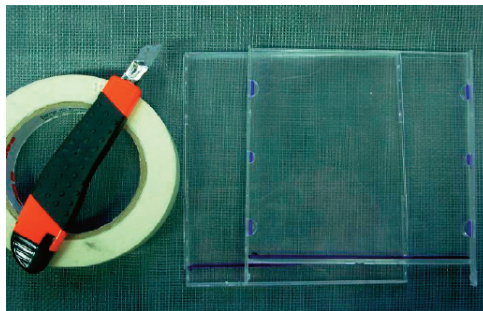


Figura 1

2. Con la trincheta, haciendo presión, corte las pestañas de acrílico que hay en su interior (las que sostenían el plástico sobre el que va apoyado el CD).
3. Corte la franja de las placas que corresponde a las pestañas en donde están las “bisagras” de la caja. Esta tarea es difícil y puede ser peligrosa, pida el asesoramiento del profesor.
4. Una ambas placas, como si fuese a armar nuevamente la caja. Asegúrela y selle los bordes (excepto la boca) con la cinta adhesiva de papel (ver figura 2).

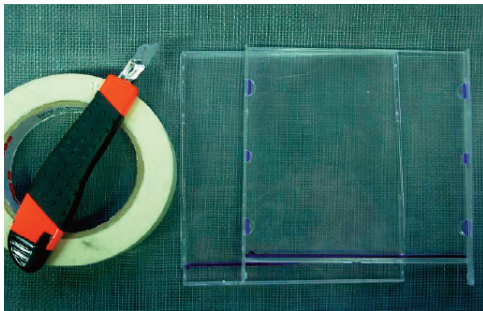


Figura 2

Consigna 2

- Determinar el ángulo de reposo de materiales granulados.

Procedimiento

Determinar el ángulo de reposo de la sal fina.

5. Cargue la “celda” con sal fina (mediante el embudo) hasta aproximadamente la mitad de su altura (*ver figura 3a*).
6. Sin que se pierda su contenido rote la celda hasta lograr que se forme una superficie plana horizontal (*ver figura 3b*).
7. Vuelva la celda a la posición de trabajo, rotándola suavemente. (*ver figura 3c*).
8. Determine el ángulo de reposo de la sal fina.
9. Repita este procedimiento, al menos 10 veces.



Figura 3a

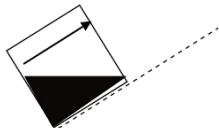


Figura 3b



Figura 3c

Consigna 3

- Determinar el ángulo de reposo de la sal entre-fina (parrillera), sal gruesa y del azúcar.

Consigna 4

- Determinar la densidad aparente de cada una de las “sales” usadas y, también, la del azúcar.

10. Llene con sal un recipiente de volumen conocido.

11. Determine la masa de sal empleada para llenar el recipiente.

12. Calcule la densidad aparente de los materiales granulados que usó (sal, etc.).

Consigna 5

- Confeccionar un grafico “ángulo de reposo (ordenada) versus densidad aparente (abscisa)”.

Situación 5

Objetivo

- Estudiar la potencia calórica de una vela.

Breve descripción

Una vela es un cilindro de cera con un pabilo en el eje para que pueda encenderse y como resultado de la combustión de la cera irradiar luz y calor.

La llama de la vela tiene diferentes temperaturas (*ver figura 1*) e irradia calor y luz en todas direcciones. Sin embargo, por el mecanismo de convección, el calor principalmente fluye en la dirección vertical (hacia donde apunta la llama).

El flujo de calor que emite la vela en la dirección de su eje (vertical) se puede estudiar mediante el dispositivo que

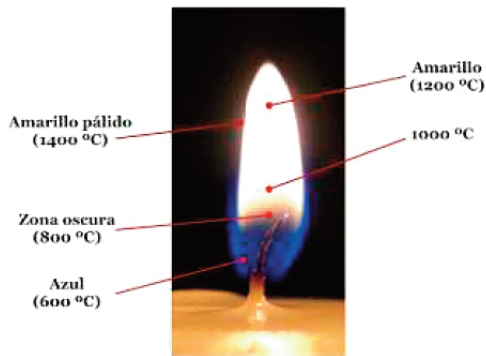


Figura 1

se esquematiza en la *figura 2*. El mismo consiste de un cubito de hielo, apoyado sobre una chapa metálica fina, que está ligeramente inclinada. Por debajo de la chapa y en coincidencia con un eje que pasa por el centro del cubito se coloca la vela. La llama de esta última está a una distancia d de la chapa. En el extremo inferior de la chapa se ubica una jeringa graduada, sin émbolo y con el extremo fino (donde va la aguja) tapado (podría ser reemplazada por una probeta).

El agua producida por la fusión del hielo se recolecta en la jeringa y se determina su volumen V_a . Determinando V_a en función del tiempo (t) y sabiendo el calor latente del hielo (80cal/g), se puede

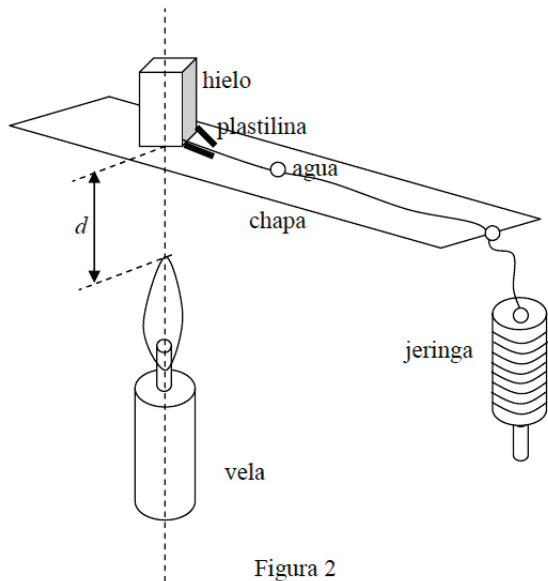


Figura 2

estimar la cantidad de energía por unidad de tiempo (potencia) que le ha llegado al hielo proveniente de la vela.

Consignas

- a) Enuncie algunas de las hipótesis que se han realizado en la descripción previa y que no se han enunciado explícitamente. Algunas que involucren a la chapa y se relacionan con sus dimensiones. Otras que se relacionan con la temperatura del ambiente, del hielo, del agua.
- b) Mida la temperatura ambiente.
- c) Implemente el dispositivo propuesto.
- d) Mida el aporte de calor proveniente del ambiente. Determine si es despreciable o no.
- e) Realice las mediciones de V_a en función de t para, al menos, tres distancias chapa-llama (d) diferentes. Cada conjunto debe estar compuesto por no menos de diez pares (t, V_a).
- f) Haga un gráfico t vs *masa de hielo fundido*, correspondiente a cada distancia d . Verifique si el comportamiento es aproximadamente lineal, en tal caso ajuste una recta.
- g) A partir de los gráficos anteriores estime la potencia (P) recibida por

el cubito de hielo en cada caso.

h) Presente estos resultados en un gráfico (d vs P). Extrapole estos resultados al valor $d=0$ y determine un valor P_M .

Elementos que pueden resultar de utilidad

- Chapa metálica fina (espesor despreciable).
- Cubitos de hielo (al menos 3).
- Plastilina (para evitar que el hielo deslice como consecuencia de la pendiente con la que se ha puesto la chapa).
- Vela (marca Ranchera o de calidad equivalente).
- Regla, papel milimetrado o cuadriculado, lápiz.
- Jeringa graduada de 10ml o más.
- Cronómetro.
- Soportes, pinzas de madera (tipo broches de los de colgar la ropa).
- Recipientes para agua.

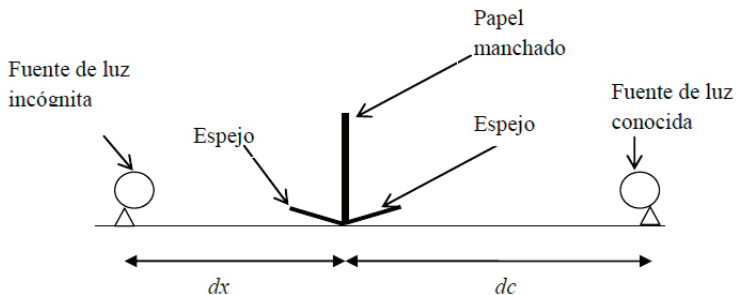
Situación 6

Fotometría

La fotometría es la parte de la física que se ocupa de determinar las intensidades de las fuentes luminosas.

Un fotómetro es un instrumento que se utiliza para determinar la intensidad de la luz emitida por una fuente. En general, se realiza la comparación con la intensidad emitida por una fuente patrón.

El Fotómetro de Bunsen consiste de un arreglo experimental como el que se indica en la figura.



Entre las fuentes de luz, sobre la línea que las une, se coloca un marco que soporta una hoja de papel en la que hay una mancha de aceite. Mediante dos espejos dispuestos en forma adecuada se pueden observar en forma simultánea ambos lados de la mancha (ambos lados de la hoja). De la comparación visual de la apariencia de cada lado de la mancha se puede determinar cuál es el lado que está recibiendo mayor iluminación.

Acercando o alejando de la mancha la fuente incógnita (de intensidad I_x), es posible determinar su relación de intensidad con la fuente de intensidad conocida (I_c) ubicada a una distancia dc de la mancha. Se trata de medir la distancia para la cual ambos lados del papel están igualmente iluminados (dx); esto es, cuando ambos lados del papel presentan la misma apariencia. Determinando cantidad dx , es posible utilizar la ecuación (1) para calcular el cociente entre la intensidad I_x de la fuente incógnita y la intensidad I_c de la fuente conocida.

$$\frac{I_x}{(dx)^2} = \frac{I_c}{(dc)^2} \quad (1)$$

Elementos disponibles

- Fuente de luz conocida
- Fuente de luz incógnita

- Cinta métrica
- Cinta de papel
- Plastilina
- Papel
- Aceite
- Palitos de Helado
- Espejos

Desarrollo del trabajo

Considere la intensidad de una de las dos fuentes provistas como conocida. Identifique esta fuente mediante un rótulo.

- a) Utilizando solamente los elementos provistos implemente un fotómetro de Bunsen. Esquematice su diseño etiquetando cada uno de los elementos que lo componen.
- b) Realice las mediciones necesarias para determinar el cociente entre la intensidad de luz de la fuente incógnita y la intensidad de la luz de la fuente conocida. Vuelque sus resultados en una tabla e informe el valor de intensidad determinado.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

- A. Maiztegui, J. Sábato, *Introducción a la Física*, Editorial Kapeluz.
- A. Maiztegui, R. Gleiser, *Introducción a las mediciones de laboratorio*. Editorial Kapeluz, 1980.
- R. Serway, *Física*, Tomo 1 y 2, Editorial Mc Graw Hill.
- R. Resnick, D. Halliday, K. Krane, *Física*, Volumen 1, 4ta. edición, Editorial CECSA.
- Sears, Zemansky, Young & Freedman, *Física*, 12da. edición, Editorial Addison-Wesley (Pearson Educación).
- S. Pérez, C. Schürer, G. Stutz. *Trabajos de Física. Análisis de Datos e Incertidumbres en Física Experimental*. FaMAF, 2011.

La Olimpíada Argentina de Física (OAF) promueve la participación de docentes y estudiantes en una actividad científica extraescolar, que si bien tiene aspectos competitivos, no persigue como fin la competencia. Se entiende que la OAF es una tarea extraescolar en el sentido de que se propone desde afuera de la escuela, pero su preparación y desarrollo debe servir como un elemento más en las actividades en el aula de Física.

Una característica principal de la Olimpíada de Física es su descentralización: en distintas regiones del país, escuelas y docentes participan en la organización con total independencia y sin competir entre las regiones, cada una dentro de sus posibilidades y en su propio nivel. Se parte desde cada establecimiento educativo individualmente (directivos, profesores, alumnos), para luego compartir experiencias con otros colegios en competencias más abarcativas, hasta llegar a la instancia nacional.

Otra característica muy importante, es la naturaleza misma de la Física que hace imprescindible que las pruebas tengan una parte de lápiz y papel y también una parte experimental, en la que el proceso de medición es central.



Olimpíada Argentina de Física
Facultad de Matemática, Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba
Medina Allende s/n - Ciudad Universitaria - 5000 - Córdoba - Argentina
Tel.: 0351-5353701 (int. 41361) - Correo electrónico: oaf@famaf.unc.edu.ar