

Olimpiada Argentina de Física

Cuadernillo de Pruebas 2009

El presente cuadernillo contiene todos los problemas que fueron presentados a los participantes de la Olimpiada Argentina de Física 2009.

En primer lugar figuran los enunciados de la prueba (teórica y experimental) correspondiente a la Instancia Nacional. A continuación se presentan los problemas tomados en las diversas pruebas locales (se indica lugar de origen y categoría de los colegios participantes).

Debemos destacar que hemos tratado de no realizar modificaciones en los enunciados y presentarlos tal como llegaron a los alumnos, aún con aquellos errores obvios de escritura u ortografía.

Creemos que este cuadernillo puede ser utilizado provechosamente como material de entrenamiento para futuras competencias o como guía para problemas de clase.

A todos aquellos que colaboraron en la realización de la 19ª Olimpiada Argentina de Física, nuestro más sincero agradecimiento.

Comité Organizador Ejecutivo

Instancia Nacional Prueba Teórica

Problema 1: Señal luminosa en isla desierta.

Usted se encuentra en una isla desierta y luego de recorrerla encuentra una lámpara, cuatro cajas conteniendo cada una 12 pilas y algunos cables. La lámpara es de 100 W con resistencia de $9\ \Omega$ y las pilas son de 6 V con resistencia interna de $3\ \Omega$.

Con estos elementos decide armar un circuito para enviar señales luminosas cuando pase un avión o un barco cerca de la isla. Con el objeto de ser observado desde lo más lejos posible se debe lograr la mayor iluminación de la lámpara y para esto es necesario hacer circular la máxima corriente a través de la misma.

Con este objetivo Ud. arma un circuito de manera de tener M ramas en paralelo y en cada una de ellas N pilas en serie, de manera tal de **utilizar todas las pilas encontradas ($M \cdot N = 48$)**.

- Encuentre una expresión para la corriente que circula a través de la lámpara en términos de N y M
- Encuentre los valores de M y N correspondientes al circuito con el cuál se logra hacer circular la máxima corriente a través de la lámpara.
- Encuentre los valores de M y N con los cuales se logra la mayor iluminación sin quemar la lámpara
- Sabiendo que la eficiencia lumínica de la lámpara es de 6 lum/W, y que la sensibilidad de los bastones del ojo humano es de 10^{-6} lum/m² calcule la máxima distancia a la cual podrán ser observadas las señales.

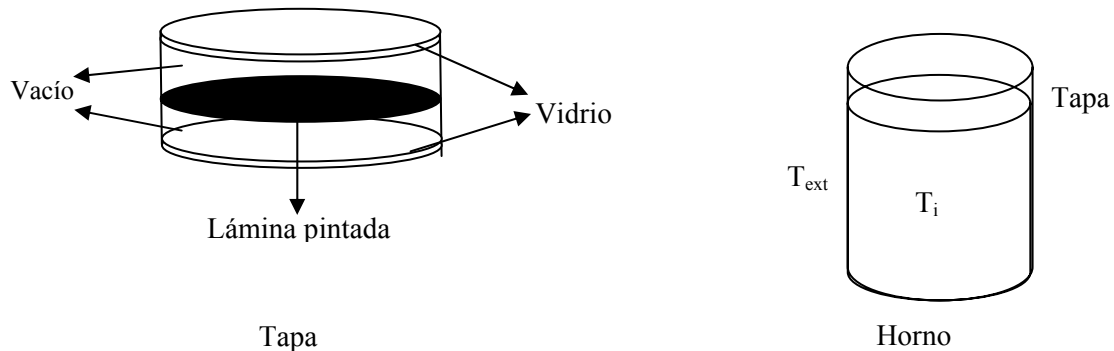
Nota: Para los puntos a , b y c considere que la resistencia no cambia con la temperatura.

Ayuda: La expresión $(ax + b/x)$, con $x > 0$, toma un valor mínimo para $x^2 = b/a$

Problema 2: Horno por radiación.

Un sistema para calentar agua de piletas de natación aprovechando la radiación solar consiste de una cañería pintada de negro, por cuyo interior circula agua. Externamente los caños están rodeados de un espacio al vacío delimitado por un tubo de acrílico de baja conductividad térmica, evitando de esta manera los efectos de convección y conducción del calor con el exterior. Aprovechando esta idea, un inventor decide fabricar un horno que le permita calentar agua aprovechando la radiación solar. De esta manera diseña la tapa del horno con las características mostradas en la Figura

La lámina intermedia está pintada de plateado de un lado y de negro del otro, lo que permite reflejar o absorber la radiación que incide sobre ella regulando



la temperatura del interior del horno. Esta tapa puede ser colocada con el lado negro o el plateado hacia fuera.

En un ambiente a temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, se encuentra experimentalmente que cuando el sistema alcanza el estado estacionario (es decir todas las temperaturas se mantienen constantes) la temperatura en el interior del horno es de $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En estas condiciones y suponiendo que:

- La tapa tiene un área de $1/2\text{ m}^2$
- La radiación solar promedio por unidad de área es $P_s = 1000\text{ W/m}^2$
- La reflectividad del lado plateado es del 90% y del lado negro del 10%.

- a) Encontrar una expresión para la potencia absorbida por la lámina en términos de los coeficientes de reflectividad interior (r) y exterior (R)
- b) Encontrar una expresión para la potencia irradiada por la lámina en función de r , R y su temperatura (T_L).
- c) Encontrar una expresión para la temperatura que adquiere la lámina.
- d) ¿En que caso (con la cara plateada hacia fuera o hacia adentro) la temperatura que adquiere la lámina es mayor? Justifique.

- e) ¿En que caso la potencia irradiada por la lámina hacia el interior del horno es mayor? Justifique.
- f) Calcule la potencia perdida por las paredes del horno en ambos casos.

AYUDA: Se sabe que la energía emitida por unidad de tiempo y por unidad de área por un objeto a temperatura T está dada por la ley de Stefan-Boltzmann

$$E = e \cdot \sigma \cdot T_e^4 \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$$

donde σ es una constante universal y e es la emisividad. Un cuerpo en equilibrio con sus alrededores emite y absorbe la misma cantidad de energía en la unidad de tiempo, manteniendo su temperatura constante. Para un absorbedor ideal $e = 1$.

Los coeficiente de absorción A y de reflectividad R satisfacen $A + R = 1$

La emisividad e es igual al coeficiente de absorción A .

Problema 3: Una sorpresa extraterrestre.

Una civilización proveniente de algún sistema planetario lejano, pone en órbita alrededor de la Luna un objeto en forma de prisma. Tan pronto como los humanos se enteran de su presencia, los científicos de la Tierra comienzan a estudiar las propiedades de ese extraño objeto. Las observaciones que realizaron indican que el objeto en su movimiento orbital, permanece siempre en el plano de la órbita Tierra – Luna, que realiza una órbita circular alrededor de la Luna, que la extensión de la bisectriz del prisma pasa en todo momento por el centro de la Luna (ver figura 1) y que su período de revolución es de 2 horas y 40 minutos. A partir de esta información,

a) calcule la distancia Luna – prisma.

Nota 1: Suponga que el efecto gravitatorio de la Tierra sobre el objeto es despreciable y que para describir su movimiento alrededor de la Luna lo pensamos como un cuerpo puntual.

Para estudiar tanto las características geométricas como el material con el que se ha construido el prisma, los científicos planifican el siguiente experimento: cuando el objeto se encuentra en la posición indicada en la figura 2 (dibujo no a escala), se envían desde la Tierra dos poderosos rayos laser, paralelos al eje que pasa por el centro de la Tierra, el centro de la Luna y por el vértice del prisma. Esos rayos, al tocar la superficie del prisma, sufren tanto una reflexión como una refracción. Los rayos reflejados son captados por sensores ubicados sobre la superficie lunar que se encuentran separados entre si por una distancia $d_{AB} = 200$ km medida sobre la superficie lunar. A partir de este dato:

b) Calcule el ángulo de refringencia α del prisma (ver figura 3).

Por otro lado, los rayos que se refractaron en el prisma, emergen del mismo por la cara más cercana a la luna, para luego ser detectados por sensores ubicados sobre la superficie lunar y separados por una distancia $d_{CD} = 100$ km (ver figura 2). A partir de esta información.

c) Calcule el ángulo θ_r' con que los rayos emergen del prisma luego de la segunda refracción (ver figura 3).

d) Muestre que el índice de refracción del prisma está dado por las siguiente expresión:

$$n = \sqrt{\cos^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) + \left(\frac{\sin\theta_r' + \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}\right)^2}$$

e) Determine el índice de refracción n del prisma. Expresé el resultado con cuatro cifras significativas.

Nota 2: En los puntos b) y c) considere que el prisma es lo suficientemente pequeño como para suponer que todos los rayos (tanto los reflejados como los refractados) emergen de un único punto interior al prisma.

Nota 3: Considere que la luz se propaga a velocidad infinita.

Nota 4: Para todos los cálculos trabaje con seis cifras significativas.

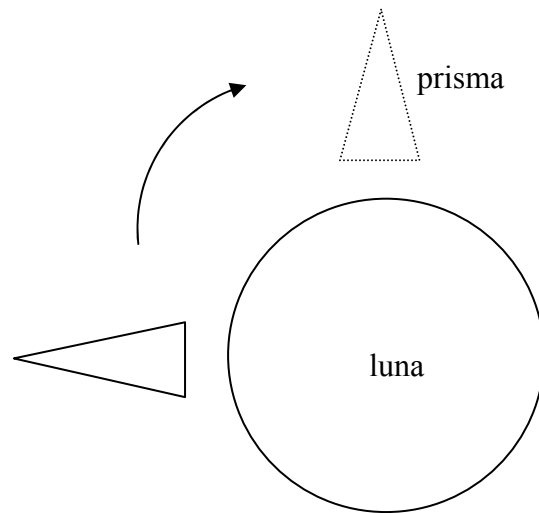


Figura 1

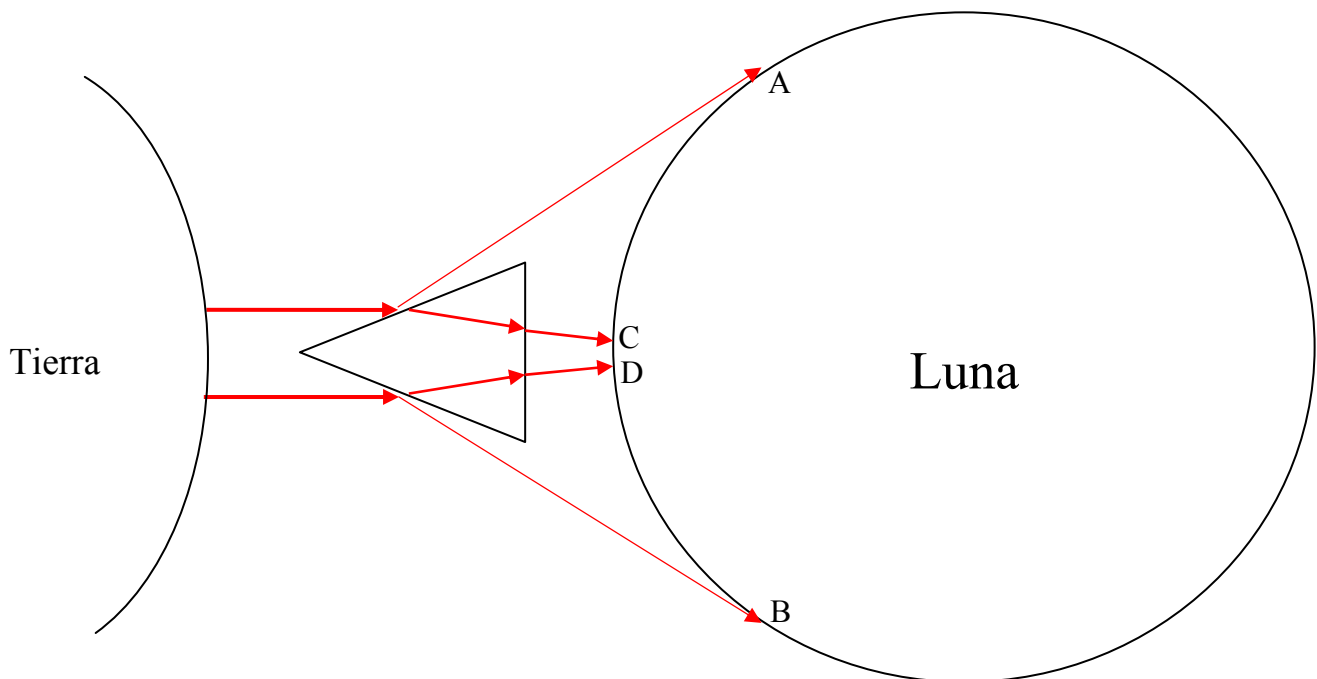


Figura 2

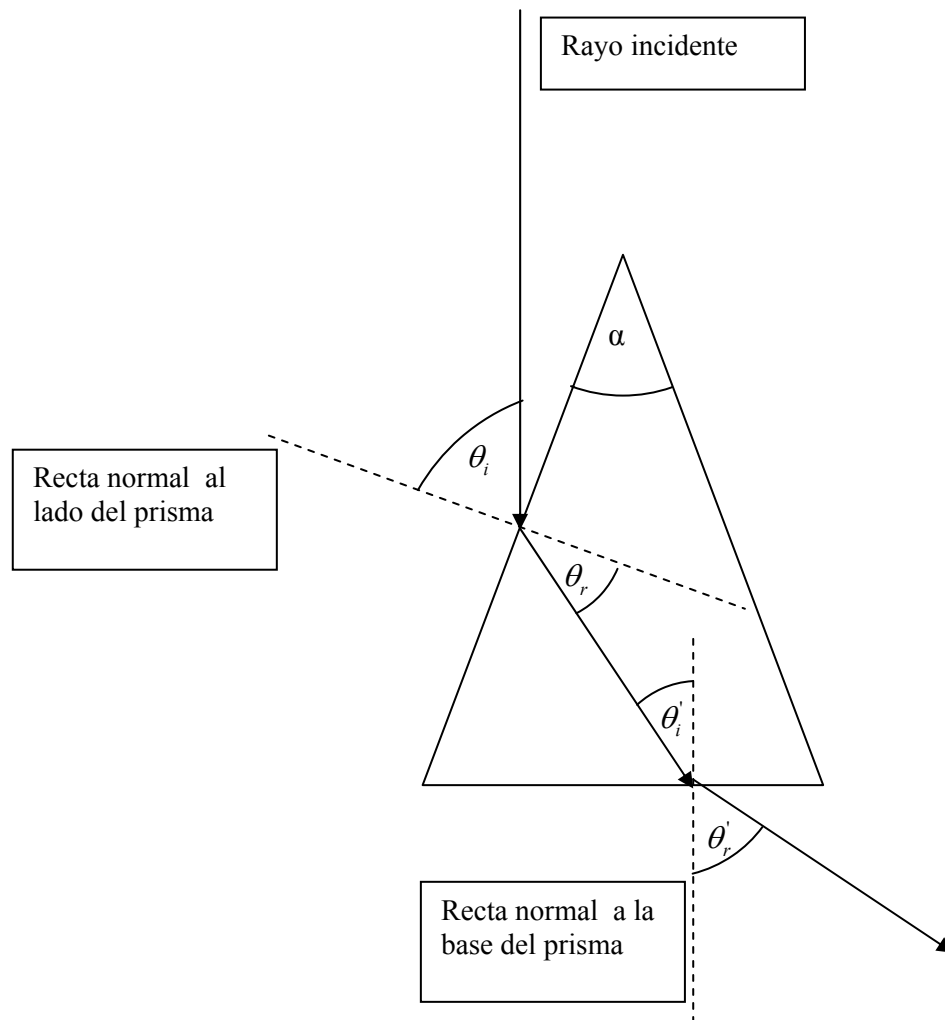


Figura 3: Diagrama no a escala de uno de los rayos que inciden en el prisma y sus respectivas refracciones. Los ángulos se han exagerado para mayor claridad en el dibujo.

Datos necesarios:

1. Radio de la Luna: 1737 km
2. Índice de refracción del vacío: 1
3. Masa de la Luna: $7,35 \times 10^{22}$ kg
4. Constante Universal de la Gravitación: $6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$

Fórmulas útiles:

$$\sin(a \pm b) = \sin(a)\cos(b) \pm \cos(a)\sin(b)$$

$$\cos(a \pm b) = \cos(a)\cos(b) \mp \sin(a)\sin(b)$$

$$\sin(a/2)\cos(a/2) = (1/2)\sin(a)$$

Instancia Nacional Prueba Experimental

Ley de Lambert-Beer

Cuando una haz de luz atraviesa una sustancia, que contiene centros dispersores de luz, la intensidad del haz se atenúa de acuerdo con la siguiente expresión:

$$I = I_0 10^{-\alpha CL}, \quad (1)$$

donde I_0 es la intensidad de luz incidente, I es la intensidad de luz luego de atravesar la sustancia, L el camino recorrido por el haz a través de la sustancia, C es la concentración de centros de dispersores de luz y α el coeficiente de absorción de la sustancia.

Esta expresión es una relación empírica que se conoce como Ley de Lambert-Beer.

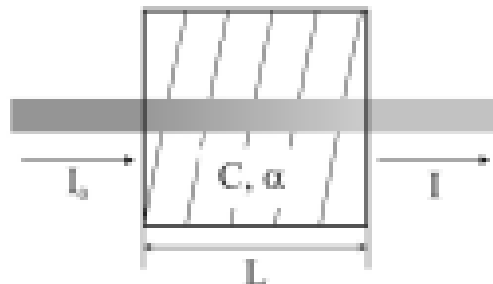


Figura 1: Atenuación de la intensidad de luz al atravesar una sustancia.

En el caso que el haz de luz atraviese una mezcla homogénea de una sustancia en agua, la intensidad del haz de luz se atenúa de acuerdo con la siguiente expresión:

$$I = B I_0 10^{-\alpha C L}, \quad (2)$$

donde B es una constante que tiene en cuenta la dispersión de luz debido al agua y C es la concentración de la sustancia en la mezcla.

Si se conocen I_0 , α y L , se podrá determinar la concentración de una sustancia a partir del valor de la intensidad de luz transmitida al atravesar la mezcla de agua y sustancia.

Se propone determinar la concentración (C) de una mezcla de tinta y agua utilizando la Ley de Lambert-Beer y el coeficiente de absorción (α) de la tinta.

Parte 1: Determinar el volumen de una gota de tinta.

La concentración C de la mezcla de tinta y agua está dada por:

$$C = \frac{\text{Volumen de Tinta [ml]}}{\text{Volumen de Agua [ml]}} \quad (3)$$

El volumen de tinta para construir la mezcla estará dado por el número de gotas utilizados, las cuales son generadas por el gotero del frasco de tinta. Para conocer el valor de C , es necesario determinar el volumen de una gota de tinta en **mililitros**.

Elementos:

- Probeta graduada.
- Frasco de Tinta con Gotero

Utilizando los elementos provisto, implemente y explicité brevemente un método para determinar el volumen de una gota de tinta producida por el gotero del frasco de tinta. Determine el volumen de una gota de tinta con su error y exprese en **mililitros**.

Sugerencia: Mida el volumen de un número suficientemente grande de gotas de tinta.

Parte 2: Determinar la concentración C de una mezcla de tinta y agua.

Elementos:

- Dispositivo Experimental que consta de un emisor y de un detector de luz, una cubeta plástica transparente y una fuente de corriente (Ver Figura 2).
- Multímetro.
- 2 (dos) Cables.
- Recipiente con mezcla de concentración desconocida.
- Agua.
- Frasco de Tinta con Gotero.
- Recipiente Aforado en $(200 \pm 5) \text{ ml}$.
- Mezclador.
- Regla.
- Recipiente.
- Papel para limpieza.
- 2 (dos) hojas milimetradas.

Usando la Ley de Lambert-Beer (Ecuación (2)), si I_0 es la intensidad de luz emitida por el emisor e I la intensidad de luz que llega al detector, se tiene que:

$$I = \beta B I_0 10^{-\alpha C L}, \quad (4)$$

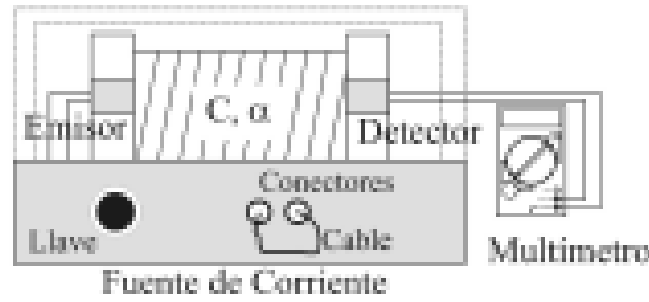


Figura 2: Dispositivo Experimental: Configuración para medir R

donde β es una constante que tiene en cuenta la absorción y la dispersión de luz por las paredes de la cubeta y por el aire.

La fuente de luz es un diodo emisor de luz (LED) conectado a una fuente de corriente. La intensidad de luz emitida por el LED es proporcional a la corriente (i) que circula por el mismo:

$$I_0 = D i \quad (5)$$

Entonces, la intensidad de luz que llega al detector, luego de atravesar la mezcla, estará dada por:

$$I = \beta B D i 10^{-\alpha CL} \quad (6)$$

El detector está compuesto por una fotorresistencia conectada en paralelo a una resistencia (R_0) de tal forma que la resistencia equivalente, que se mide en el detector, sea R . La resistencia R_0 se utiliza para limitar el valor de la resistencia R .

Una fotorresistencia es un elemento electrónico cuya resistencia (R_F) depende de la intensidad I de luz que le llega, de la siguiente forma:

$$R_F = A I^{-\alpha}, \quad (7)$$

donde A y α son constantes que dependen de los materiales utilizados en la fabricación de la fotorresistencia.

El valor de R_F , debido a la intensidad de luz que llega al detector luego de atravesar la mezcla, será:

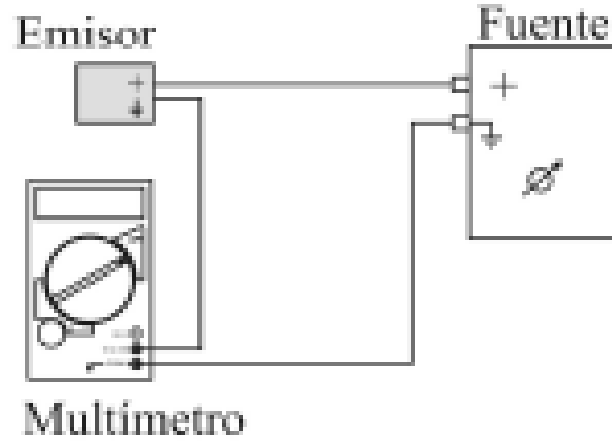


Figura 3: Configuración para medir corriente

$$R_F = E i^{-a} 10^{a \alpha L C}, \quad (8)$$

donde

$$E = A (\beta B D)^{-a} \quad (9)$$

Tomando logaritmo decimal en ambos lados de la Ecuación (8), se obtiene,

$$\log(R_F) = \log(E) - a \log(i) + a \alpha L C \quad (10)$$

Protocolo de Medición

- 1) Mida la corriente (i_1 , i_2 , i_3 , i_4 e i_5) que circula por el emisor de luz para las 5 (cinco) posiciones de la llave de la fuente de corriente. Cada posición de la llave corresponde a un valor de corriente distinto.

Nota: Recuerde que para medir la corriente se debe conectar el multímetro en serie entre el emisor y la fuente (Ver Figura 3).

- 2) Mida la resistencia (R) del detector cuando se utiliza la mezcla de concentración desconocida (C_d) para los 5 (cinco) valores de corriente que entrega la fuente de corriente.

Observación: Antes de utilizar la mezcla, revuélvala bien asegurándose que la misma sea homogénea.

Nota 1: Asegúrese que tanto el emisor como el detector de luz estén por debajo de la superficie de la mezcla.

Nota 2: Asegúrese de haber realizado la conexión del cable entre los conectores de la fuente de corriente. Ver Figura 2.

- 3) Realice al menos 4 (cuatro) mezclas de concentraciones distintas en el rango comprendido entre 2 (dos) y 5 (cinco) gotas de tinta en **100 ml** de agua. Mida para cada mezcla la resistencia (R) del detector para todos los 5 (cinco) valores de corriente de la fuente de corriente.
- 4) Repita el punto 1 y designe a los valores obtenidos por i_1 , i_2 , i_3 , i_4 e i_5 .
- 5) Mida el valor de la resistencia (R_0) que está conectada en paralelo con la fotorresistencia en el detector.
Nota: Para ello desconecte la fotorresistencia de la resistencia R_0 .
- 6) Determine la validez de la siguiente afirmación,
 Si $R_0 \gg R$ entonces $R_p \simeq R$
- 7) Mida la distancia (L) recorrida por el haz de luz a través de la mezcla.

Sugerencia: En lo posible no cambie la escala del multímetro cuando realice las mediciones de corriente ni cuando realice las mediciones de resistencia.

Registro y Análisis de los Datos

- 1) Con los datos medidos de corriente (i e i'), concentraciones (C) y resistencias (R) con sus respectivos errores, confeccione una tabla como la **Tabla I**.
Nota: No utilice la tabla ejemplo para registrar los valores medidos por usted.

Tabla I

			C_4	C_1	C_2	C_3	C_5
Pos. Libre	i (A)	i' (A)	R (Ω)	R (Ω)	R (Ω)	R (Ω)	R (Ω)
1							
2							
3							
4							
5							

- 2) Para un valor fijo de corriente utilizado, confeccione una tabla, como la **Tabla II**, con los valores de concentración C de tinta y de los valores de $\log(R)$ con sus respectivos errores. Indique el valor de corriente i elegido con su error.
Nota: No utilice la tabla ejemplo para registrar los valores medidos por usted.
- 3) A partir de la **Tabla II**, confeccione un gráfico de los valores de $\log(R)$ en función de la concentración C de tinta.
- 4) A partir del gráfico confeccionado en el punto anterior, determine el valor de la concentración desconocida (C_4) con su error.

Tabla II

	C	$\log(R \text{ (M)})$
C_4		
C_1		
C_2		
C_3		
C_5		

Parte 3: Determinar del coeficiente de absorción α de la tinta.

- 1) Utilizando el gráfico confeccionado, determine la recta que mejor ajusta los puntos de $\log(R)$ en función de C y determine la pendiente de la misma.
La ecuación de una recta es:

$$y = b_1 + m_1 \cdot x \quad (11)$$

Si $y = \log(R)$ y $x = C$ entonces, la ecuación de la recta utilizada en el ajuste es:

$$\log(R) = b_1 + m_1 \cdot C \quad (12)$$

De la Ecuación (10), y usando la aproximación $R_F \simeq R$ se obtiene:

$$b_1 = \log(E) - a \cdot \log(i) \quad (13)$$

$$m_1 = a \cdot L \quad (14)$$

- 2) Para un valor de concentración C fijo, confeccione una tabla, como la Tabla III, de los valores de $\log(i)$ y de $\log(R)$ con sus respectivos errores. Indique el valor de concentración C elegido con su error.

Nota: No utilice la tabla ejemplo para registrar los valores medidos por usted.

Tabla III

Fus. Líquida	$\log(i \text{ (A)})$	$\log(R \text{ (M)})$
1		
2		
3		
4		
5		

- 3) A partir de la Tabla III, confeccione un gráfico de los valores de $\log(R)$ en función de los valores de $\log(i)$. Determine la recta que mejor ajusta los puntos graficados y el valor de la pendiente.

La ecuación de una recta es:

$$y = b_2 + m_2 x \quad (15)$$

Si $y = \log(R)$ y $x = \log(i)$ entonces, la ecuación de la recta utilizada en el ajuste es:

$$\log(R) = b_2 + m_2 \log(i) \quad (16)$$

De la Ecuación (10), y usando la aproximación $R_F \simeq R$ se obtiene:

$$b_2 = \log(E) + a \propto L C \quad (17)$$

$$m_2 = -a \quad (18)$$

- 4) A partir de los valores de las pendientes (m_1 y m_2) y del valor medido de L , determine el valor del coeficiente de absorción α de la tinta con su error.

Parte 4: Parametrización del dispositivo experimental.

A partir de los gráficos y ajustes realizados, escriba una relación para la resistencia (R), medida en el detector, en función de la corriente (i) entregada por la fuente y de la concentración (C) de tinta para el dispositivo experimental utilizado y determine los valores de las constantes con sus errores respectivos.

Nota: De la Ecuación (8) y usando la aproximación $R_F \simeq R$, la relación de R con i y C es la siguiente,

$$R = A i^{-a} 10^{\kappa C} \quad (19)$$

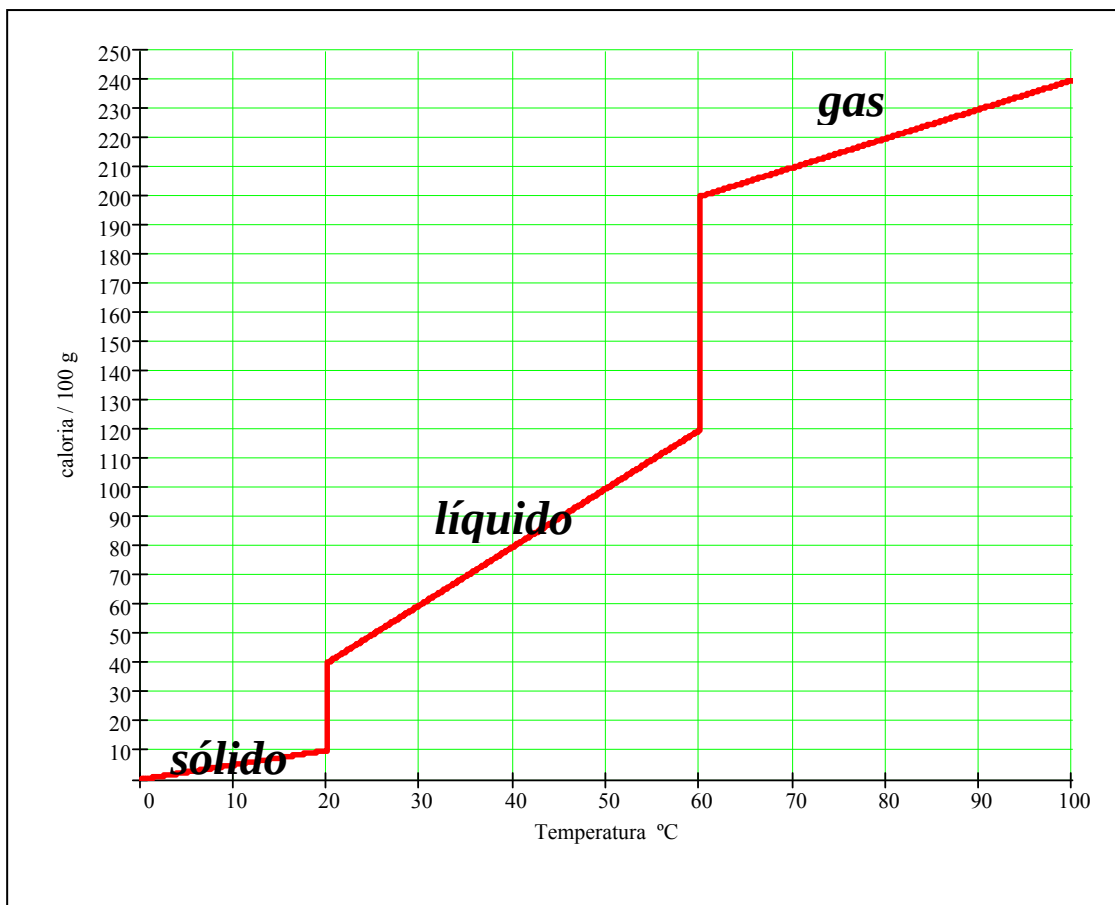
donde A , a y κ son constantes.

Instancias Locales

Problemas Teóricos

PT1. San Carlos de Bariloche, Río Negro. Azul.

En el laboratorio se obtuvo luego de la experimentación los siguientes datos para una cierta sustancia traída de otro planeta.



A partir de ella se quiere saber que cantidad de calor será necesaria en el caso de que se posean 500 g de la misma sustancia para elevar su temperatura de 10 °C a 70 °C .

PT2. San Carlos de Bariloche, Río Negro. Azul.

Un nene que vive en el último piso del Bariloche Center ($h = 30$ m) se va a jugar al fútbol. Al llegar a la planta baja se da cuenta que no trajo su pelota ($m = 400$ g).

Llama por celular a su padre para que le arroje la pelota por la ventana, que el la atajará como si fuera un penal. ¿Cuál es la velocidad de la pelota cuando llega al piso?

PT3. San Carlos de Bariloche, Río Negro. Azul.

Un camión cargado, con una masa total de 3000 kg, avanza por una ruta a una velocidad constante de $v = 80$ km/h. Súbitamente el conductor divisa a un Fiat UNO, con una masa de 900 kg, detenido en la ruta. El camión aplica los frenos y logra disminuir su energía cinética en un 40% antes del impacto. Suponiendo que el camión se detiene completamente debido al impacto, calcule la velocidad final del Fiat UNO. Considere un choque elástico.

PT4. Dos de Mayo, Misiones. Azul.

Para tomar un buen mate algunos dicen que el agua debe estar a 85°C por eso cuando Guillermo se dispuso a tomar un mate, puso a calentar 800 g de agua que se encontraban inicialmente a 20°C .

- ¿Qué cantidad de calorías debe absorber el agua para llegar a la temperatura ideal para el mate de Guillermo?
- ¿Qué potencia debe tener su sistema para calentar el agua que puso Guillermo en 120 seg?
- Resulta que cuando el agua estuvo caliente, justo a los 85°C , Guillermo se dio cuenta que no tenía con quien compartir el mate. Por lo que decidió cambiar el mate por un café con leche. Entonces colocó 100 g de agua y café en una taza que para entonces ya estaba a 83°C y le agregó 28 g de leche en polvo que se encontraba a 20°C . Calcula la temperatura final del café con leche de Guillermo, suponiendo que no se perdió calor durante la preparación.

Datos: Calor específico del agua $1\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$

Calor específico de la leche $0,45\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$

$1\text{cal} = 4,18\text{ J}$

PT5. Dos de Mayo, Misiones. Azul.

Una fábrica debe construir un nuevo automóvil que debe tener una buena aceleración. Entonces deciden construir uno de 1200 Kg de masa, incluyendo el motor; que alcance una velocidad de 108 Km/h (30 m/s) en 6 segundos.

- Determina la aceleración que puede alcanzar el automóvil.
- ¿Cuál es el valor de la velocidad que alcanza a los 4 segundos después de haber partido del reposo?
- ¿Qué distancia recorre el automóvil hasta alcanzar los 108 Km/h?
- ¿Qué cantidad de energía cinética obtiene el automóvil a los 6 segundos?
- ¿Qué potencia debe desarrollar el motor del automóvil para cumplir con los requisitos del estudio de mercado?
- ¿Qué valor tiene la fuerza que actúa sobre el automóvil para producir tanta aceleración?

PT6. Dos de Mayo, Misiones. Azul.

Miguel, un niño de unos seis años descubrió que la gravedad le permite deslizar objetos por un plano inclinado. Como es un niño muy perspicaz se dio cuenta que la caja de té que usa solo se desliza si la rampa que armó tiene cierto ángulo de inclinación con respecto al piso.

- Calcula el peso en Newton de la caja con los saquitos de té cuya masa es de 0,055 kg
- Realiza un dibujo de la rampa con la caja en la parte superior e incluye todo el sistema de fuerzas que actúa sobre la caja.
- Calcula la fuerza normal sobre la rampa suponiendo que el ángulo de inclinación de esta es de 30°
- El coeficiente de rozamiento entre la caja y la rampa es $\mu = 0,12$ ¿Qué valor tiene la fuerza de rozamiento? ¿Qué aceleración le produce a la caja?
- Si la rampa tiene 1,5 metros de longitud. ¿Qué cantidad de calor se produce durante el descenso?

PT7. Mar del Plata, Buenos Aires. Azul.**Un viaje en Lancha**

Una lancha Quicksilver 268, de 8 m de largo y 2,6 m de ancho, tiene una masa de 3.250 kg. Se encuentra en el puerto, inicialmente, en reposo.

Para probarla, su conductor acelera y alcanza **23 nudos en 10 s**, manteniendo la **aceleración constante**. Se desplaza posteriormente un minuto más a **velocidad constante**, luego el piloto apaga sus motores.



La **fuerza resistente** del agua es directamente **proporcional a la velocidad**: $F = k \cdot v$, con $k = 155 \text{ kg/s}$. Considera: **1 nudo = 1,8 km/h**.

- Calcula la fuerza total que actúa sobre la embarcación mientras acelera en la primera parte.
- ¿Qué fuerza hace el motor para desplazar la lancha a velocidad constante?
- ¿Qué potencia desarrolla el motor en este caso?
- Grafica la velocidad de la lancha en función de la distancia, a partir de cuando apaga sus motores.
- ¿Cuántos metros recorre en total la lancha hasta detenerse?
- ¿Qué volumen de la lancha se encuentra sumergido cuando está en reposo?

Puntaje: a) 1,5 b) 1,5 c) 1,5d) 2 e) 2 f) 1,5

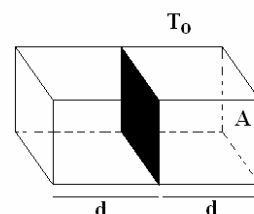
PT8. Mar del Plata, Buenos Aires. Azul.

Gases y M.A.S.

Un recipiente está dividido al medio (como se muestra en la figura) por una lámina de **100 gr** adiabática (no transmite calor) que ajusta perfectamente en los bordes.

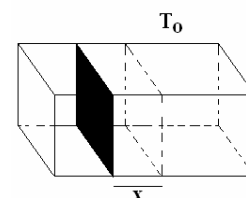
Considera para el recipiente: $A = 0,25 \text{ m}^2$; $d = 1 \text{ m}$.

Se introduce gas en ambos lados de la lámina, de forma tal que en los dos compartimentos la presión es de **0.8 atm** y la temperatura $T_0 = 20^\circ\text{C}$.



- Si se aparta la lámina rápidamente de su posición de equilibrio ¿qué sucede con la temperatura en cada uno de los compartimentos?

- Si a uno de los compartimentos se lo calienta hasta llegar a $T_i = 80^\circ\text{C}$, halla la nueva posición de la lámina.



- Calcula la presión en cada compartimiento si la lámina se aparta (muy lentamente para que la temperatura de cada lado no varíe) una distancia $x = 1 \text{ cm}$ de su posición de equilibrio inicial.
- En las condiciones del inciso anterior determina la **fuerza** en magnitud, dirección y sentido que actúa sobre la lámina en función de x .
- Muestra que si x es muy pequeña comparada con d (es decir, x es despreciable frente a d), la lámina ejecutará un movimiento armónico simple, y determina su período.

Puntaje: a) 1,5b) 2 c) 2 d) 2 e) 2,5

PT9. Mar del Plata, Buenos Aires. Azul.

El paseo del astronauta

Radiación de cuerpo negro

La ley de Stefan-Boltzmann establece que cuando un cuerpo está caliente emite energía en forma de radiación según la siguiente ecuación:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta T} = \epsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4 \quad [P] = W = \frac{J}{s} \quad \sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$$

donde **P** es la potencia (energía irradiada por unidad de tiempo), **A** el área de emisión, σ la constante de Stefan-Boltzmann, **T** la temperatura absoluta, y ϵ una constante propia de la superficie ($0 < \epsilon < 1$).

Un cuerpo considerado “negro” es aquel que absorbe toda la radiación que le llega emitiendo entonces sólo la que corresponde a su temperatura, al cual corresponde $\epsilon = 1$.

Un astronauta realiza un paseo por el espacio exterior, lleva con él un cubo de arista $a = 10 \text{ cm}$ de un material considerado “negro”. El cubo tiene en su centro una resistencia $R = 2,5 \text{ k}\Omega$ y un termómetro que mide la temperatura del material T .

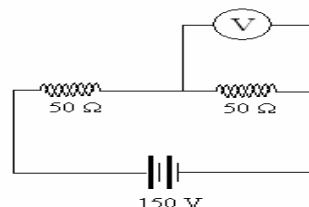
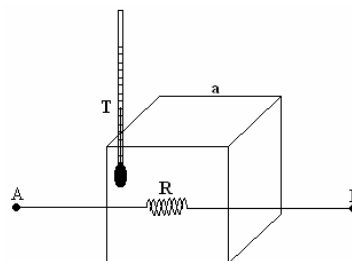
a) Para realizar una prueba, el astronauta arma un circuito de forma tal que la resistencia R disipe 36 W . Determina la temperatura final que alcanza el cubo.

El astronauta decide utilizar el aparato como voltímetro (instrumento para medir diferencia de potencial). Cada vez que desea medir el voltaje conecta las puntas A y B del “voltímetro” en donde corresponde, y espera que la temperatura se estabilice.

b) Supón que conecta las puntas del “voltímetro” a una batería que suministra una diferencia de potencial V , desconocida. La corriente circula y la temperatura del cubo aumenta. Cuando se estabiliza se anota la temperatura que registra el termómetro. Deja expresado el valor de V en función de los datos exclusivamente, sin hacer el cálculo.

c) Supón que $T = 13,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Ten en cuenta, además, que la temperatura medida tiene una incerteza de $0,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y que la arista tiene una de 1 mm . Calcula el valor de V , con su error respectivo.

d) Si el astronauta arma el circuito de la figura, determina la temperatura que registra el “voltímetro” y la corriente que atraviesa cada resistencia.



Puntaje: a) 2 b) 3 c) 2,5 d) 2,5

PT10. San Fernando del Valle de Catamarca. Azul.

El clima predominante en la región catamarqueña es el árido serrano, con lluvias escasas en el verano, que disminuyen de norte a sur. El verano es caluroso y resulta conveniente a los lugareños construir piletas de natación. Si las dimensiones de una piscina rectangular son 25 m de largo, 12 m de ancho y 2 m de profundidad.

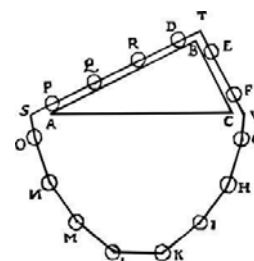
Encontrar:

- La presión manométrica en el fondo de la piscina.
- La fuerza total en el fondo debida al agua que contiene.
- La presión absoluta en el fondo de la piscina en condiciones atmosféricas normales, al nivel del mar.

PT11. San Fernando del Valle de Catamarca. Azul.

Simon Stevin (1548 - 1620), fue un matemático de origen flamenco, ingeniero militar e hidráulico, constructor de molinos y de fortificaciones, semiólogo, contable e intendente. Fue uno de los primeros científicos en distinguir entre el equilibrio estable e inestable en problemas de flotación, y demostró el equilibrio de un cuerpo en un plano inclinado. Para ello, usó un método gráfico muy ingenioso e intuitivo, como el de la figura, en el que empleaba una cuerda sobre un plano inclinado dividida en intervalos uniformemente distribuidos.

De acuerdo a Las leyes que rigen el comportamiento de los cuerpos en un plano inclinado enunciadas por primera vez por el gran matemático Stevin, en la segunda mitad del siglo XVI, resuelva el siguiente problema: un bloque de 5 kg es lanzado hacia arriba de un plano inclinado 30° con una velocidad de $9,8 \text{ m/s}$. Observamos que



recorre una distancia de 6 metros antes de detenerse y volver a la posición inicial.

Calcular:

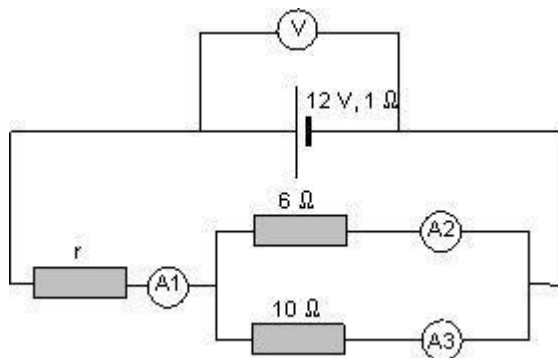
- La fuerza de rozamiento que actúa sobre el bloque.
- La velocidad con el que llega al punto de partida.
- El trabajo efectuado por la fuerza de roce
- La energía en el punto más alto del plano y la energía al volver a su posición inicial

PT12. San Fernando del Valle de Catamarca. Azul.

Se puede afirmar que un circuito eléctrico es un conjunto de elementos correctamente interrelacionados, que permite el **establecimiento de** una corriente eléctrica y su **transformación en energía** utilizable para cada aplicación concreta. En el circuito de la figura, el amperímetro A_2 marca una intensidad de 0,25 A.

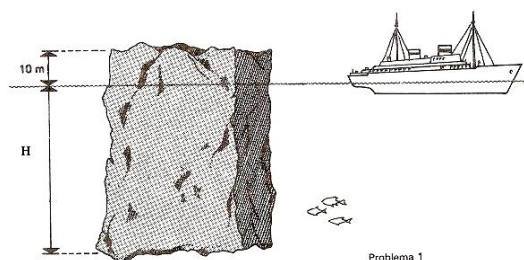
Calcular:

- La intensidad medida por los amperímetros A_1 y A_3 .
- La caída de tensión medida por el voltímetro V.
- El valor de la resistencia r
- La resistencia equivalente del circuito



PT13. San Fernando del Valle de Catamarca. Verde.

Un **iceberg** (a veces *iceburgo*) o **témpano de hielo** es un pedazo grande de hielo dulce flotante desprendido de un glaciar formado por nieve o de una plataforma de hielo. Los icebergs son arrastrados hacia latitudes más bajas, a veces ayudados por las corrientes marinas frías de origen ártico, como es el caso de la Corriente del Labrador o de Groenlandia. De un iceberg sobresale del agua sólo una octava parte de su volumen total, por lo que estas masas gélidas constituyen un peligro para la navegación, ya que pueden alcanzar dimensiones enormes.



Considere que un "iceberg", con forma aproximada a la de un paralelepípedo, flota en el fondo del mar de modo que la parte fuera del agua tiene 10 m de altura y un área de 100 m^2 (ver fig). La parte sumergida tiene una altura de 84 m e igual área. Calcule:

- El volumen de la parte sumergida del iceberg.
- La masa del agua desplazada por el volumen calculado en a).
- El peso del agua desplazada por el iceberg.
- ¿Qué valor tiene el empuje hidrostático ascendente sobre el iceberg? (Considere $g=10 \text{ m/s}^2$).
- ¿Cuál es el valor del peso del iceberg? (Recuerde que el iceberg está flotando en reposo)

PT14. San Fernando del Valle de Catamarca. Verde.

La **Luna** es el único satélite natural de la Tierra. Es el cuerpo más cercano y el mejor conocido. La distancia media entre el centro de la Tierra y la Luna es de 384.400 km. Su diámetro (3.474 km) es de menos de un tercio del terrestre, su superficie es una catorceava parte ($37.932.330 \text{ km}^2$), y su volumen alrededor de una cincuentava parte

($21.860.000.000 \text{ km}^3$). El estudio de la Luna ha tenido una enorme importancia a la hora de comprender y desarrollar la nueva teoría sobre la fuerza de gravedad.

Suponga que un bloque de masa 0.5 kg se desplaza sin fricción sobre una mesa, por la acción de una fuerza horizontal de 2 N . Imagine que este experimento se realizara en la Luna, con el mismo bloque impulsado por la misma fuerza y sobre la misma mesa. Considere, en la Tierra, $g=9.8 \text{ m/s}^2$ y en la Luna $g=1.6 \text{ m/s}^2$. Entre las afirmaciones siguientes señale las que son correctas:

- a) En la Tierra, al ser impulsado sobre la mesa, adquiere una aceleración de 4 m/s^2 .
- b) La masa del bloque, en la Luna, es igual a 0.5 kg .
- c) En la Luna el bloque, al ser impulsado sobre la mesa, adquiere una aceleración de 4 m/s^2 .
- d) El peso del bloque, en la Tierra, es de 5 N .
- e) El peso del bloque, en la Luna, es de 0.80 N .

PT15. San Fernando del Valle de Catamarca. Verde.

En un átomo de hidrógeno, el electrón gira alrededor del protón en una órbita circular cuyo radio vale aproximadamente $5 \times 10^{-11} \text{ m}$. Considerando que la masa del electrón es de $9 \times 10^{-31} \text{ kg}$, calcule:

- a) La fuerza de atracción eléctrica entre el protón y el electrón ($q_p=q_e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)
- b) La velocidad con la cual gira en torno al protón (recuerde que la fuerza centrípeta del electrón la proporciona la atracción eléctrica que el protón ejerce sobre él).

PT16. Bryn Gwyn, Chubut. Verde.

Los alumnos de 3er año de polimodal preparan el salón de fiestas, para la entrega de diplomas y posterior baile de fin de curso, entre todos fabricaron una enorme bola de espejos de unos 5 kgf la que colgaran en el salón.

El mismo cuenta con columnas enfrentadas, de una altura aproximada de 4.50 m y distante entre ellas 20 m .

Los alumnos pasan una cuerda de columna a columna y colocan en el medio la bola de espejos, si el ángulo formado entre la cuerda y una de las columnas es de 82° :

1. Esquematice la situación propuesta.
2. Realice el diagrama de cuerpo aislado
3. Calcule las tensiones de la cuerda que sostienen a la bola de espejos.
4. Como son esas tensiones?
5. Cual será la distancia que desciende la bola cuando fue colgada, con respecto a la horizontal si los ángulos con respecto a las columnas son de 85°

PT17. Bryn Gwyn, Chubut. Verde.

En la ciudad de Trelew, encontramos una interesante bajada...un hermoso plano inclinado! Ideal para confeccionar el problema que nos faltaba para presentarnos en las Olimpíadas de Física!, teodolito en mano determinamos la altura del plano que fue de 50 m arrojando un ángulo de 15° con respecto a la horizontal.

Nos subimos a mi autito, un Ford Ka de peso máximo 1.265 kg y a jugar!!, nos lanzamos por el plano inclinado, en "punto muerto" y tardamos 10 segundos en bajar, considerando despreciable el rozamiento de las superficies y del aire determina:

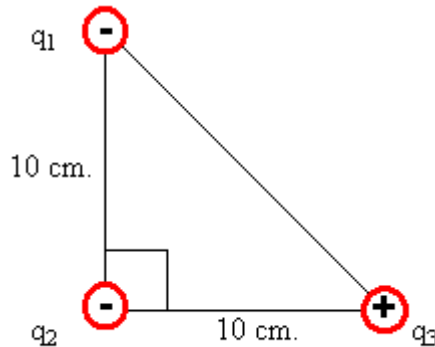
1. Energía mecánica del sistema (expresado en kilo joule)
2. Energía cinética en la mitad del recorrido.
3. Velocidad máxima alcanzada.
4. Longitud del plano inclinado.
5. La fuerza que impulsa al auto.
6. La aceleración que adquirió el mismo.

PT18. Bryn Gwyn, Chubut. Verde.

Dada la configuración de cargas que se observan en el dibujo adjunto, calcular

1. la fuerza que actúa sobre cada una de las cargas.
2. Calcule el valor de la intensidad de campo eléctrico que afectaría a la q_3

$$q_1 = -4 \times 10^{-3} \text{ C. } q_2 = -2 \times 10^{-4} \text{ C. } q_3 = +5 \times 10^{-4} \text{ C.}$$

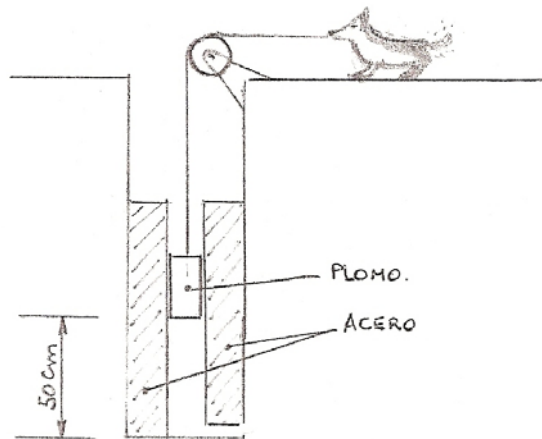


PT19. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Un perro trabajador.

Un perrito tira de una cuerda, vinculada a un pistón de plomo, que puede deslizar por el interior de un bloque de acero, a través de una cavidad cilíndrica. A la temperatura de 18°C , por efecto de la dilatación de ambos materiales, el pistón ejerce una presión sobre las paredes de la cavidad cilíndrica de 1000 Pa . Se desprecia el rozamiento entre la cuerda y la polea; el aire encerrado en la cavidad es evacuado hacia el exterior. Calcular:

- a) ¿Cuáles serán los valores máximo y mínimo de la fuerza con la que debería tirar el perrito para que el bloque permanezca en reposo?
- b) ¿Cuál es la aceleración del sistema si el perro tira con una fuerza de 50 N ?
- c) ¿Cuál es el trabajo realizado por el perro (tirando con 50 N) en 1 segundo? (si el sistema se encontraba en reposo)
- d) Si estando el sistema en reposo, con el pistón ubicado a 50 cm del fondo de la cavidad, y la cuerda se rompe, ¿con qué velocidad llega el pistón al fondo?



Datos: Masa del pistón: $14,5 \text{ kg}$

Coeficientes de rozamiento acero-plomo: μ estático = $0,9$

μ dinámico = $0,8$

Dimensiones del pistón a 18°C : altura = $15,9 \text{ cm}$

radio = 5 cm

Considerar: aceleración de la gravedad: $g = 10 \text{ m/s}^2$

Masa del pistón = $14,5 \text{ Kg}$.

PT20. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

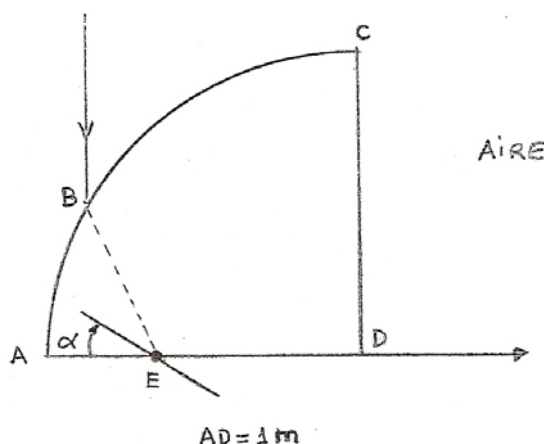
¿Más rápido que un rayo?

Un haz de luz laser incide verticalmente sobre un cuarto de cilindro, de índice de refracción $n = 1,5$, en el punto B que se encuentra en la tercera parte de la longitud del arco CA. Sobre la base del cuarto cilindro se encuentra un espejo E, cuyo eje (perpendicular a la base DA) se ubica en el punto de incidencia del rayo sobre la base DA. Determinar:

- ¿Cuál es el ángulo de incidencia del rayo sobre el cuarto de cilindro?
- ¿Con qué ángulo se refracta en el cuarto de cilindro?
- El ángulo α que debe girarse el espejo para que el rayo pase por el punto D, luego de reflejarse.
- ¿Cuál es la distancia total que recorre el rayo dentro del cuarto de cilindro?
- El tiempo que tarda el rayo en realizar su recorrido dentro del cuarto de cilindro

Datos: $C_0 = 300000 \text{ km/seg}$

$AD = 1 \text{ m}$



PT21. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Armando un circuito sencillo

Un motor de corriente continua entrega una potencia de 745 Watt a 220V, y tiene un rendimiento del 83%. Se conecta en paralelo con 4 lámparas de 50 Watt/ 220V, las cuales trabajan a tensión nominal, suministrada por un generador de $V = 250 \text{ V}$ y resistencia interna r_i .

- Representar el circuito
- ¿Cuál es la potencia absorbida por el motor?
- ¿Qué corriente circula por el circuito y cuál es la carga que circula en $\frac{1}{4}$ de hora?
- ¿Qué corriente circula por cada lámpara?
- ¿Cuál es la energía entregada por el motor el $\frac{1}{2}$ hora?
- ¿Cuál es la resistencia interna r_i del generador?

PT22. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

La fuente del conocimiento

Un paisajista le encarga a usted la siguiente tarea: determinar las dimensiones de un cilindro que rodee a una fuente giratoria (altura y radio). Para determinar el radio (R) se pide que el agua que sale de ella no salpique (o al menos no considerablemente) las paredes de dicho recipiente. Para determinar el alto (H) se pide que la altura máxima alcanzada por el fluido quede contenida en el mismo.

Usted comienza haciendo ciertas averiguaciones. La velocidad que se le imprime al agua al salir de la fuente es v_0 , que puede ser orientada con un ángulo arbitrario

($0^\circ < \alpha < 90^\circ$). Pero además de la distancia que dicho elemento de fluido puede alcanzar a partir del impulso inicial, entregado por la fuente, debe considerar los posibles rebotes en la propia superficie del líquido. Para ello usted averigua que el choque que se produce entre una gotita y la superficie del líquido es inelástico, conservándose sólo una cuarta parte de la energía, y que la resistencia con el aire resulta despreciable en este caso.

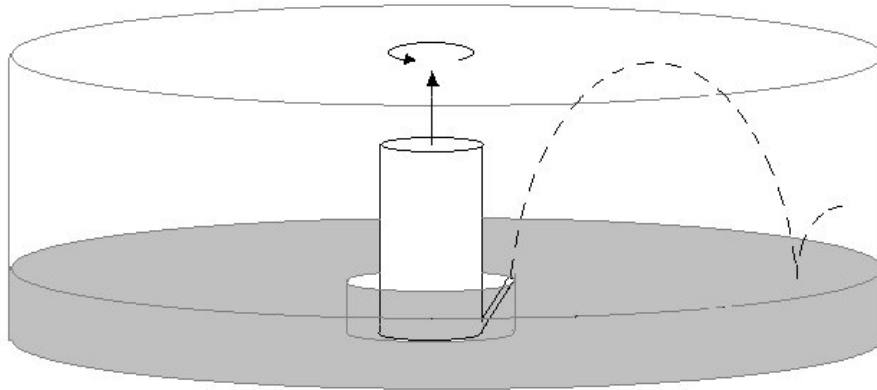


Figura 1: Esquema de la fuente con el reservorio que lo alimenta y cilindro que contiene el conjunto. La rotación de la fuente es cuasi estacionaria (es decir se mueve muy lentamente).

Piense entonces: i) ¿Cuántos rebotes cree necesario considerar y con qué criterio? ii) ¿Qué distancia recorre en cada uno de ellos? iii) ¿Qué altura alcanza la gota en las sucesivas caídas?

- Finalmente provéale al paisajista los datos necesarios para la construcción del recipiente considerando que el agua puede ser dirigida en un ángulo arbitrario. Halle una expresión de la altura (H) y el radio (R) en función de la mínima cantidad de parámetros posibles.

NOTA: Considere que la velocidad a la que rota la fuente no introduce variaciones en la forma de la superficie del agua ni tampoco le agrega una componente tangencial en la velocidad de la partícula de fluido que deba ser considerada en los cálculos.

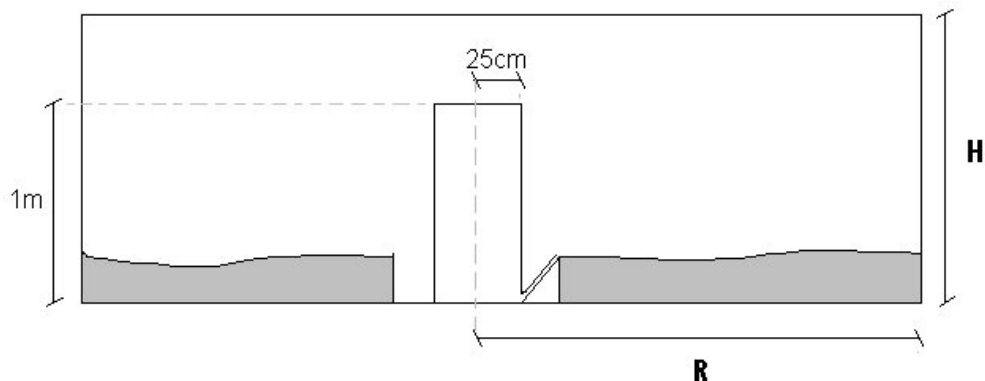


Figura 2: Vista lateral de la fuente con el reservorio. Se indican los datos requeridos (H y R).

Suponga que el agua que sale por el orificio se encontraba en un reservorio abierto que contiene una columna de agua de 1m de altura. De modo que al abrir la llave de paso, que alimenta dicha fuente, un elemento de fluido (de 1cm^3 de volumen) que se encontraba en el fondo del recipiente (en reposo) es impulsado a través de una pequeña tubería de 0.1cm de radio y 20cm de largo.

- A partir de estos datos estime el valor de la velocidad con que salen las partículas de fluido del orificio (con $\alpha=30^\circ$).

DATOS QUE PUEDEN SER ÚTILES

δ_{H_2O} (densidad del agua) = 1kg/lt

p_0 (presión atmosférica) = 1013 HPa

PT23. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Puesta en órbita.

Una nave tiene como misión poner en órbita un satélite de comunicaciones. Si se requiere que el satélite permanezca sobre un mismo punto del ecuador de la Tierra describiendo una órbita circular calcule:

a) la altura a la que debe ubicarse para que esto sea posible;

b) la velocidad que posee.

Si dicha nave se encontraba originalmente en una órbita a 10000km de altura (medida desde la superficie de la Tierra):

c) ¿cuál es, en porcentaje respecto de la inicial, la diferencia de energías potenciales? Suponga que el satélite debe reflejar un haz que le es enviado desde el punto P en la dirección normal. Pero es preciso tener en cuenta que la superficie reflectora forma con la tangente a la órbita un ángulo de ϕ . Suponga que la atmósfera puede pensarse como franjas de medios uniformes cuyos coeficientes se observan en la Fig. 3.

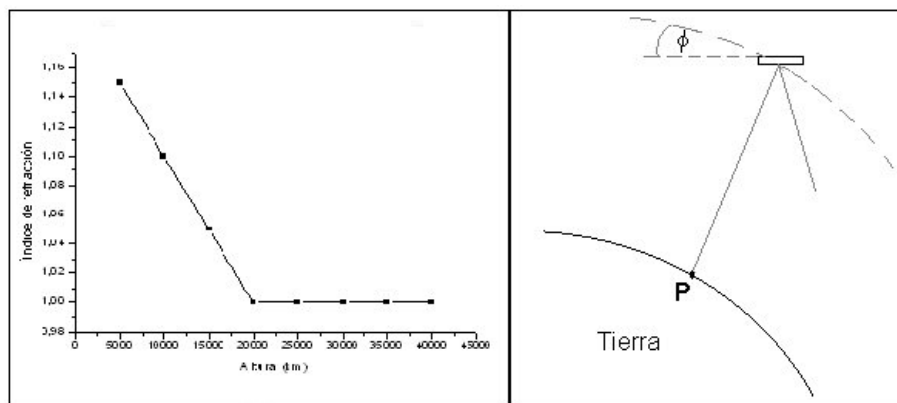


Figura 3: a) Variación del índice de refracción en función de la altura (medida desde la superficie). b) Esquema del punto P y la incidencia del haz sobre el satélite. El ángulo que forman la órbita y la orientación del satélite es ϕ .

d) Describa el comportamiento del haz desde que es emitido hasta que regresa a la superficie terrestre. ¿A qué distancia del punto P sobre la superficie de la Tierra sería necesario ubicar el receptor de dicho haz asumiendo que ϕ es muy pequeño? Exprese el resultado en función de ϕ . Si no fuese muy pequeño, ¿existiría alguna limitación para el valor de ϕ ?

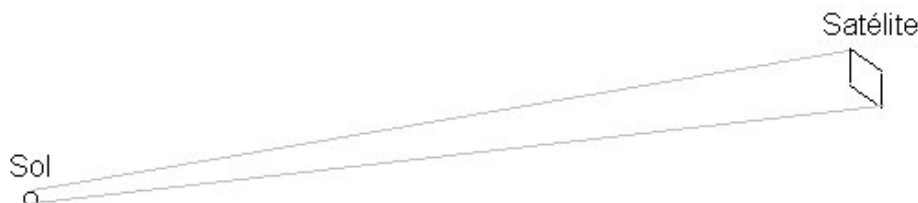


Figura 4: Representación de la incidencia de los rayos solares sobre los paneles del satélite. Asumimos que los paneles se encuentran perpendiculares a la dirección de la radiación.

El satélite cuenta con una fuente extra de energía: el calor que recibe por radiación proveniente de diversos cuerpos celestes. Sin embargo sólo consideraremos el calor del Sol ya que frente a éste los demás aportes resultan insignificantes. El calor que un cuerpo emite por radiación se calcula como: $Q = A \cdot \Delta t \cdot \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$ donde ε es un parámetro característico del cuerpo que indica cuán buen emisor resulta, σ es la constante de Boltzmann, A es el área del emisor, Δt es el tiempo que está emitiendo y T es la temperatura superficial. Suponga que el Sol es un emisor ideal ($\varepsilon = 1$) e isótropo y que su temperatura superficial es $T = 5780\text{K}$, y considerando: que la órbita del satélite (vista desde el centro del Sol) es aproximadamente circular y con un radio correspondiente a la distancia Tierra-Sol, que el área de los paneles (sobre los cuales detecta la radiación) es de $13,5\text{dm}^2$, que se encuentran orientados perpendiculares a los rayos solares y que éste logra convertir en trabajo útil un 20% del calor recibido, calcule:

e) el porcentaje de energía, en forma de calor, que le llega al satélite y la cantidad de joules de los que dispone diariamente gracias a este mecanismo.

DATOS QUE PUEDEN SER ÚTILES

d_{ST} (distancia Sol-Tierra) = 150 millones de km

M_T (masa de la Tierra) = $5,97 \times 10^{24}\text{kg}$

R_S (radio del Sol) = $6,96 \times 10^8\text{ m}$

$G = 6,674 \times 10^{-11}\text{ N.m}^2/\text{kg}^2$

σ (cte. de Boltzmann) = $5,67 \times 10^{-8}\text{ W / (m}^2\cdot\text{K}^4)$

Superficie de la esfera: $4\pi R^2$

R_T (radio terrestre) = 6300km

PT24. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Proyecto CONAE.

Los dispositivos eléctricos que llevan los satélites espaciales se encuentran sujetos a condiciones muy desfavorables, por ejemplo están sometidos a radiación ionizante y, fundamentalmente, a bruscas variaciones de temperatura (considere la diferencia entre estar expuestos a los rayos solares y estar bajo la sombra que nuestro planeta les produce). Es por ello que es necesario realizar pruebas a los dispositivos antes de ser enviados al espacio. Para simular esas condiciones en los laboratorios de la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales), que trabaja en colaboración con la NASA, se utilizan los denominados ciclados térmicos. Estos procesos consisten en analizar la respuesta eléctrica de los dispositivos mientras son mantenidos alrededor de una temperatura determinada. Para lograrlo se utiliza: un circuito calefactor y, para enfriar, se hace circular nitrógeno líquido ($T = -200^\circ\text{C}$ aprox.). En la Fig. 5 pueden verse algunos de los componentes del dispositivo experimental.

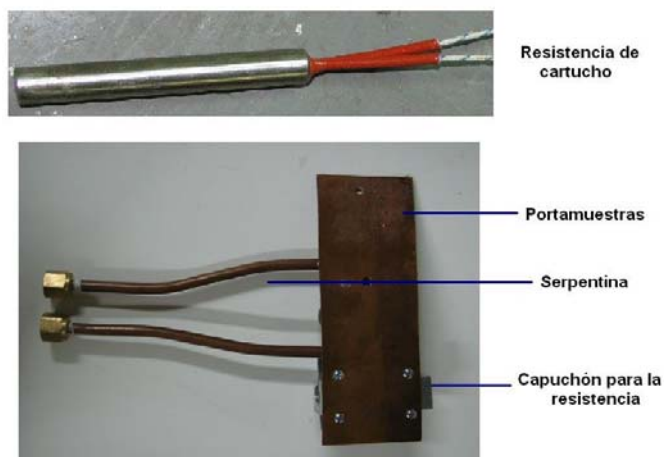


Figura 5: Se observa un detalle de: el portamuestras, donde son ubicados los dispositivos; la serpentina, por el que se hace circular nitrógeno líquido (a $T = -200^\circ\text{C}$, aprox.); y el capuchón en el que se introduce la resistencia (alimentada por el circuito que muestra la Fig.6). El flujo de nitrógeno líquido tiene como función refrigerar mientras que la resistencia, calefacta.

El circuito calefactor contiene una fuente que entrega una diferencia de potencial constante de 20V, un controlador de temperatura ($R_{\text{int}} = 3\Omega$) y una resistencia de cartucho calefactora de 20Ω , a temperatura ambiente (Ver la Fig. 6).

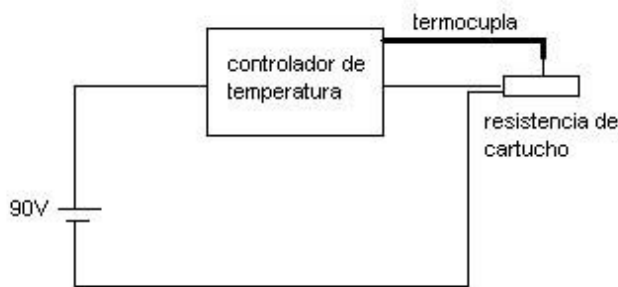


Figura 6: Circuito calefactor, alimenta la resistencia de cartucho ($R=20\Omega$ a temperatura ambiente considerándola a 25°C). El controlador posee una pequeña resistencia interna de 3Ω .

a) Suponga que usted trabaja en dicho laboratorio. Una de las principales medidas de seguridad tiene que ver con conocer el valor de corriente que circula. Averíguela. Cada dispositivo que se quiere estudiar es ubicado sobre el portamuestras (de cobre) de modo que se mantienen en contacto con la resistencia y con la serpentina. El controlador de temperatura posee dos posiciones: ACTIVADO y DESACTIVADO. Cuando se encuentra ACTIVADO, permite la circulación de corriente por el circuito calefactor, aumentando así la temperatura (notar que al circular corriente la resistencia calefactora disipa calor) e impidiendo el flujo de nitrógeno líquido. Mientras la resistencia esté calentando asumiremos que el dispositivo se encuentra en equilibrio térmico con ella. Cuando se encuentra DESACTIVADO, no permite la circulación de corriente (por el circuito de la Fig. 6) y abre la válvula para permitir la circulación de nitrógeno. De modo que ahora comienza a descender su temperatura (refrigeración). Para determinar cuándo se debe cambiar de posición hay una termocupla que constantemente sensa la temperatura sobre el circuito y maneja dichas posiciones. Al controlador se le ingresa un valor de temperatura fijo de modo que por encima de él permanece DESACTIVADO mientras que por debajo permanece ACTIVADO. La resistencia funciona básicamente disipando calor. El controlador está fijado en 90°C pero el valor de la resistencia del cartucho calefactor se modifica con la temperatura como $R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$, donde $\alpha = 3,92 \cdot 10^{-4} (^\circ\text{C})^{-1}$ y R_0 es el valor de la resistencia a alguna temperatura T_0 conocida. Calcule:

b) la corriente que circula por el circuito justo antes de cortar el suministro. Hasta aquí hemos hecho un análisis un tanto simplificado. Suponga que exactamente a los 90°C el circuito se encuentra funcionando y, a la vez, se produce circulación de nitrógeno líquido. En ese caso se observan las mesetas (también llamadas plateaux) de la Fig. 7. Durante ese plateau, calcule:

c) la potencia disipada por la resistencia y la energía entregada por la misma en forma de calor.

La interpretación del plateau sería que todo el calor que la resistencia está disipando está siendo absorbido por: la masa de nitrógeno que circula en ese intervalo de tiempo, el portamuestras y el dispositivo. Un 75% de la potencia disipada es consumida por el nitrógeno. El porcentaje restante es transmitido a través del portamuestras al dispositivo. Supongamos que al cabo de un segundo han pasado por la serpentina, estando en contacto con la resistencia calefactora, 7dl de nitrógeno. Y, por otro lado, considere que el calor transmitido por conducción en una unidad de

tiempo se calcula como: $\frac{Q}{t} = K \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$ siendo K la conductibilidad del material (del

que está hecho el portamuestras), A la sección del material que conduce y ΔT la diferencia de temperaturas entre los extremos del material conductor que se encuentran separados por Δx .

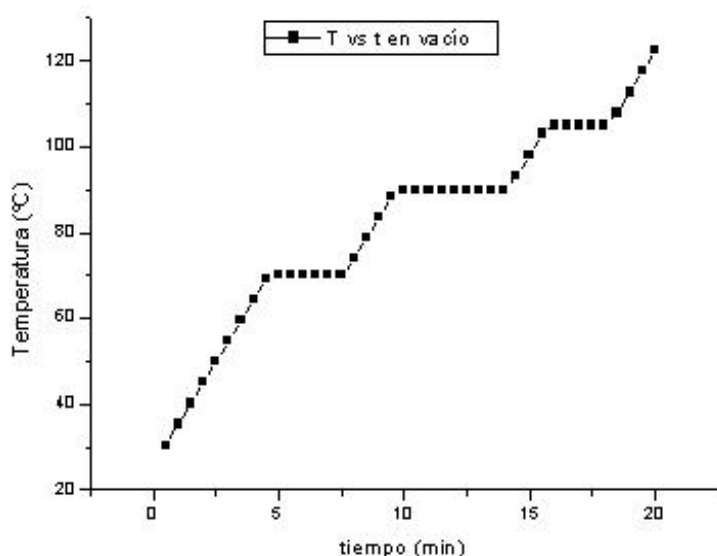


Figura 7: Dependencia de la temperatura con el tiempo. Se observan los plateaux de distintas duraciones.

- d) la tasa de variación de la temperatura del nitrógeno por unidad de tiempo;
- e) la temperatura efectiva a la que se encuentra el dispositivo asumiendo que se encuentra sobre el portamuestras, de $5 \times 10^{-5} \text{m}^2$ de sección, pero a 15cm de la posición de la resistencia.

DATOS QUE PUEDEN SER ÚTILES

K_{Cu} (conductividad del cobre) = $372,1 \text{ W / (m.K)}$

C_{N_2} (calor específico del nitrógeno) = $29,12 \text{ J / (kg.K)}$

ρ_{N_2} (densidad del nitrógeno) = $1,251 \text{ gr / lt}$ (lo tomaremos como constante aunque en realidad dependa de la presión y la temperatura)

PT25. General Alvear, Mendoza. Azul.

¡Que calor!

En una noche cálida de verano, agobiado por el calor, Germán despertó y en un intento por encender el aire acondicionado golpeó el control remoto contra el piso inutilizándolo. Desesperado por su situación, recurrió a sus conocimientos de física para tratar solucionar provisoriamente su problema. En una visita a su taller encontró algunas herramientas y materiales que creyó que le serían útiles. Entre ellas láminas de distintos materiales, tornillos, clavos, alambres, maderas, etc. Después de meditar un rato decidió automatizar el encendido de su aire acondicionado, para ello tomó una lámina de cobre que encontró en el cajón de 0,2 cm de espesor, 3,0 cm de ancho y 10,0 cm de largo y la atornilló en una tabla fijándole un cable de cobre en el extremo (ver figura 1). Luego tomó otra lámina de aluminio de 0,2 cm de espesor, 3,0 cm de ancho y 14,0 cm de largo. A esta hora de la madrugada la temperatura ya era de 15°C . Luego eligió un clavo de 10,0 cm de hierro de su cajón y 15 m de alambre de cobre esmaltado de $0,4 \text{ mm}^2$ de sección y envolvió el clavo con 400 vueltas de alambre como se muestra en la figura.

Datos:

$$\alpha_{\text{Cu}} = 1,7 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

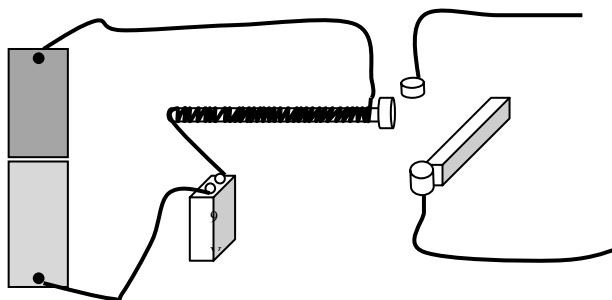
$$\alpha_{\text{Al}} = 2,4 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\rho_{\text{Cu}} = 1,70 \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$\rho_{\text{Al}} = 2,82 \times 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$$

$$k_{\text{Fe}} = 1500$$



- 1) ¿Cuál es la separación que deben tener las láminas para que el aire acondicionado comience a funcionar a los 25 °C?
- 2) ¿Cuál es la resistencia del circuito formado por las láminas y el electroimán?
- 3) ¿Qué corriente recorre el circuito?
- 4) ¿Cuál es el valor del campo magnético generado por el electroimán?
- 5) ¿Qué inconveniente presenta la automatización de este sistema?
- 6) Realiza una propuesta para solucionar dicho inconveniente, que tenga en cuenta los materiales existentes.
- 7) Si el aire acondicionado posee una potencia de 3500 W y está conectado en una línea independiente (220 V). ¿Cuál es el valor de la llave térmica apropiada para este circuito?

PT26. General Alvear, Mendoza. Azul.

¡S.O.S.!

Durante la segunda guerra mundial una ciudad francesa es sitiada por las fuerzas Nazis quedando totalmente incomunicada. Las fuerzas aliadas más próximas se encuentran a varios kilómetros de distancia. Es sumamente necesario solicitar ayuda y enviar información para que la ciudad pueda ser liberada. Lamentablemente no existen palomas mensajeras en la ciudad. Un grupo de vecinos decide construir un dispositivo mediante el cual aprovechando la energía del viento podrán enviar la información necesaria. Dicho dispositivo será lanzado verticalmente hacia arriba utilizando un viejo cañón existente en la plaza de la ciudad y algo de pólvora que encuentran en un viejo galpón de una compañía minera. El cañón posee un largo de 80 cm y la pólvora es capaz de imprimirle al dispositivo una fuerza constante de 4 000 N. El dispositivo posee una masa de 800 g y tiene adosado en el extremo superior un pequeño paracaídas que solo se abre cuando el cuerpo comienza a caer. Suponiendo que no existe rozamiento con el aire durante el ascenso y que una vez abierto el paracaídas, el viento empuja al dispositivo con una velocidad constante de 20 km/h hacia el oeste. El dispositivo cae con aceleración igual a g hasta que adquiere una velocidad terminal constante de 30 km/h hacia abajo. Calcula:

- 1) El trabajo realizado por la pólvora sobre el dispositivo.
- 2) La velocidad inicial que adquiere el dispositivo justo a la salida del cañón.
- 3) La altura máxima que adquirirá.
- 4) El valor de la energía potencial en la altura máxima.
- 5) Realiza una gráfica en la que se observe la trayectoria y los vectores velocidad y aceleración que actúan sobre el dispositivo en distintos momentos.
- 6) Si la superficie es plana, ¿A qué distancia del lanzamiento llegará el dispositivo?
- 7) ¿Qué tiempo empleará en llegar a destino?
- 8) Explica porque motivos en la práctica se podría llevar a resultados distintos.

PT27. General Alvear, Mendoza. Azul.

¡Siguiendo las pistas!

Tras el hurto de la escultura medieval más preciada de la ciudad, construida en oro y conservada en la catedral durante siglos, Carmen San Diego y su grupo de malhechores decide ocultarla momentáneamente en un refugio seguro, eliminar todas las evidencias y para poner trabas a la posterior investigación realizan una réplica en cobre con igual volumen: $4,46 \text{ dm}^3$. Sabiendo que pronto llegará la primavera y con ella un aumento en la temperatura deciden arrojar la réplica al lago, que posee una profundidad de 20 m, sujeta a un globo esférico de paredes impermeables ($m=500 \text{ g}$), en el que vacían una garrafita de CO_2 de 2 litros que se encuentra a 50 atmósferas de presión. La temperatura del agua en ese momento es de 10°C .

- 1) Grafique las fuerzas que actúan sobre el sistema.
- 2) ¿Cuál es la presión que actúa sobre la escultura?
- 3) ¿Cuál es el peso del sistema escultura-globo?
- 4) ¿Cuál es el valor de la fuerza de flotación existente sobre el sistema?
- 5) ¿A qué temperatura del agua del lago flotará sobre la superficie la prueba del engaño?
- 6) ¿Qué masa de oro posee la escultura real?

Datos:

Presión atmosférica: 750 mm Hg

R: 0,082 L.atm/ K. mol

$\rho_{\text{Cu}} = 8,96 \text{ g/cm}^3$

$\rho_{\text{Au}} = 19,30 \text{ g/cm}^3$

agua del lago = 1008 kg/m^3

PT28. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Al almacén en bici.

Julián y Paola quieren tomar la merienda, para eso tienen que ir a comprar leche al almacén. Julián opta por el camino rojo, con pendiente en el tramo AB, mientras que su hermanita Paola decide tomar el camino azul.

a) ¿Cuál es el tiempo que tardan en llegar Paola y Julián si parten con una velocidad de $7,2 \text{ km/h}$, si Julián sale de la casa 2 segundos después y su velocidad luego de AB es la misma que al comienzo? ¿Cuándo debería haber salido Julián para llegar junto con Paola?

Julián sabe que el camino de Paola es más y como quiere llegar al mismo tiempo que su hermana al almacén, corre en el tramo AB.

b) ¿Cuánto acelera Julián en la bajada y con qué potencia lo hace?

c) ¿Cuál es la variación de energía mecánica que tiene Julián en las bajadas de a) y b)?

En realidad, Julián no tiene ganas de ir caminando, por lo que decide ir en su bicicleta nueva. Para poder doblar en las esquinas, Julián realiza una trayectoria semicircular: dos cuartos de circunferencia que equivalen a la distancia en AB. Supongamos ahora que el terreno no está inclinado, y que tiene rozamiento con la bicicleta.

d) Si la fuerza de roce con la bici es la que le permite a Julián doblar, ¿cuál es la máxima velocidad a la que puede ir en dicho tramo?

Tenemos que considerar que la bici de Julián no es un punto material y que además de acelerarse y rotar, la bici se inclina.

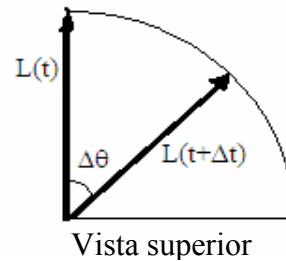
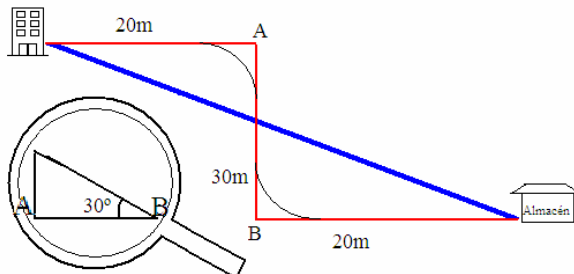
e) Realice un diagrama de las fuerzas aplicadas sobre la bicicleta, y calcule el torque total que experimenta. Considere la masa de la bici ubicada sólo en las ruedas.

A simple vista, parece que los torques aplicados sobre la bici provocan que esta caiga. Sin embargo, es gracias a ellos que Julián puede doblar, ya que la suma de los torques sobre la bici son responsables de la variación de L. A saber, $T = \Delta L / \Delta t$.

f) Si también se puede escribir como $L = I_{\text{rueda}} \cdot \omega_{\text{rueda}}$, ¿cuánto se debe inclinar Julián para no caerse? (Sugerencia: piense a $\Delta\theta$ como longitud de arco/radio y ayúdese con la figura)

Ahora que Paola y Julián ya compraron, quieren volver a su casa. Sin embargo, Julián se siente con poca energía para emprender el regreso. Si un vaso de leche tiene 57 cal/g.

g) ¿Cuántos vasos necesita tomar Julián para hacer el tramo AB en bici y volver a su casa? Considere la energía de rotación de las ruedas para este cálculo.



Datos: $g=9.8\text{m/s}^2$; $\mu_e=0,25$; $\mu_d=0,1$; $M_j=50\text{kg}$;
 $M_{\text{bici}}=1,5\text{kg}$; $R_{\text{rueda}}=0,3\text{m}$; $V_{\text{vaso}}=250\text{ml}$; $\delta_{\text{leche}}=1.034\text{ g/cm}^3$

PT29. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

El cohete.

Yuri quiere construir un cohete. Para eso empieza haciendo pruebas en el patio de su casa con un modelo a escala. Primero prueba algo simple: lanza su modelo con una velocidad inicial de 50,4km/h y un ángulo de 45° con la horizontal.

a) ¿Qué tan lejos llega el proyectil? ¿Qué tan alto?

Resulta que Yuri no tuvo en cuenta que había mucho viento ($V_{\text{viento}}=36\text{km/h}$) el día del lanzamiento, formando un ángulo de 30° con la horizontal, por lo que el proyectil no llegó ni tan alto ni tan lejos como se esperaba.

b) ¿Qué tan lejos llega el proyectil ahora? ¿Qué tan alto?

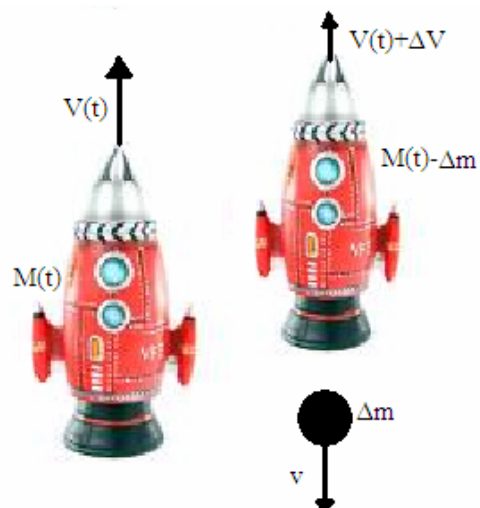
c) ¿Cuál es la cantidad de movimiento que tiene el proyectil en cada caso?

Después de estas pruebas, Yuri se dio cuenta que necesita alguna manera de aumentar la velocidad del cohete en vuelo para ganarle a la pérdida de energía cinética sufrida debido a la interacción gravitatoria. Por eso decide llenar al cohete con combustible y tirarlo de a poco para aumentar la velocidad.

d) Calcule la variación en la cantidad de movimiento que experimenta el cohete. Para realizar este cálculo, haga un diagrama del cohete en el instante inicial y en un instante posterior inmediato en donde el cohete perdió $\Delta M = -\Delta m$ (donde m =masa del combustible y M =masa cohete)

Esta variación en la cantidad de movimiento es la que provoca que el cohete pueda impulsarse hacia arriba. Trabajando matemáticamente esa expresión, suponiendo la velocidad relativa entre el cohete y el combustible constante y despreciando el término que contiene a dos variaciones multiplicándose, se puede obtener la siguiente formula: $V = gt + V_{\text{rel}} \cdot \ln(M(t)/M_0) + V_0$

e) Si la masa de combustible se expulsa a tasa constante $\mu=15\text{g/s}$ y la velocidad inicial del cohete es la del punto a), ¿Qué velocidad tiene el cohete al cabo de 2 segundos? ¿Cuál es la potencia del mismo? Desprecie la energía



potencial gravitatoria al realizar este cálculo, y considere que el cohete sólo se mueve verticalmente.

Ahora, a Yuri le interesa saber qué rendimiento η tiene el cohete. Para ello, realiza el cociente entre la energía cinética del cohete, y la suma de la energía cinética del cohete y del combustible.

f) ¿Cuál es el valor de η ? ¿Cómo se podría mejorar este valor?

Datos: $g=9.8\text{m/s}^2$; $M_{\text{proyectil}}=3,4\text{kg}$;
 $V_{\text{relativa}}=1\text{m/s}$;

PT30. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

¿Movimiento perpetuo?

Durante muchos años, muchos “inventores” soñaron con crear un móvil de movimiento perpetuo. Uno de ellos es el que se ve en la figura. Una torre de 20 m de altura está llena de agua. En las partes más alta y más baja de esta torre hay dos poleas unidas entre sí por un cable resistente que hace las veces de correa sin fin. A este cable van sujetos 14 bloques cúbicos. Estos bloques están hechos de chapas de hierro unidas con remaches y son herméticos. El espesor de las chapas es de 2mm y son de 1m x 1m.

a) Calcule la masa de un cubo y su volumen.

b) A partir de a) calcule el peso total del sistema y el empuje. Diga cuál es la fuerza neta y en qué dirección hará girar las poleas.

c) Calcule el trabajo que es capaz de entregar el sistema en un ciclo, sin considerar fricción.

El “inventor” quería utilizar este sistema para mover un motor que consume 1500J más por ciclo de lo que la máquina es capaz de entregar.

Entonces, idea una muy extraña forma de generar más trabajo. Decide calentar los bloques justo antes de ingresar al agua de modo tal que su volumen sea mayor y en consecuencia su empuje.

d) Calcule el volumen final del bloque si consigue calentarlos hasta 120°C y la temperatura ambiente es de 20°C.

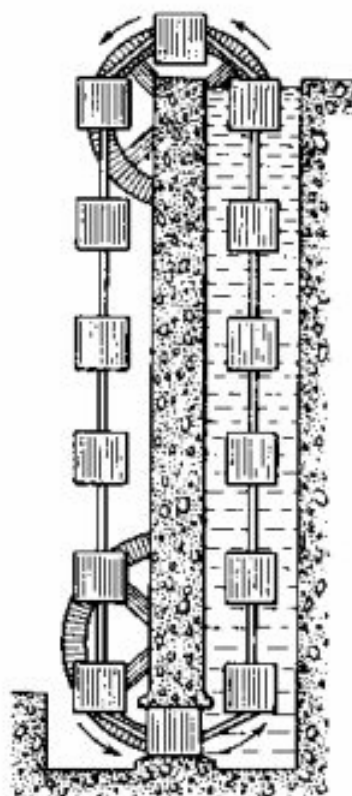
e) Calcule la temperatura final del agua si se supone la columna con los bloques en estado estacionario con una pérdida de calor de 75kcal/seg y un ciclo de 40seg.

Aproximaremos la temperatura dentro de la columna de agua como $T(h)=T_0-k \cdot h$ con h la altura y k una constante, de manera tal que $T(20\text{m})=T_{\text{ambiente}}$.

f) Calcule $T(0)$ mínima para que la máquina de este loco inventor entregue el trabajo que él necesita. Ayuda: grafique F vs. Δx para el ítem c) y para este caso, luego piense el trabajo como áreas delimitadas por estas gráficas y el eje horizontal.

Si no se dieron cuenta hasta ahora, ¡esta máquina no puede funcionar! Hay que tener en cuenta que para que un cubo ingrese a la columna de agua se debe vencer a la presión que ejerce el agua.

g) Calcule el trabajo necesario para hacer ingresar un bloque y explique por qué no es posible que esta máquina funcione. ¿Se podría modificar de algún modo para tener



movimiento perpetuo, o energía “gratis”? Si no está seguro de su respuesta, cuando llegue a casa repase el Segundo principio de la Termodinámica.

Datos:

$$\delta_{\text{agua}} = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$\delta_{\text{hierro}} = 7,86 \text{ g/cm}^3$$

$$\lambda_{\text{hierro}} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{hierro}} = 0,113 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

PT31. Quilmes, Buenos Aires. Azul.

Dos placas planas paralelas de metal de longitud 12.0 cm cada una están separadas por una distancia de 1.5 cm como se muestra en la Figura 1.1.

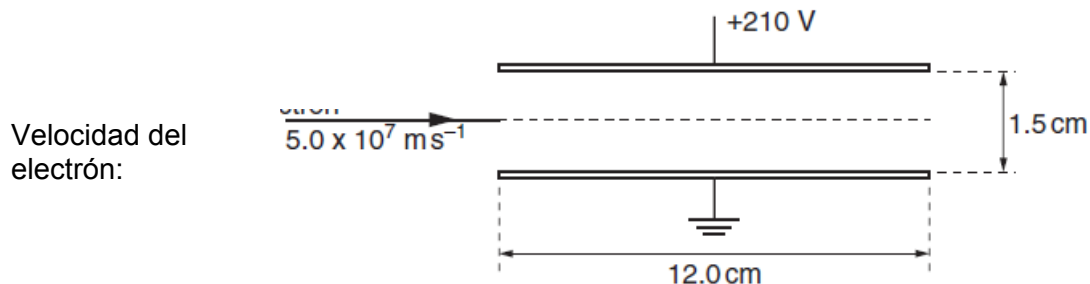


Figura 1.1

El espacio entre las placas es vacío y la diferencia de potencial entre las mismas es de 210 V. El campo eléctrico entre las placas se puede considerar uniforme y cero en la región afuera de ellas. La masa del electrón es $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ y su carga $q_e = 1.67 \times 10^{-19} \text{ C}$.

- Calcule la magnitud del campo eléctrico entre las placas. [2]
- Un electrón inicialmente viaja paralelo a las placas y en el medio de las mismas, como se muestra en la Figura 1.1. La rapidez del electrón es $5.0 \times 10^7 \text{ m/s}$. Para el caso en que el electrón se encuentra entre las placas,
 - muestre en la Figura 1.1 todas las fuerzas que están aplicadas sobre el electrón cuando este ingresa al espacio entre las placas paralelas de metal. [1]
 - determine la magnitud y dirección de la aceleración del electrón, [3]
 - calcule el tiempo que tarda el electrón en recorrer una distancia horizontal igual a la longitud de las placas de metal. [2]
- Utilice sus respuestas del punto c. para determinar si el electrón va a impactar sobre una de las placas o si va a salir entre las mismas. [2]

PT32. Quilmes, Buenos Aires. Azul.

La batería de un auto tiene una resistencia interna 0.060Ω y es recargado con un cargador de batería que tiene una fuerza electromotriz (f.e.m) de 14 V y una resistencia interna de 0.10Ω como se muestra en la Figura 2.1.

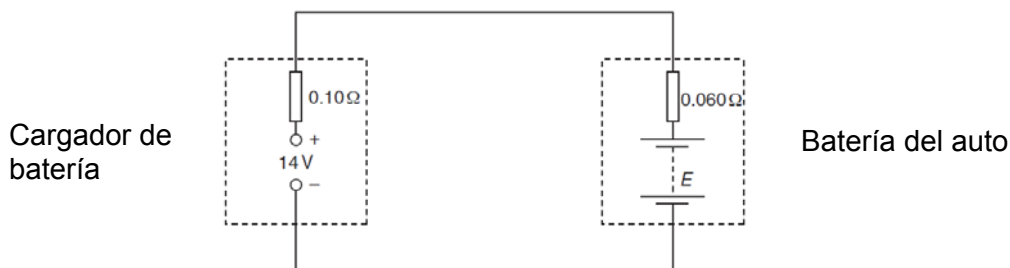


Figura 2.1

- a. En el comienzo del proceso de recarga la corriente total del circuito es de 42 A y la f.e.m de la batería es E .
- i. Para el circuito de la Figura 2.1, mencione
1. la resistencia total del circuito: [1]
 2. la f.e.m total del circuito en términos de E [1]
- ii. Use las respuestas del punto i. y los datos de la pregunta para calcular la f.e.m de la batería en el comienzo del proceso de recarga. [2]
- b. Durante la mayoría del tiempo de recarga de la batería del auto la f.e.m de la misma es de 12V y la corriente de recarga es de 12.5 A. La batería se carga con esta corriente durante 4 horas.
- Calcule para el tiempo de carga,
- i. la cantidad de carga que pasa por la batería, [2]
 - ii. la energía proporcionada por el cargador de batería, [2]
 - iii. la energía total disipada en la resistencia interna del cargador de batería y en la de la batería del auto. [2]

PT33. Quilmes, Buenos Aires. Azul.

Un automóvil se desplaza por una carretera horizontal en línea recta a velocidad constante.

- a. Explique por qué la turbulencia en la parte posterior del automóvil aumenta el consumo de combustible. [1]
- b. El automóvil de superficie frontal A se mueve a través de aire en reposo de densidad ρ a una rapidez v . La fuerza de arrastre F que actúa sobre el auto está dada por la expresión

$$F = \frac{1}{2} C_D A \rho v^2$$

donde C_D es una constante para el auto.

- i. Muestra que la potencia requerida por el motor del auto para superar la fuerza de arrastre está dada por:

$$P = kv^3,$$

donde k es una constante. [3]

- ii. Un automóvil particular tiene un área A de 1.8 m² y una constante C_D de 0.34. La potencia disponible para superar a la fuerza de arrastre del aire en reposo de densidad 1.1 kg m⁻³ es de 84 kW.

Calcule la rapidez v_{MAX} del automóvil. [2]

- iii. El automóvil del punto ii. ahora se desplaza contra una corriente de aire que tiene una rapidez de 9.0 m s⁻¹ relativa al suelo. La densidad del aire es de 1.1 kg m⁻³.

Calcule

Potencia necesaria para mantener una rapidez v_{MAX} contra una corriente de aire de rapidez 9.0 m s⁻¹

Potencia necesaria para mantener una rapidez v_{MAX} en aire en reposo

[2]

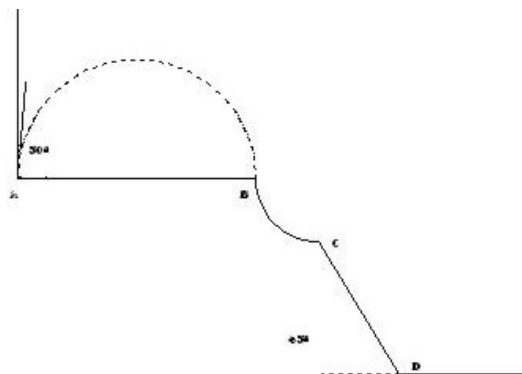
- iv. Averigüe el coeficiente de rozamiento dinámico entre el automóvil y la carretera cuando éste se desplaza contra una corriente de aire que tiene una rapidez de 9.0 m s⁻¹ sabiendo que la masa del mismo es de 900 kg. [2]

PT34. Ciudad de Santa Fe. Verde.

Una pelota de goma es lanzada verticalmente hacia arriba desde un punto A con una velocidad de 30,0m/s. Luego de alcanzar su altura máxima, la pelota de goma, perfectamente elástica, cae libremente sobre el mismo punto A y rebota con un ángulo de inclinación de 50° hasta alcanzar el punto B (ver figura). Desde allí, atraviesa un cuarto de circunferencia de 10,0m de radio con la misma rapidez que tenía en B, la que mantiene constante en el trayecto BC (los puntos A, B y el cuarto de circunferencia están en un mismo plano). A partir del punto C desciende por un plano

inclinado 45° con la horizontal durante 5,00s y con una aceleración de 1m/s^2 , luego se desplaza por una superficie horizontal y se detiene después de recorrer 200m. Considerando que las superficies están perfectamente pulidas (rozamiento despreciable) entre los puntos A y D de la trayectoria, determinar:

- a) ai) La altura máxima que alcanza la pelota antes de rebotar en A
- a ii) ¿Cuánto tiempo estuvo en el aire?
- b) ¿Qué distancia hay entre A y B?
- c) ci) ¿Cuánto tiempo tardó en ir de B a C?
- cii) ¿Cuál fue la velocidad angular?
- d) ¿Con qué velocidad llega a D?
- e) ei) ¿Cuál fue la aceleración media desde D hasta detenerse?
- e ii) ¿Cuánto tiempo tardó en detenerse desde D?



PT35. Ciudad de Santa Fe. Verde.

En una polea fija como la de la figura, se colocan cinco arandelas en cada extremo. La cuerda tiene una tensión que llamaremos T_0 . Si se quita una arandela del lado izquierdo, las restantes arandelas aceleran y la tensión disminuye en 0,25N. Considerando la cuerda y la polea de masas despreciables y sin tener en cuenta el rozamiento:

- a) Establecer un sistema de referencia y realizar el diagrama de fuerzas de las masas de las arandelas.
- b) Determina T_0 .
- c) Hallar la masa m de cada arandela.
- d) Determina la aceleración del sistema.



PT36. Ciudad de Santa Fe. Verde.

En un día de campo, una jarra con agua permanece varias horas a una temperatura de 35°C sobre una mesa.

Juan se sirve 250ml de agua en un vaso térmico, y le agrega dos cubitos de hielo, cada uno de 25g a 0°C .

- a) Suponiendo que no hay pérdidas de calor por las paredes del vaso ¿a qué temperatura llegó el agua luego de agregar los dos primeros cubitos?
- b) En su afán de enfriar el agua, Juan le arroja tres cubitos más, y, no conforme, otros dos cubitos.

¿A qué temperatura final llegó el agua luego de arrojar los tres cubitos adicionales? ¿Y después de agregar los últimos dos cubitos? (Datos: calor de fusión del agua 80cal/gr. ; Calor específico del agua $1\text{cal/gr}^\circ\text{C}$).

PT37. Santa Rosa, La Pampa. Azul.

La casa de Adrián tiene dos plantas y una terraza ubicada a 6m de la vereda. Sergio todas las tardes pasa trotando con velocidad constante por la vereda de Adrián y le hace un saludo con la mano pues su amigo lo ve pasar desde la terraza.

La velocidad de Sergio varía según el ánimo que lleve, algunas tardes pasa a 7m/s y otras sin sobrepasar los 12m/s .

La posición de Adrián respecto a la esquina es de 10m, allí se instala y espera que Sergio pase apoyado en la baranda un metro más arriba del piso de la terraza.

Cierta tarde mientras ve a su amigo que venía trotando por la esquina, distraído, deja caer una llave que tenía en la mano. Sergio vio que algo se le había caído a su amigo y pudo atraparlo justo por encima de su cabeza y cuando pasaba por debajo de donde estaba Adrián apoyado sin modificar su ritmo de trote.

- a) Sergio mide 1,70m, responde ¿con qué velocidad estaba corriendo Sergio esa tarde?
- b) Explica la situación e indica los tipos de movimiento que estas teniendo en cuenta, las trayectorias que siguen la llave y Sergio.
- c) Si en vez de una llave hubiese tenido una pluma, Sergio ¿la hubiese atrapado? ¿Por qué?

PT38. Santa Rosa, La Pampa. Azul.

Vas a tomar un té a “La Capital” y te lo sirven muy caliente, a 90°C.

- a) ¿Qué cantidad de agua a temperatura ambiente agregarás para poder tomarlo sin azúcar y a 60°C?

Considera que la taza que te sirven es de 200cm³, y el té ocupa las $\frac{3}{4}$ partes de ese volumen,

- b) ¿alcanzará con llenarla hasta el tope o tendrás que pedir una jarrita para trasvasar la mezcla?
- c) ¿Qué conceptos teóricos has utilizado para resolver la situación?

PT39. Santa Rosa, La Pampa. Azul.

Una persona necesita mover una caja 700 N de peso sobre una superficie horizontal

Si entre la superficie y la caja existe una fricción de 18 N.

- a) calcular la fuerza necesaria que debe realizar la persona para deslizar la caja sobre la superficie con una velocidad constante de 0,8 m/s.
- b) calcular el trabajo realizado por la persona para desplazar la caja desde el punto A hasta el punto B, distantes 15m .
- c) determinar la energía mecánica de la caja en el punto medio del tramo AB.
- d) Haz un esquema que muestre la situación y las fuerzas que intervienen en ella.

PT40. Caleufú, La Pampa. Azul.

Desde un punto y al mismo tiempo y en sentido de abscisas crecientes parten dos móviles.

Uno con velocidad inicial de 2m/s y una aceleración de 4 m/s².

El otro responde a una ecuación horaria

$$X_f = 7t^2 - 18t + 15 \quad \text{donde } t \text{ (s) y } (\text{ m/s })$$

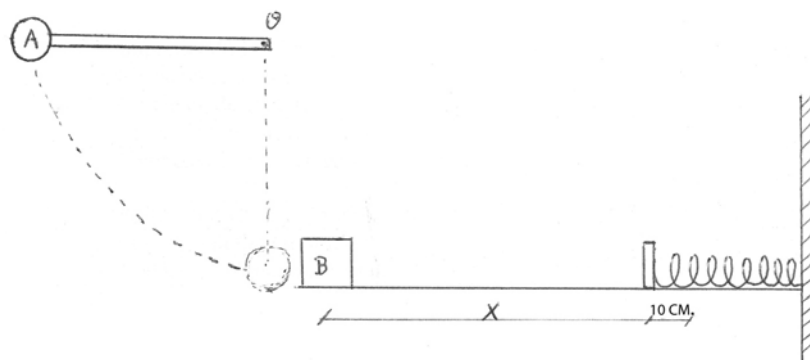
Calcular :

- a- Gráfica y analíticamente posición y tiempo de encuentro.
- b- Determinar expresión de la velocidad y aceleración del segundo móvil.
- c- Calcular la velocidad de encuentro.

PT41. Caleufú, La Pampa. Azul.

Una barra de peso despreciable puede rotar en torno a O . El largo de la misma es de 80 cm y en el otro extremo se encuentra una esfera de 200 grs. de masa que se encuentran inicialmente en reposo.

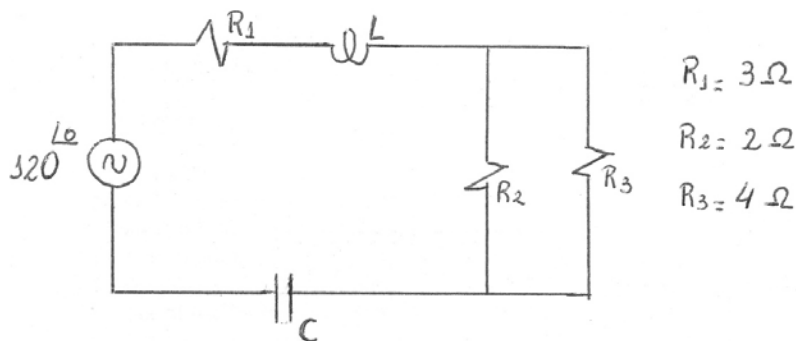
Al dejarla en libertad choca elásticamente con un cuerpo B de masa 400 grs. que puede deslizarse sobre una superficie horizontal sin roce hasta chocar con un resorte produciendo una compresión de 10 cm..



- Velocidad de la esfera en el instante de impacto.
- Velocidad de B.
- Constante elástica K.
- Tiempo que dura la compresión del resorte.
- Distancia X para que cuando B regrese al punto de partida justamente A vuelva a chocar.
- Velocidad de A y B luego del choque.

PT42. Calefú, La Pampa. Azul.

Dado el siguiente circuito R-L-C:



Calcular:

- Suponiendo $L=C=0$
 - Resistencia total del circuito.
 - Corriente de cada rama.
 - Caída de tensión en cada resistencia.
 - Potencia disipada en cada resistencia.
 - Si $L=25 \text{ mH}$ y $C=50 \text{ Micro Faradio}$
 - Impedancia del circuito.
 - Corriente en cada resistencia, bobina y capacitor.
- $\omega = 400 \text{ rad/seg}$

PT43. General Acha, La Pampa. Verde.

Dos automóviles salen al encuentro

Dos automóviles separados entre sí por una distancia de 5,2 Km. viajan por una misma ruta en sentido contrario. El primero lo hace con una velocidad constante de 90

Km./h. El segundo parte del reposo 3 segundos mas tarde y alcanza una velocidad de 5 m/s en 10 s manteniendo constante su aceleración.

Responder las siguientes consignas:

- Expresar todos los datos en el sistema internacional.
- Calcular la aceleración del segundo automóvil.
- Realice en un mismo sistema de ejes cartesianos la posición de cada automóvil en función del tiempo
- Represente en un mismo sistema de ejes cartesianos la velocidad en función del tiempo para ambos automóvil.
- ¿En qué momento tiene ambos automóvil la misma velocidad?
- ¿Cuánto tiempo tardarán en encontrarse?
- ¿Qué distancia habrá recorrido cada uno de ellos hasta encontrarse?

PT44. General Acha, La Pampa. Verde.

Haciendo presión dentro de un tubo

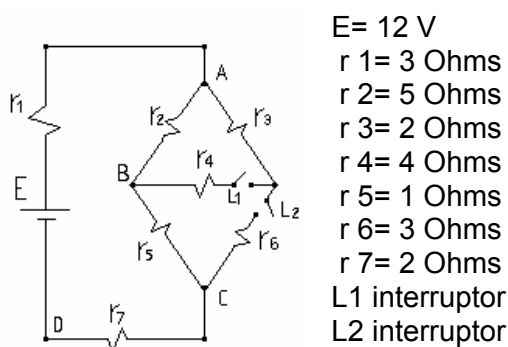
En un tubo vertical lleno de aire y de 4 cm. de diámetro se coloca un émbolo que ajusta perfectamente (sin rozamiento). Si el peso del émbolo es de 2,5 kgf. y la presión exterior es de 735 mm. de Hg.

- ¿Cuál es la presión del aire encerrado cuando el sistema aire-émbolo se encuentra en equilibrio?
- ¿Cuál será el volumen ocupado por el aire si la longitud del tubo es de 3 m?
- ¿Cuanto seria la presión del aire encerrado si al embolo se le aplica una fuerza de 8 N. mas?
- ¿Cual será el volumen del aire cuando se le aplica mas fuerza?
- Si el tubo tuviese 4 m ¿el volumen seria el mismo?

PT45. General Acha, La Pampa. Verde.

Circuito electrico

De la siguiente figura determinar:



- Calcula las corrientes del circuito con los interruptores cerrado
- Calcular la corriente del circuito, L_1 abierto y L_2 cerrado
- Calcular la corriente del circuito, L_1 cerrado y L_2 abierto
- Calcular potencia del circuito de cada uno de los puntos anteriores
- Calcular V_{abcd} con los interruptores cerrado

PT46. Aguilares, Tucumán. Azul.

Según resultados reales en mediciones que Ud. realiza en laboratorio, al armar un circuito simple con una lámpara común de ciclomotores, se observa que las mediciones se sitúan en los siguientes valores standart: $V = 5 \text{ volt}$ e $I = 0,50 \text{ A}$. Si tiene

en cuenta que el desarrollo (longitud) del filamento es de unos 3cm y una sección de $0,60\text{mm}^2$; el primer interrogante que se le plantea:

a) ¿Cuál es la resistencia específica ρ_1 , del material que compone el filamento?

Si considera que el Tungsteno, del cual estaría fabricado el filamento de esa lámpara, tiene una resistividad de $\rho_2 = 5,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, puede observar que hay una notoria diferencia con el resultado anterior, lo que indicaría que los restantes alambres que sostienen el filamento deben tener resistencia

b₁) ¿Cuál es el valor de la resistencia del filamento, con el valor ρ_2 ?

Si mantiene el valor intensidad de corriente, dado en la primera parte:

b₂) ¿Cuál es el valor de diferencia de potencial, producida en este caso?

c) A continuación de dibujar el circuito y calcular R_1 y R_2 . (*)

(*) Se hace referencia en esta parte: al circuito de los conductores dentro de la lámpara, debiendo designar con R_1 al filamento de Tungsteno y con R_2 los restantes alambres que conducen la corriente dentro del foco.

En el instante que enciende la lámpara la temperatura del sistema es 20°C por lo cual sus resistencia es R_0 y su intensidad de corriente I_0 ; al cabo de cierto tiempo la temperatura se triplica, si desprecia el cambio de longitud experimentado:

d₁) ¿Cuál es el cambio relativo de la nueva resistencia? ($\alpha = 0,0045^\circ\text{C}^{-1}$)

d₂) ¿Cuál es el cambio relativo de la intensidad de corriente?

Los datos dados en el primer párrafo, se realizan en ocasión de que un grupo de estudiantes tienen clase experimental; en dicha ocasión otro grupo dispone de un alambre con una Resistencia R_A y la jalan mecánicamente hasta alargarlo 1,25 veces su longitud original:

e) ¿Encuentre el valor relativo de la nueva resistencia R_B ?

PT47. Aguilares, Tucumán. Azul.

Un fabricante de joyas y piezas de máquinas de taller para elaboración de éstas, tiene a la vista una tabla de constantes físicas, que le son útiles en ocasiones. También tiene un depósito de materiales, donde ubica los metales, que vienen en cilindros macizos de unos 5cm de diámetro y 1m de largo. El depósito no está climatizado y en invierno la temperatura puede bajar hasta los -3°C , mientras que en verano asciende hasta los 40°C .

En base a lo expuesto y en vista de la tabla se le solicita responda los siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles materiales experimentarán la mayor y menor dilatación, ante los cambios de temperatura?**
- ¿Cuánto varía la longitud de los cilindros, entre el invierno y verano, de los materiales que Ud. menciona en el punto anterior?**
- ¿Cuáles materiales darán el mayor y menor peso?**
- ¿Cuánto pesan los cilindros de los materiales indicados por Ud. en el punto anterior?**
- El Al tiene bajo punto de fusión, pero alto calor de fusión, mientras que con el Pt ocurre lo contrario. Calcule si alcanzarán la temperatura de fusión si se suministran 10^6 calorías a cada cilindro, partiendo de una temperatura inicial de 20°C y cuál será su estado final.**

Material	Símbolo Químico	Calor específico (cal/g°C)	Coeficiente de dilatación lineal ($1/^\circ\text{C}$)	Calor latente de Fusión (cal/g)	Punto de Fusión($^\circ\text{C}$)	Densidad (kg/dm ³)
Aluminio	Al	0,215	0,000024	77	659	2,7

Plata	Ag	0,056	0,000017	21	961	10,5
Oro	Au	0,031	0,000013	16	1063	19,3
Hierro	Fe	0,110	0,000011	70	1535	7,86
Platino	Pt	0,032	0,000009	27	1775	21,4

f) Realice un gráfico ilustrativo donde se observe la variación de temperatura en función del calor absorbido para todos los metales, considerando 100g de muestra de cada material, abarcando todo el rango en estado sólido. Suponga que temperatura inicial es de 20°C.

El fabricante tiene encargado un accesorio, para máquinas de taller, que consiste en un cilindro macizo de hierro de 5,05cm de diámetro y debe colocar un tope a presión en un extremo, para lo cual fabrica un anillo de aluminio de 5,00cm de diámetro interior. Teniendo en cuenta que ambas partes están a 20°C, se le solicita responda:

- g) ¿Hasta que temperatura debe calentarse el anillo para que pueda introducirse en el cilindro?**
- h) ¿A qué temperatura deben calentarse ambas partes en forma simultánea, para que el anillo se introduzca en el cilindro?**
- i) Analice la factibilidad de cada método (el g ó h) para cumplir con el objetivo.**

PT48. Aguilares, Tucumán. Azul.

Un cuerpo sólido, de gran densidad, está quieto en el punto A.

En un instante dado comienza a actuar la fuerza constante $F = 20 \text{ N}$ que le otorga una aceleración $a = 1,25 \text{ m/s}^2$, hasta el punto B, recorriendo una distancia $e_{ab} = 2,5 \text{ m}$, sin roce, $\mu_1 = 0$. A continuación, el cuerpo recorre el plano descendente BC, de altura $h_{bc} = 2,5 \text{ m}$, en el que $\mu_2 = 0,2$ (no tener en cuenta el efecto de los codos B y C, suponiendo que el codo B es recorrido sin que el cuerpo “vuele”).

El tramo horizontal CD de longitud e_{cd} es tal que permite que por rozamiento ($\mu_3 = 0,25$) la velocidad en D sea el 90% de la velocidad en C.

El cuerpo impacta finalmente contra el resorte comprimiéndolo 0,5 m, hasta la posición E, siendo para este tramo, $\mu_4 = 0,3$.

Calcular:

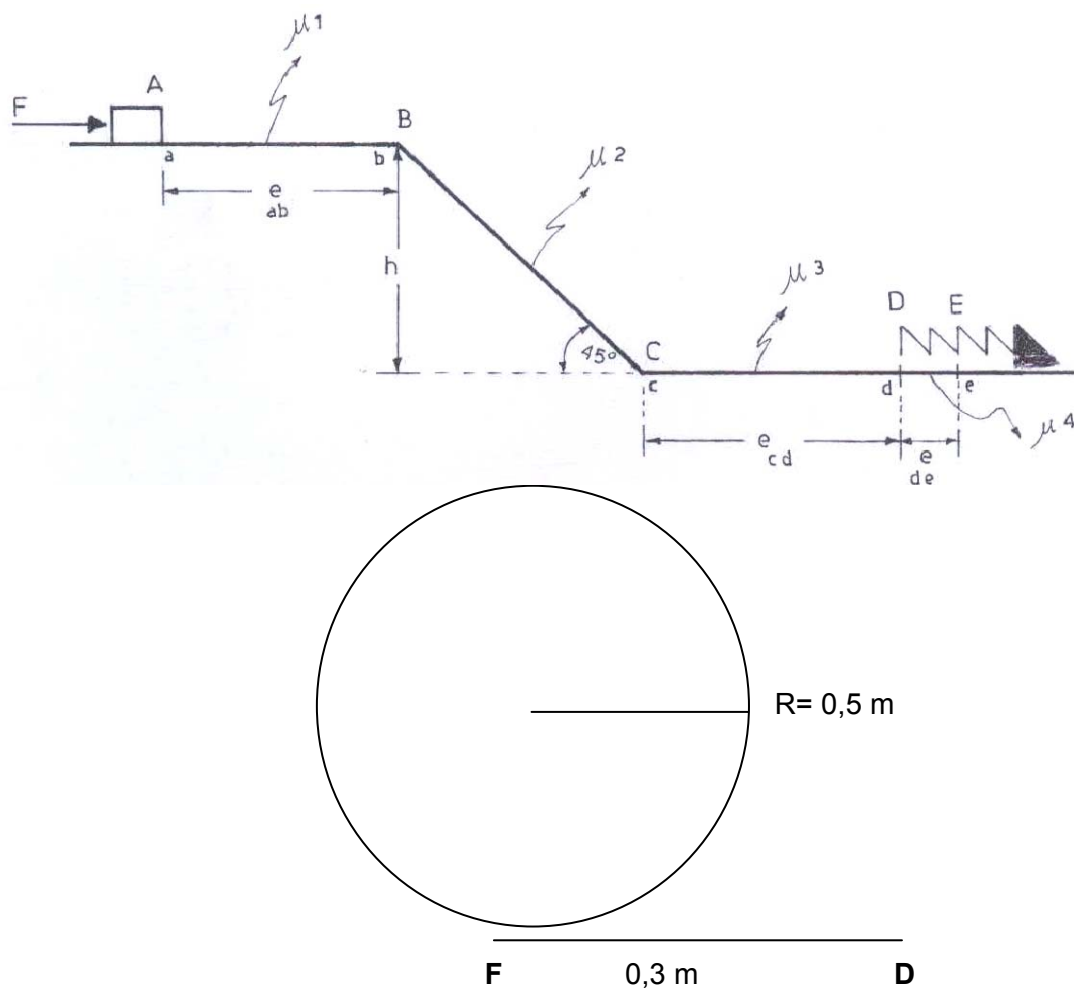
1. La masa del cuerpo.
2. Velocidad en B
3. Energía mecánica en B
4. Trabajo de rozamiento en el tramo BC
5. Velocidad en C
6. Espacio e_{cd}
7. Trabajo de rozamiento en el tramo DE
8. Constante elástica del resorte K

Por la elasticidad del resorte, el cuerpo es empujado hacia atrás, para este efecto, Calcular:

9. e_{cd} Velocidad con que pasa el cuerpo de nuevo por el punto D.

Si al regresar, pasando por D, el cuerpo recorre una distancia (lisa) de 0,3 m, hasta F, en el que empieza a moverse hacia arriba por la parte interior de un carril circular vertical, de radio $R = 0,5 \text{ m}$. Allí experimenta una fuerza de rozamiento, mientras se desliza a lo largo del carril circular, constante de 7 N.

10. ¿Alcanzará el cuerpo el punto más alto del carril o caerá antes de alcanzarlo? Justifique cuantitativamente la respuesta.



PT49. Ciudad de Formosa. Azul.

Carrera en el campo.

Contaba el abuelo que Ruperto, el hijo de don Crescencio, dueño de la estancia “La Margarita, tomó la nueva camioneta de su padre una tarde de otoño y se lanzó a la ruta para batirse a duelo en una carrera con Juan, quien había conseguido prestado un viejo automóvil con motor reciclado. Ambos se encontraron en el cruce de los caminos donde solían reunirse los muchachos, algunos de ellos los estaban esperando.

Comenzaron el primer tramo con movimiento rectilíneo uniforme para calentar motores hasta la marca de salida a 900 metros, lo hicieron en 3 minutos. Atanacio disparó el arma hacia el monte señalando el momento de la salida y entonces ambos aceleraron por el camino polvoriento. Ricardo tomó el tiempo y el primero en llegar tardó 46 segundos.

- Realiza un esquema con los datos del ejercicio.
- Calcula la velocidad del primer tramo.
- Si la velocidad de llegada del primero es de 15 metros / seg., calcula su aceleración considerando movimiento rectilíneo uniformemente acelerado.
- Calcula la distancia entre la salida y la llegada.
- Si Ruperto llegó dos segundos antes que Juan, ¿cuántos metros debió recorrer Juan para alcanzar la misma velocidad que Ruperto?

PT50. Ciudad de Formosa. Azul.**En el circo.**

Joaquín, un equilibrista de circo que tiene una masa de 50 kg, intentando un nuevo acto solicita ayuda de sus compañeros para montar un espectáculo utilizando distintas máquinas simples de la siguiente manera:

Primero es lanzado hacia arriba por Aníbal, desde un sube y baja; y cae en una especie de bandeja rectangular sostenida con una polea simple por Julio, que lo levanta 3 metros. Seguidamente, Joaquín pega un salto y llega hasta un gran tobogán cuya pendiente tiene 5 metros. Al llegar al suelo, cae boca abajo sobre una camilla que es levantada por Nico con un torno cuyo $r = 0,05$ metros y $R = 0,35$ metros hasta 4 metros de altura y desde allí se lanza, da dos vueltas en el aire y cae sobre la caja de una carretilla que es remolcada por Andrés hasta desaparecer detrás de las cortinas.

- Realiza un esquema con los datos del ejercicio (considerando para el sube y baja $b_P = b_R = 1,50$ metros; para la carretilla, $b_P = 2$ metros y $b_R = 1$ metro.)
- Calcula la fuerza que debe realizar cada uno de los compañeros de Joaquín.
- ¿Qué aceleración adquiere al final de la pendiente del tobogán si tarda 2 segundos en recorrerla?

PT51. Ciudad de Formosa. Azul.**Fuerza marina.**

Anita fue a visitar un acuario y me contó que vio la actuación de dos delfines que llevaban cargas, uno de 300 Newton y otro de 500 Newton, de forma paralela separados 3 metros entre sí. Al cabo de un rato su entrenador acercó las cargas para que sean una sola y los delfines se separaron un ángulo de 45° a cada lado para llevarla.

- Representa los sistemas de fuerzas.
- Halla la gráfica y analíticamente la resultante del primer sistema y las distancias correspondientes.
- Halla gráficamente las componentes del sistema de fuerzas concurrentes.

PT52. Rosario, Santa Fe. Verde.**El Carpintero Distráido.**

Un carpintero se encuentra arreglando el techo de una casona de Fisherton. De repente se le cae un martillo de 4Kg. El coeficiente de roce entre el martillo y el techo es de 0.3, pero lamentablemente no impide que la herramienta se deslice vertiginosamente sobre el techo a dos aguas. Se sabe que el techo tiene una inclinación de 60 grados y una longitud de 8 metros.

1. Calcular la velocidad que posee cuando abandona el techo

Luego continua su trayectoria hacia el piso.

2. Calcular a que distancia de la casa colisiona con el suelo si la base del techo se encuentra a 20 metros del piso.

En el punto de contacto hay una colchoneta de constante elástica 500N/m .

3. ¿Cuánto se comprimirá debido al impacto del bloque si existe un 25% de pérdida de energía total en el impacto?

La colchoneta hace que el martillo rebote verticalmente.

4. ¿Cuál es la altura máxima que alcanza si existe otra perdida de energía del 25% debido al roce de compresión?

La colchoneta solo tiene efecto en el eje verticalmente, por lo que luego de rebotar el martillo colisiona nuevamente con el suelo.

5. ¿A qué distancia de la casa colisiona por segunda vez y cuanto tiempo paso desde que el martillo comenzó su movimiento en la cima del techo? (Considerar 0.2 segundos en el rebote)

Consideraciones:

- El martillo comienza su movimiento del reposo en la parte superior del techo
- El techo sobresale 40 cm, medidos horizontalmente, de la pared.
- La colchoneta está pensada para amortiguar el golpe en caso de que al carpintero corra con la suerte del martillo.
- La colchoneta solo se comprime verticalmente y se encuentra a ras del suelo.

PT53. Rosario, Santa Fe. Verde.

El Reciclaje.

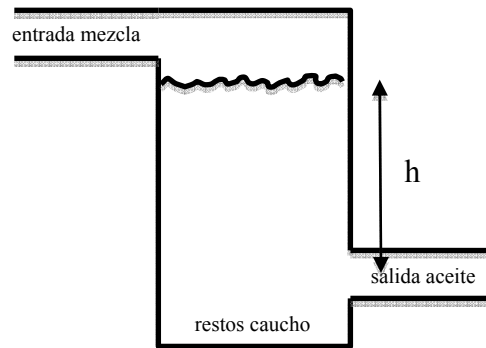
Una empresa que vende neumáticos de caucho para la industria automotriz utiliza una máquina cortadora que necesita aceite refrigerador permanentemente para su funcionamiento, esto es para poder mantener la misma a una temperatura acorde. Esta máquina consume demasiada cantidad de aceite por día y como representa un gran costo para la empresa, se decidió reutilizarla. El problema es que el aceite saliente de la maquina está contaminada con residuos de caucho y ambos tienen casi la misma densidad entonces para poder reutilizarlas se necesita un proceso de depuración, a saber la densidad del aceite es de 920 kg/m^3 y la densidad del caucho es de 925 kg/m^3 referidos a 27°C .

El proceso de depuración se hace mediante flotación¹ en un depósito cilíndrico de aluminio. La mezcla (aceite y caucho) que llega desde la máquina a 27°C se calienta hasta una temperatura determinada y luego se puede recolectar el aceite y el caucho por separado; esto es cuando la densidad del caucho es 1,5 veces la densidad del aceite. Ver esquema.

1 Parte: La Mezcla

Un día de trabajo cotidiano se consumen 15 litros de aceite, que llegan al depósito en su totalidad y en el mismo se almacenan unos 20 litros de la mezcla.

- Calcule la masa de caucho que se desperdicia por día
- Calcule la temperatura a la cual debe calentarse la mezcla para poder realizar la separación.
- ¿Cuánto calor se le debe entregar al sistema, sabiendo que el depósito tiene una masa de 15kg?
- Una vez que el proceso de calentado culminó y los restos de caucho quedaron sobre el fondo del depósito se abre la válvula que permite la salida del aceite del mismo. Calcule la velocidad de salida del fluido a penas se abre la válvula sabiendo que h tiene un valor de 1,25 metros.



2 Parte: El Circuito

El depósito debe ser calentado a través de una resistencia calefactora que forma parte de un circuito que ud debe diseñar. En el mismo se ha conectado en serie los siguientes elementos: la resistencia calefactora, una resistencia limitadora (que limita la corriente que circula en el circuito) y como fuente se utilizará la toma domiciliaria de 220V. La resistencia calefactora es de 15Ω y puede disipar una potencia máxima de 2200W.

¹ El proceso de depuración por flotación radica en poder separar dos sustancias no miscibles por diferencia de densidad. Para cambiar la densidad de cada una de ellas se eleva la temperatura, y al cambiar el volumen, cambia la densidad. Esto se puede utilizar si ambas sustancias tienen diferentes coeficientes volumétricos de dilatación.

- a) ¿Durante cuánto tiempo debe entregar calor la resistencia calefactora si funciona a la potencia máxima para calentar el sistema según se ha calculado en la primera parte?
- b) Calcule la corriente necesaria para que la resistencia calefactora desarrolle la potencia máxima.
- Para construir el circuito se utilizan cables que soportan como máximo 8A de corriente, teniendo en cuenta esta limitación:
- c) ¿Cuánto debe valer la resistencia limitadora?
- d) Calcule la potencia consumida por cada una de las resistencias que componen al circuito, la potencia consumida de la red y la energía consumida en 1 hora, expresada en kw-h
- e) ¿Con esta nueva configuración del circuito cuanto tiempo tardaría la resistencia calefactora en calentar al depósito?

Consideraciones:

- El calor que transmite la resistencia calefactora llega en su totalidad al depósito, no existiendo ninguna pérdida.
- Coeficiente de dilatación lineal del caucho $\alpha_{\text{Caucho}} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Coeficiente de dilatación volumétrico del caucho $\beta_{\text{Aceite}} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Calor específico del aluminio $c_{\text{al}} = 887 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$
Calor específico del aceite $c_{\text{aceite}} = 1674 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$
Calor específico del caucho $c_{\text{caucho}} = 2010 \text{ J/(kg } ^\circ\text{C)}$

PT54. Rosario, Santa Fe. Verde.

El Pescador.

Un pescador debe acertar con una lanza a un pez que se alimenta en el fondo de una laguna de 0,5 de profundidad.

Cuando visualiza al pez a 3m de alcance horizontal, arroja la lanza al punto en que lo está viendo.

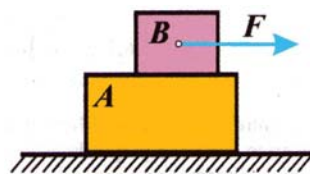
- a) ¿Acertará al pez, o se quedará corto o largo en el tiro? Justifique (considere que la trayectoria de la lanza es recta)
- b) ¿Con qué ángulo debería arrojar la lanza para acertar al pez? (mantener la suposición de la trayectoria recta de la lanza)
- c) Si decide arrojar la lanza en forma horizontal, ¿con que velocidad debería hacerlo para acertar al pez? (suponer que la lanza al entrar al agua mantiene una trayectoria recta)

Consideraciones:

- La altura de salida de la lanza es siempre 1,8m
- El pez es pequeño
- El índice del agua es 1,33
- El alcance se mide en el plano horizontal en el fondo de la laguna

PT55. Ciudad de Córdoba. Azul.

a) Enuncia y comenta las Leyes de Newton. **b)** Los bloques de la figura tienen masas de $M_A = 3 \text{ kg}$ y $M_B = 1 \text{ kg}$. El coeficiente de rozamiento en los contactos **B-A** y **A- suelo** es $\mu = 0,3$. Sobre el bloque **B** actúa una fuerza **F** paralela al suelo. Calcula el máximo valor de **F** para que el sistema permanezca en reposo. Considera **g=10 N/kg**. **c)** En esta situación límite de equilibrio, indica detalladamente todas las fuerzas que actúan sobre cada uno de los dos bloques.



PT56. Ciudad de Córdoba. Azul.

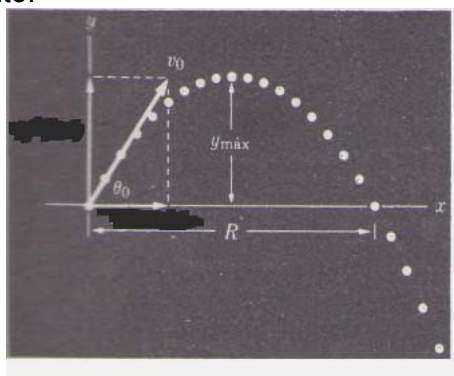
A partir de la figura y teniendo en cuenta los siguientes datos:

Velocidad inicial de 49m/s

Angulo de de disparo de 53° .

Calcular:

- La posición del proyectil y el valor de y y dirección de de su velocidad para $t=2.0$ s.
- En que instante de tiempo el proyectil alcanza su máxima altura y y su valor en este punto.
- Calcular la distancia horizontal en la cual el proyectil vuelve a alcanzar su altura inicial.
- En caso de no existir obstáculo, el proyectil continúa avanzando más allá de su alcance horizontal. Calcular la posición y velocidad 10 segundos después de iniciado el movimiento.



PT57. Ciudad de Córdoba. Azul.

Sean dos lentes convergentes idénticas, con distancias focales de 20cm. y colocadas en el eje X en los puntos $x=0$ y $x=80$ cm. Un objeto se coloca a 40 cm a la izquierda de la primera lente.

Se pide hallar gráficamente la posición de la imagen final y decir que tipo de imagen se trata (real, virtual, derecha, invertida).

PT58. Ciudad de Córdoba. Azul.

En un recipiente cuya capacidad térmica es de 30 Cal/ $^\circ\text{C}$ y se encuentra a 5°C , se colocan 200 g de agua a 5°C y otros 100 g de Hielo a 0°C .

Se desea calentar el conjunto hasta llegar a 20°C .

- Calcular la Cantidad de Calor necesario, en Joules y Calorías.
 - Si para lograrlo se utiliza un calentador eléctrico cuya resistencia es de 100 Ohm, conectado a la red domiciliaria, determinar la potencia del aparato.
 - Calcular el tiempo necesario para realizar tal operación.
- Ce del agua = $1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ Calor de Fusión del hielo = 80 Cal/g

PT59. Ciudad de Córdoba. Azul.

Un ciclista cuya masa es de 60 kg, montado sobre una bicicleta de 20 kg, se desplaza en una superficie horizontal con 5 m/s, cuando comienza a acelerar con 2 m/s^2 durante 5 seg. El coeficiente de rozamiento cinético es 0,2.

- Calcular la Fuerza resultante.
- Calcular la Fuerza total aplicada, teniendo en cuenta el rozamiento.
- Calcular la distancia recorrida.

Si a partir de allí, comienza a subir una rampa de 20° , y deja de pedalear

- Calcular el tiempo empleado hasta detenerse
- Calcular la distancia recorrida sobre la rampa

- f) Calcular la Energía disipada por rozamiento a lo largo de todo el recorrido.

PT60. Ciudad de Córdoba. Azul.

Una esfera de 500 g atada a una cuerda de 1 m de largo, es revoleada en un plano horizontal, efectuando 10 vueltas en un minuto.

- ¿Cuál es la velocidad angular?
- ¿Y la tangencial?
- ¿Qué fuerza centrípeta fue necesario aplicar?

Si en determinado momento se corta la cuerda,

- Dibuje la trayectoria de la esfera hasta impactar un resorte, indicando las fuerzas sobre la esfera antes de cortarse y luego de ello.
- Calcule cuánto se comprimirá el resorte, luego que la esfera impacte sobre él, si su constante es de 100 N/cm

PT61. Comodoro Rivadavia, Chubut. Verde.

Un peatón está corriendo con una velocidad máxima de 6m/s, que es la máxima velocidad que este logra desarrollar y mantener constante, con el fin de alcanzar un colectivo que se encuentra detenido, cuando el joven que corre detrás del colectivo se encuentra a unos 25m del colectivo, este inicia su marcha con una aceleración constante de 1m/s^2 . Teniendo como referencia que el peatón corre en línea recta hacia el colectivo y además lo hace con la máxima velocidad que ha logrado desarrollar y mantener constante, demostrar y calcular:

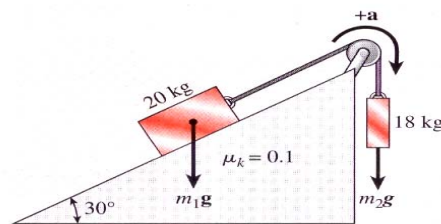
- Demostrar que el peatón no alcanzara al colectivo.
- calcular la menor distancia a la que pudo acercarse al colectivo nuestro corredor.

PT62. Comodoro Rivadavia, Chubut. Verde.

Considerando un cuerpo de masa $m_1=20\text{kg}$ y otro de masa $m_2=18\text{kg}$ en el sistema representado en la figura considerando el coeficiente de rozamiento cinético $\mu_c=0,1$ y el ángulo de inclinación del plano igual a 30° y la longitud del plano igual a 80m.

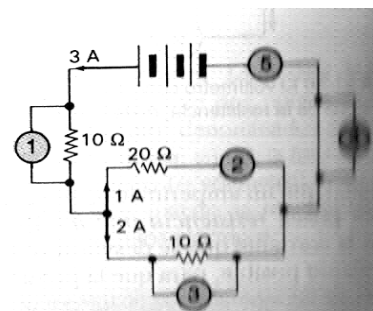
Analizar las siguientes situaciones y determinar:

- Realizar un, diagrama de cuerpo libre, para el sistema a estudiar.
- Suponiendo que se suelta m_2 y todo el sistema se mueve hacia la derecha calcular la aceleración del sistema y la tensión de la cuerda que sostiene a m_1 y m_2 .
- Imagínese que la masa dos llega a la cima y en ese instante se suelta de la cuerda (considere $v_0=0$), provocando que se deslice hacia abajo. Plantee la ecuación de conservación de la energía y determine la velocidad de la masa dos al llegar al pie del plano inclinado.

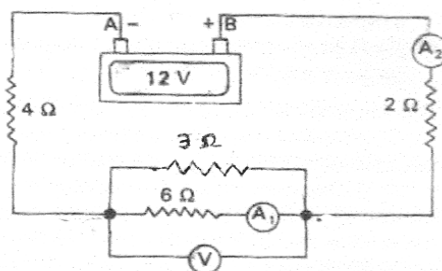


PT63. Comodoro Rivadavia, Chubut. Verde.

- Observe la figura donde se han conectado instrumentos de medición. Sabiendo que estos están conectados correctamente identifique la lectura de cada uno y diga cuál será la lectura de cada uno de estos instrumentos.



- b) Según la siguiente figura determinar:
- Cuáles serán las lecturas del A1, A2 y V.
 - Potencia en la resistencia de 6Ω .
 - Calor disipado por el circuito en $\frac{1}{2}$ Hora.
 - Costo de la energía consumida por todo el circuito en una semana, si solamente está en funcionamiento 3 horas por día y los 480kw.h cuestan \$100



PT64. Ciudad de Mendoza. Azul.

En Las Leñas decidieron construir una rampa de salto de esquí, el diseñador le pidió a un ingeniero, que calcule la altura vertical desde la puerta de salida hasta la base de la rampa. El ingeniero hizo sus averiguaciones en otras pistas y en promedio calculó que los esquiadores se empujan con una fuerza en la salida que les da aproximadamente una velocidad inicial de 2 m/s , por cuestiones de seguridad los esquiadores no deben llegar al final de la rampa con una velocidad que supere los 30 m/s . Suponiendo una masa promedio de 85 kg por esquiador y una fuerza de fricción dada por el aire y el piso, genera aproximadamente una pérdida de energía de 4000 J durante el descenso, determinó el valor de altura.

- Cuál es ese valor?
- Es un valor máximo o mínimo?. Explique

PT65. Ciudad de Mendoza. Azul.

El aceite de oliva flota en el agua, pero se hunde en el alcohol. Por consiguiente, puede prepararse una mezcla de agua y alcohol, en la cual dicho aceite ni flote ni se hunda hasta el fondo. Si en esta mezcla se introduce un poco de aceite, valiéndose de una jeringa, veremos una cosa rara: el aceite se agrupa formando una gran gota esférica, que no sube a la superficie, ni baja al fondo, sino que permanece inmóvil como si estuviera suspendida.



El experimento debe hacerse con calma y precaución, porque, de lo contrario, puede obtenerse, no una gota grande, sino varias esferitas más pequeñas. Pero incluso si ocurre así, el experimento no deja de ser interesante.

Si en un laboratorio a 20°C , se realiza una experiencia y a un recipiente con una mezcla adecuada de agua y alcohol se le agrega $0,5 \text{ cm}^3$ de aceite de oliva de $0,910$ de densidad relativa, se forma una sola esfera.

- ¿Cuál es el radio de la esfera formada?
- ¿Cuál es el valor del empuje que recibe la esfera?
- Si el recipiente se llena hasta el mismo nivel que el anterior pero sólo con alcohol, ¿Cuál es el valor de la fuerza que hace el fondo del recipiente sobre la esfera cuando ésta toca el fondo?

PT66. Ciudad de Mendoza. Azul.

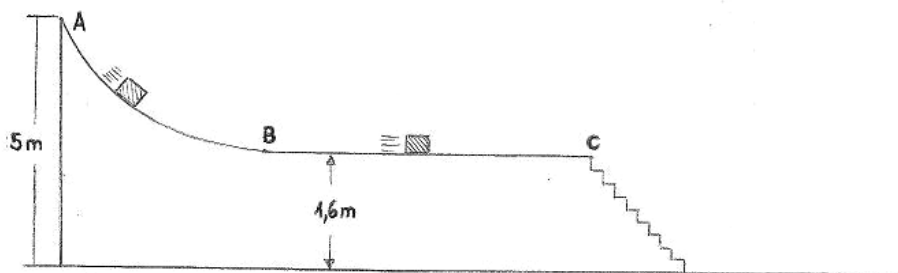
Un recipiente con paredes térmicamente aisladas contiene $2,4 \text{ kg}$ de agua y $0,45 \text{ kg}$ de hielo todo a 0°C . El tubo de salida de una caldera en la que hierve agua a presión atmosférica se inserta en el agua del recipiente. ¿Cuántos gramos de vapor deben condensarse dentro del recipiente (que también está a presión atmosférica) para elevar la temperatura del sistema a 28°C , si se desprecia el calor transferido al recipiente?

PT67. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Partiendo del reposo, un cuerpo de 10kg se desliza sin fricción por el tramo AB mostrado en la figura. Continúa deslizándose por el tramo horizontal BC, de 4,2m de largo, el cual presenta un coeficiente de roce dinámico con el cuerpo igual a 0,55.

Suponemos nulo el rozamiento con el aire y tomamos el valor de $\bar{g} = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- Representa usando diagramas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo cuando se desliza por el tramo AB, luego cuando se desplaza por el tramo horizontal BC y finalmente cuando abandona el contacto con el tramo BC.
- Calcula su rapidez al final del tramo horizontal y el trabajo de la fuerza de roce.
- Determina que escalón golpeará primero el cuerpo cuando abandone el contacto con el tramo horizontal, si cada escalón mide 15cm de alto y 15cm de ancho.
- Calcula la rapidez del cuerpo al impactar con el escalón.

**PT68. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.**

Un estudiante quiere determinar el coeficiente de fricción estática y cinética entre una caja y un tablón.

Coloca la caja sobre el tablón y levanta a éste gradualmente por uno de sus extremos. Cuando el ángulo alcanza los 30° la caja comienza a deslizarse, y resbala hacia abajo por el tablón recorriendo 4,0m en 4,0 segundos.

- Representa en un diagrama las fuerzas que actúan sobre el cuerpo ANTES de comenzar a moverse, y en otro diagrama las fuerzas actuantes DURANTE la etapa del movimiento.
- Calcula el coeficiente de roce estático.
- Determina el coeficiente de roce dinámico.
- Si la caja hubiera recorrido los 4,0m en 2,0 segundos ¿Se hubiera modificado el valor del coeficiente de roce cinético? Justifica tu respuesta.

PT69. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Durante unos ejercicios militares, un avión de combate realiza un ataque simulado sobre una ciudad C, sobrevolándola en dirección a su portaaviones, el cual está ubicado en el punto P, a 20km de la ciudad.

Para economizar combustible, vuela con velocidad constante de 810km/h, intentando alcanzar el buque y aterrizar en él.

Treinta segundos antes de que este avión sobrevolara la ciudad, otro avión de combate sobrevolaba el aeropuerto A, dirigiéndose hacia la ciudad C con velocidad constante de 630km/h. La distancia entre la ciudad y el aeropuerto es de 12km.

En el momento de pasar el primer avión sobre la ciudad, el piloto del segundo avión recibe la orden de perseguir y dar alcance al primer avión: para ello, el piloto del segundo avión incrementa su velocidad, manteniendo una aceleración constante de 20m/s^2 .

Sabiendo que la ciudad, el aeropuerto y el portaaviones se encuentran sobre una misma línea recta y que la ciudad se encuentra entre el aeropuerto y el portaaviones, responda:

- ¿Alcanzo el segundo avión al primero? Si lo hizo ¿cuanto tiempo le tomó hacerlo?
- Si ocurrió ¿a que distancia del portaaviones se produjo el encuentro?
- ¿Cuál era la velocidad del segundo avión al momento de interceptar al primero?
- Si después de interceptar al primer avión, la segunda aeronave continuara su movimiento acelerado, ¿en cuanto tiempo estaría sobrevolando al portaaviones?

PT70. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Un péndulo balístico está formado por una varilla rígida de masa despreciable y longitud L , a cuyo extremo se une una masa M .

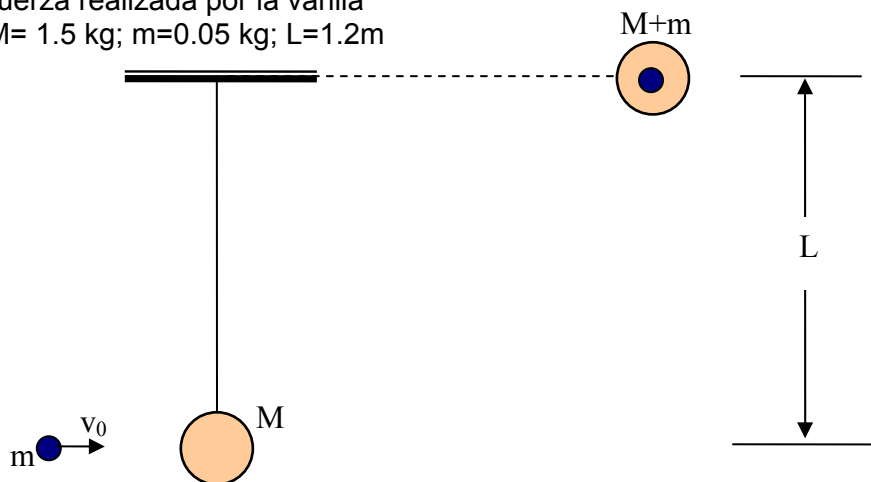
Inicialmente el péndulo está en reposo, y se dispara una bala de masa m con velocidad horizontal v_0 .

Se observa que cuando todo el sistema pasa por la posición en la cual la varilla está horizontal, la velocidad del mismo es $\frac{1}{4}$ de la que tenía justo después del impacto.

Se pide:

- Calcular la velocidad inicial de la bala
- Determinar, si existen o no, posición/es para la/s cuales el peso es igual a la fuerza realizada por la varilla

Datos: $M = 1.5 \text{ kg}$; $m = 0.05 \text{ kg}$; $L = 1.2 \text{ m}$



PT71. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Un recipiente cilíndrico de radio $0,1 \text{ m}$ flota en el agua. Cuando de su base cuelga un bloque de hierro de masa $15,6 \text{ kg}$ (m), el cilindro emerge una altura de $0,1 \text{ m}$ (h) de la superficie (figura 1).

En cambio, si se ubica al bloque de hierro dentro de dicho recipiente, éste emerge de la superficie del agua una altura x (figura 2).

Calcular la altura x

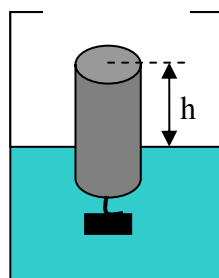


Figura 1

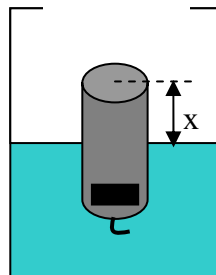


Figura 2

PT72. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Flujómetro electromagnético.

Es un dispositivo usado en electromedicina consistente en la aplicación de un campo magnético al vaso sanguíneo.

El método es ideal para pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas en corazón o arterias, ya que se adapta a flujo laminar o turbulento y no es necesario colocar una sonda

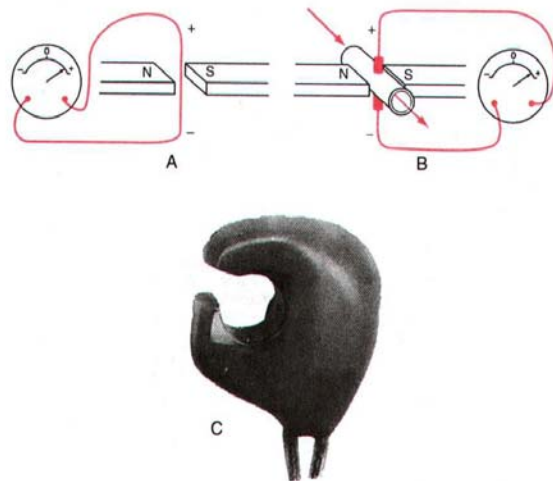
En un modelo de este instrumento, se coloca alrededor de la arteria un manguito de metal bien ajustado para asegurar que su diámetro permanece constante. Una corriente en una espira de alambre produce un pequeño campo magnético que se alterna rápidamente para evitar la polarización, es decir, la formación de una capa aislante de gas (figura C).

Los terminales del voltímetro se conectan a electrodos situados en puntos diametralmente opuestos del manguito metálico (figura B).

El aparato se calibra efectuando medidas en una arteria con caudal conocido.

Se aplica un campo magnético perpendicular al flujo de la sangre (ver figura B). La diferencia de potencial E asociada con la aplicación del mismo es captada por los electrodos, y leída en un voltímetro (figuras A y B).

¿Cuál sería el flujo sanguíneo registrado para un vaso cuando la sección del mismo es $0,05 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$, la distancia entre electrodos es $0,01 \text{ m}$ y se le aplican $0,02 \text{ wb/m}^2$



PT73. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Espectrometría de Masas.

Uno de los sistemas de medición de carga y masa nuclear por interacción con un campo magnético (B) es el **espectrómetro de masas**. El mismo permite analizar con gran precisión la composición de diferentes isótopos atómicos o productos de reacción nuclear, separando los núcleos atómicos en función de su relación masa-carga (m/Z). Para realizar dicha separación el espectrómetro proporciona un campo magnético uniforme durante toda la trayectoria que realiza el núcleo atómico en cuestión en su interior. La interacción entre el núcleo y el campo magnético produce que la trayectoria del núcleo dentro del espectrómetro sea circular como se muestra en la **figura 1**.

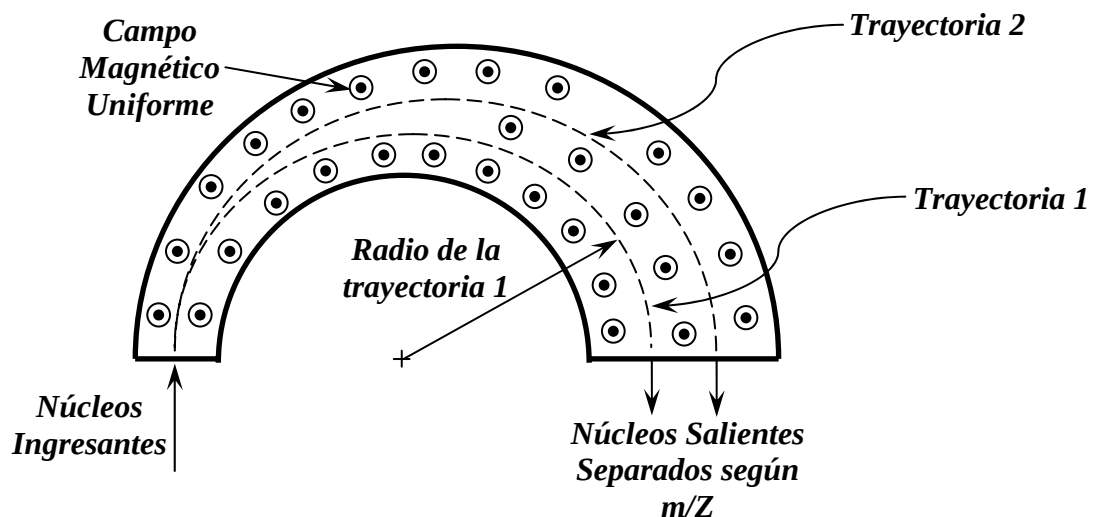
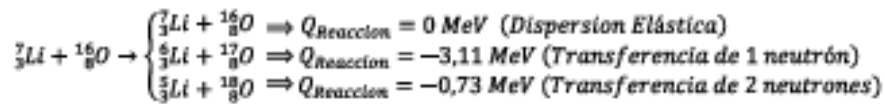


Figura 1: Esquema de un espectrómetro con campo magnético uniforme saliente a la hoja y diferentes trayectorias circulares dependientes de la relación m/Z

- a) Suponiendo que la velocidad de ingreso al espectrómetro (v), la masa (m) y la carga (q) de un determinado núcleo son conocidos, obtener una expresión para el radio de la trayectoria (radio de curvatura R) que permita calcular la posición de salida de dicho núcleo. **Nota:** considere que los núcleos están “desnudos” o sea que no poseen electrones en sus órbitas.

En un experimento de reacciones nucleares se desea utilizar el espectrómetro para poder detectar y diferenciar los productos de la reacción. En particular, se realiza la reacción nuclear de ${}^7\text{Li}$ (proyector) contra ${}^{16}\text{O}$ (blanco) y se detectan los siguientes productos de reacción:



El proyectil de ${}^7\text{Li}$ se dispara con una energía de 5 MeV contra el blanco fijo de ${}^{16}\text{O}$ y se coloca un colimador que no permite el paso de los productos de reacción salvo aquellos que tengan un determinado ángulo de dispersión (ϕ) como se muestra en la **figura 2**.

- b) Supongamos que los productos de reacción no decaen (aun sabiendo que ${}^5\text{Li}$ es radiactivo y de corta vida media), que el $Q_{\text{Reacción}}$ es la energía consumida (-) o liberada (+) en una reacción nuclear, **que la interacción Coulombiana se puede despreciar** y que la reacción se puede estudiar en forma clásica. Encuentre una expresión para la energía de los productos de reacción en función del ángulo de dispersión (ϕ) solamente para el plano de reacción de la **figura 2**. **Aclaración:** los productos de reacción que pasen el colimador pueden ser tanto los Li como los O .

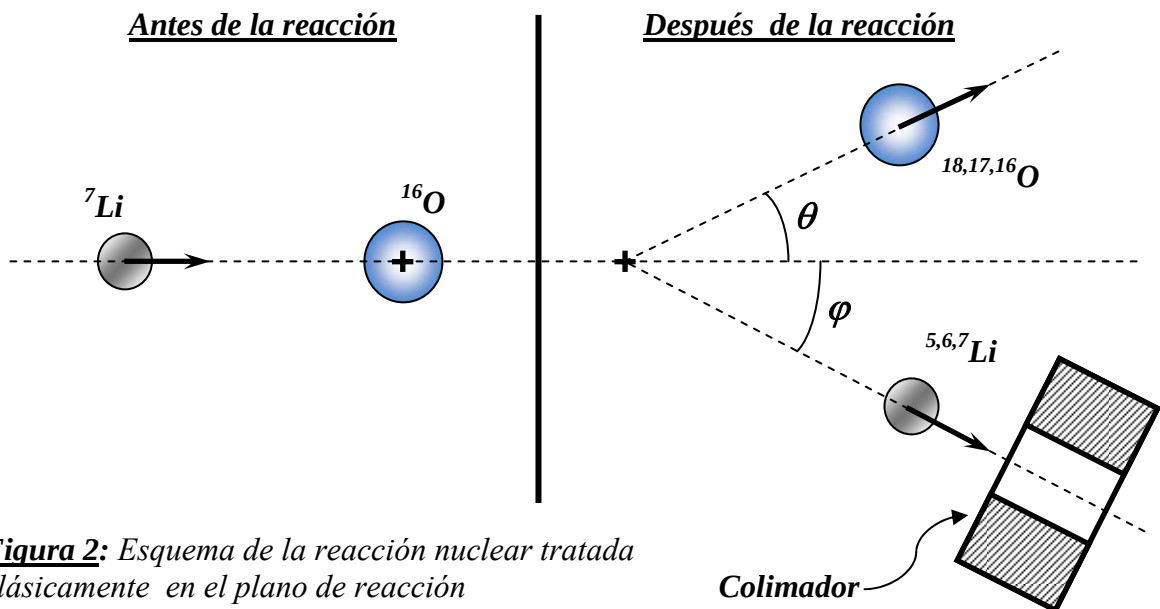


Figura 2: Esquema de la reacción nuclear tratada clásicamente en el plano de reacción

En el experimento, los productos de reacción que superan al colimador ingresan al espectrómetro y se separan según la relación m/Z . A la salida del espectrómetro se coloca un detector que mide la posición de impacto de cada uno de los núcleos que chocan contra su superficie.

- c) Si el colimador está colocado con un ángulo de dispersión $\phi = 12^\circ$, defina el espectro de posición que se debe detectar en función del campo magnético del espectrómetro.

- d) ¿Qué valor en Teslas de campo magnético debo colocar para obtener la mayor separación de los productos de reacción que me interesa observar si la superficie de impacto del detector tiene un ancho de 10 cm?

Datos:

1 u.m.a. (unidad de masa Atómica) $\cong 1,66 \times 10^{-27} \text{ Kg}$

1 MeV $\cong 1,6 \times 10^{-13} \text{ Joule}$

Masa del $^5\text{Li} \cong 5 \text{ u.m.a.}$

Masa del $^6\text{Li} \cong 6 \text{ u.m.a.}$

Masa del $^7\text{Li} \cong 7 \text{ u.m.a.}$

Masa del $^{16}\text{O} \cong 16 \text{ u.m.a.}$

Masa del $^{17}\text{O} \cong 17 \text{ u.m.a.}$

Masa del $^{18}\text{O} \cong 18 \text{ u.m.a.}$

Carga del electrón = Carga del protón $\cong 1,6 \times 10^{-19} \text{ Coulomb}$

1 Tesla = 1 N.seg / m. Coulomb

PT74. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Circuitos para modelizar Sistemas Biológicos.

En este problema analizaremos el funcionamiento de un circuito R-L-C. Dichos circuitos se utilizan, además de ser utilizados típicamente como filtros de banda en electrónica, para modelizar y simular sistemas biológicos que responden a ecuaciones diferenciales similares. Por ejemplo, el modelo hemodinámico del flujo de sangre a través de la arteria aorta responde a ecuaciones similares a un circuito RLC en una larga línea de transmisión donde el voltaje es análogo a la presión, la corriente al flujo sanguíneo y la resistencia al flujo en la aorta a la impedancia.

En nuestro caso, trataremos con un circuito R-L-C paralelo, como se muestra en la **figura 3**, y analizaremos su funcionamiento sin someternos a la difícil solución de las ecuaciones diferenciales correspondientes. El circuito consta de un generador de señales, cuya resistencia interna (R_{Int}) es de 5Ω , una resistencia (R) de 250Ω , un capacitor (C) de $1 \mu\text{F}$, un inductor (L) de 1 mH y un interruptor (Int_1).

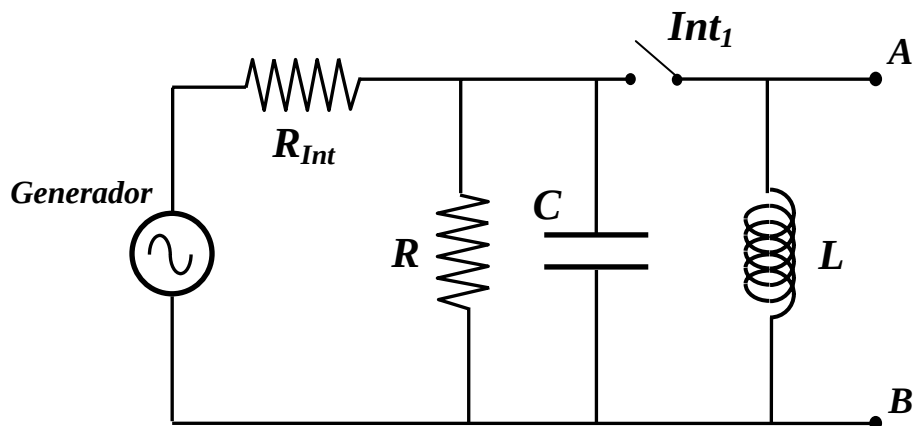


Figura 3: Circuito R-L-C paralelo con generador y salidas A-B

- a) Considerando que el generador inserta en el circuito una señal continua de 12 V, mientras el interruptor permanece abierto, se requiere calcular la corriente total del circuito, la carga total acumulada por el capacitor y la potencia activa disipada por la resistencia R cuando el circuito se encuentra en régimen estacionario.

El funcionamiento del circuito utilizando una señal continua dista de modelizar en el tiempo algún sistema biológico. Por lo tanto, cambiamos la señal que inserta el

generador en el circuito por una señal alterna del tipo senoidal con 24 V de tensión pico a pico y frecuencia ω .

- b) Manteniendo el interruptor abierto, se necesita calcular la impedancia del circuito en función de ω . También se pide obtener la frecuencia de resonancia del circuito.

Finalmente, utilizando la misma señal que en el punto anterior, cerramos el interruptor adicionando el inductor al circuito. El comportamiento del circuito cambia ya que su impedancia varía.

- c) Es necesario recalcular el valor de la impedancia, la potencia activa y la potencia reactiva en función de ω . ¿Cuál es la nueva frecuencia de resonancia?

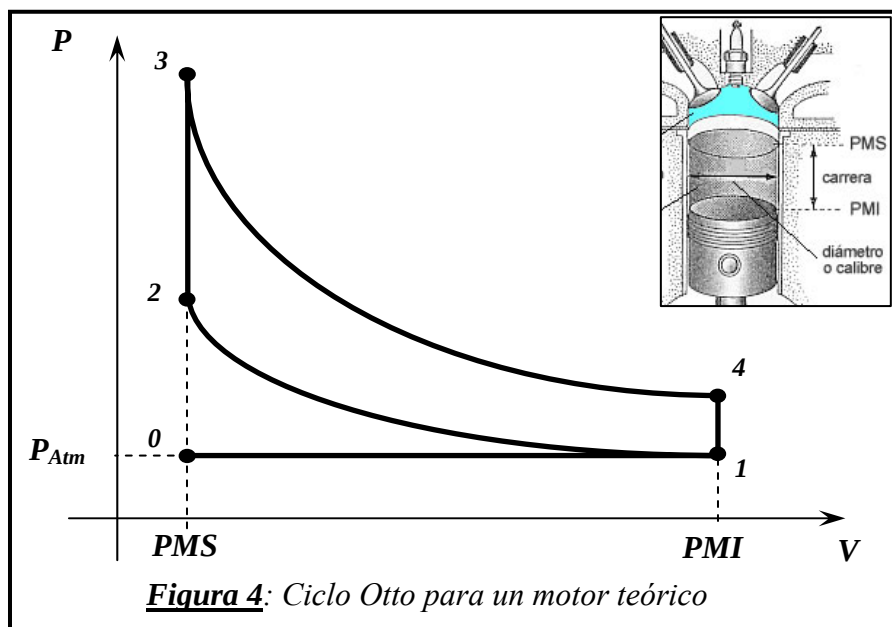
A partir de lo calculado sabemos las diferencias entre el circuito con el interruptor abierto (circuito R-C) y el circuito con el interruptor cerrado (circuito RLC) en función de ω . Pero es muy importante saber qué se puede conectar al mismo, en los bornes A-B, para maximizar su funcionamiento.

- d) Determinar que impedancia es necesario conectar al circuito RLC para transformarlo en resistivo puro si la frecuencia de la señal es 50 Hz.

PT75. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Motor de Combustión Interna.

Actualmente, principalmente en la industria automovilística, se utilizan en gran medida los motores de combustión interna que utilizan derivados del petróleo como combustible. Los automóviles poseen motores de dos tipos: motores Diesel y motores Otto. Los motores Otto se rigen básicamente por un ciclo denominado Otto, debido al nombre de su inventor "Nikolaus August Otto", y pueden ser de dos tiempos (motocicletas, motosierras, etc) o de cuatro tiempos. Los motores Otto actuales pueden ser muy complejos pero nos interesa estudiar su comportamiento sencillo y utilizaremos en ciclo Otto ideal que se muestra en la **figura 4**.



El ciclo Otto teórico ideal esta compuesto por las siguientes transformaciones termodinámicas:

0-1 $\Rightarrow$ Carrera de Admisión: se introduce el fluido desde la atmósfera en el pistón sin rozamiento y, por lo tanto, durante la carrera del pistón hacia en PMI, la presión dentro del pistón se mantiene constante.

1-2 ⇒ Compresión: se comprime el fluido realizando una transformación que se supone tan rápidamente que el fluido no intercambia calor con el exterior (adiabática).

2-3 ⇒ Combustión: se introduce la chispa y se produce la combustión instantánea del fluido. Se realiza tan rápidamente que se supone que el pistón no se desplaza y por lo tanto se considera a volumen constante.

3-4 ⇒ Expansión: los gases quemados provocan una rápida expansión al hacer retroceder al pistón. Este movimiento se supone tan rápido que impide que los gases intercambien calor con el exterior (adiabática).

4-1 ⇒ Escape (Fase 1): instantáneamente se produce la abertura de la válvula de escape con la consiguiente inmediata salida de gases al exterior del pistón y una pérdida de calor que permite considerar la transformación a volumen constante.

1-0 ⇒ Escape (Fase 2): el pistón se traslada hacia el **PMS** provocando la extracción de gases remanentes dentro del cilindro, supuestamente sin ofrecer resistencia para salir a la atmósfera, manteniendo dentro del cilindro la presión constante e igual a la atmosférica.

a) Hallar la cantidad de calor intercambiada en cada transformación. ¿Aportan algo los procesos **0-1** y **1-0** al calcular la cantidad de calor total intercambiada en el ciclo?

b) Calcular el rendimiento del ciclo Otto en función de las temperaturas.

En una transformación adiabática la relación entre volumen y temperatura responde a:

$$T \cdot V^{\gamma-1} = cte$$

donde γ es la relación entre los calores específicos C_p y C_v .

Los motores Otto miden su rendimiento en función de la relación de compresión (ρ) que es la relación entre el volumen de la cámara en el **PMI** y el **PMS** siendo:

$$\rho = V_{PMI} / V_{PMS}$$

c) Calcular el rendimiento del motor Otto en función de ρ y de γ . ¿Cuándo es mayor el rendimiento con γ constante?

PT76. San Miguel de Tucumán. Azul.

Escuelas con Energía.

Gonzalo es un profesor de física recién recibido que acaba de comenzar su nuevo trabajo como docente en una escuela de Tucumán. Su objetivo es conseguir una forma novedosa e interesante de enseñar física a sus alumnos, haciéndolos participar y conseguir que se maravillen por esta hermosa disciplina.

Para ello decide emprender una serie de actividades didácticas con sus alumnos y demás niños de otras escuelas, jugando con los conceptos de movimiento, energía y fuerzas...

Como primera actividad, Gonzalo propone a sus alumnos como actividad:

a) Determinar en orden de magnitud, cuántos globos llenos de helio serían necesarios para levantar un elefante mediano. En su solución indique las cantidades físicas

tomadas como datos y los valores estimados para ellas. ($7\rho_{He} = \rho_{Aire} = 1,29 \frac{kg}{m^3}$)

Más tarde, a las 10:00 de la mañana del 26 de agosto de 2009, más de 1 millón de niños invitados por el profesor Gonzalo saltaron hacia arriba y hacia abajo durante un minuto. El objetivo de esta actividad llamada "**El Salto Gigante**" estaba centrado en terremotos, pero fue integrado con muchos otros tópicos, tales como la ejercitación, la geografía, cooperación, poner a prueba hipótesis, divertirse y batir records mundiales. Además, los niños construyeron sus propios sismógrafos, que repartieron por todo San Miguel de Tucumán para evaluar los efectos locales.

Asumiendo que 1 050 000 niños de masa media 40,0 kg dieron 15 saltos cada uno, levantando sus centros de masa por 25,0 centímetros cada vez, y descansando entre un salto y el siguiente:

b) Encuentre la energía mecánica liberada en el experimento. (la aceleración de caída libre en Tucumán es $g = (9,79) m/s^2$.

La mayoría de la energía se convierte muy rápidamente en energía interna dentro de los cuerpos de los niños y de los pisos de los edificios de las escuelas. De la energía que se propaga por tierra, la mayoría produce vibraciones de alta frecuencia en forma de “microtemblores” que se disipan rápidamente y no pueden viajar lejos. Asuma que el 0,05% de dicha energía es llevada por una onda sísmica de largo alcance. La magnitud de un terremoto en la **Escala de Ritchter** está dada por:

$$M = \frac{\log E - 4,8}{1,5}$$

Donde E es la energía de la onda sísmica en joules. De acuerdo a este modelo:

c) ¿Cuál es la magnitud del terremoto?

d) ¿Cuál sería la magnitud si en lugar de 1 millón de niños hubieran participado 10 millones? ¿y si fueran 1 millón de adultos de 80.0 kg de masa media?

La siguiente idea del profesor Gonzalo consistió en integrar un poco los conceptos de la física y de la biología, analizando distintas rutinas de ejercicios y su relación con el metabolismo humano.

Como sabemos, la energía se mide convencionalmente tanto en calorías como en joules. Una caloría en nutrición es una kilocaloría, definida como 1 kcal = 4186 J.

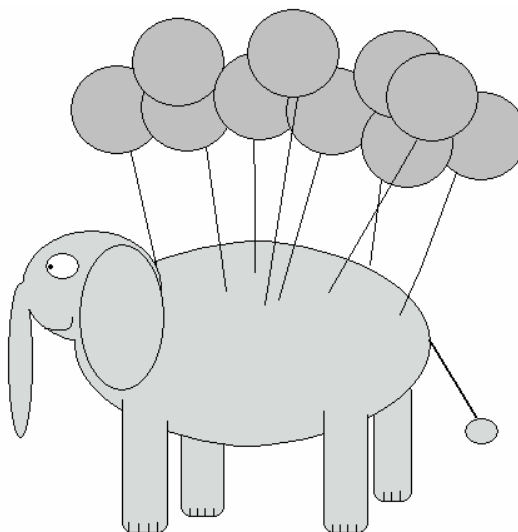
Metabolizar un gramo de grasa puede liberar 9,00 kcal. Una estudiante de física intenta perder peso ejercitándose. Ella

planea subir y bajar las escaleras del estadio de San Martín tan rápidamente como pueda y tantas veces como sea necesario. ¿Es esta en sí misma una manera práctica de perder el peso?

Para evaluar la dieta, el profesor pide que suponga que ella corre por una escalera de 80 escalones, cada uno de 0,150 m de alto, en un tiempo de 65,0 s. Por simplicidad, desprece la energía que ella utiliza en bajar las escaleras (que es pequeña en comparación a la utilizada en subir). Asuma que una eficiencia típica para los músculos humanos es 30%. Esto significa que cuando su cuerpo convierte 100 J de metabolizar la grasa, 20 J van a hacer el trabajo mecánico (subir las escaleras). El resto se consume como energía interna adicional. Si la masa de la estudiante es de 50,0kg:

e) ¿Cuántas veces debe ella subir y bajar las escaleras para perder un kilogramo de grasa?

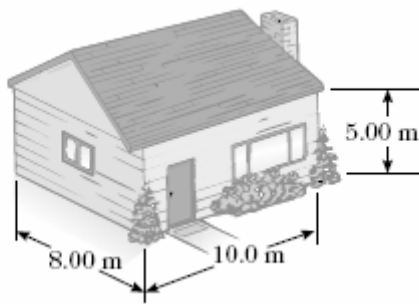
f) ¿Cuál es su potencia media cuando ella está corriendo encima de las escaleras?



PT77. San Miguel de Tucumán. Azul.

Problemas Térmicos.

Alejado de la sociedad, en el medio de una distante montaña vive un físico en su cabaña. Todos los días debe afrontar diferentes retos, que van desde lograr conseguir alimentos, hasta el hecho de hallar un modo de cocinarlos... Pero el más grande de todos sus dramas radica en mantener su hogar calentito.



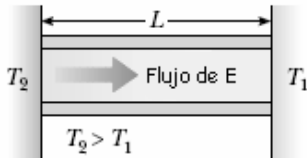
Suponga que las dimensiones de su cabaña son 5,00 m de alto, 8,00 m de ancho y 10,0 m de largo.

a) ¿Cuánta energía en forma de calor debe entregarse al aire dentro de la cabaña para elevar su temperatura de 0°C a 25°C?

b) Calcule el tiempo que demora en alcanzar dicha temperatura si utiliza una estufa cuya potencia efectiva es de 500W

Pasado el tiempo calculado anteriormente, el físico descubre que la temperatura en su casa todavía no es la deseada. Esto se debe a las pérdidas de energía por conducción térmica desde la cabaña hacia fuera a través de las ventanas.

Sabiendo que la potencia de transferencia de energía por conducción entre dos ambientes a distintas temperaturas está dada por:



$$P = kA \frac{T_2 - T_1}{L}$$

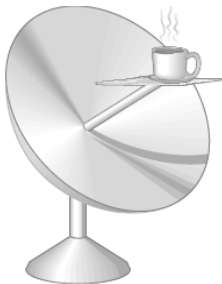
Siendo k una constante de conductividad térmica propia del material, A el área de contacto entre los ambientes y L la longitud del aislante entre ambos.

c) Calcular la potencia de pérdida de energía térmica a través de una ventana cuadrada de vidrio de 1,00 cm de espesor y 0,50 m de lado de la cabaña cuando ésta se encuentra a 25°C si en el exterior la temperatura es de 6°C. Considere

$$k_{\text{VIDRIO}} = 0,80 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

d) Calcule nuevamente el tiempo empleado en calentar la habitación si la potencia efectiva de la estufa se ve reducida por la potencia de pérdida de energía por conducción térmica.

Otro drama para el físico montañista es encontrar una forma de calentar el agua para tomar café por las mañanas. Aprovechando los intensos rayos de Sol por las mañanas, ideó un sistema de calentamiento basándose en la energía radiante de la luz solar. Dicho sistema consiste en una antena parabólica que permite concentrar los rayos solares en un punto determinado:



Suponiendo que la intensidad de radiación solar que llega a la Tierra en la montaña es de 600 W/m^2 , y el calentador

tiene un diámetro de 0,600 m. Considerando que el 40% de toda la energía incidente es transferida al agua en la tasa:

e) ¿Cuánto demora en llevar al punto de ebullición (suponga 100°C) 0,500 L de agua en la tasa, inicialmente a 15,0°C? (despreciar la capacidad calórica de la taza)

Por último, si en la taza con agua a 100°C se coloca un cubo de 50,0g de hielo inicialmente a -10,0°C.

f) Calcule la temperatura final del sistema

DATOS ÚTILES:

$$\rho_{\text{AIRE}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

$$ce_{\text{AIRE}} = 0,350 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

PT78. San Miguel de Tucumán. Azul.

Detectives Radiactivos.

En el año 1896 Henri Becquerel descubrió por accidente que los cristales de sulfato de potasio de uranilo emiten una radiación invisible que puede oscurecer una placa fotográfica cuando está protegida de la luz. Después de una serie de experimentos, llegó a la conclusión de que la radiación que emitían los cristales era de un nuevo tipo, que no requiere de estimulación externa y que era tan penetrante que podía oscurecer placas fotográficas protegidas e ionizar gases. Este proceso de la emisión espontánea de la radiación por el uranio pronto se conocería como **radiactividad**.

El proceso de **decaimiento** de un material radiactivo es de naturaleza probabilística y es posible expresarlo mediante cálculos estadísticos en el caso de una sustancia macroscópica. Para grandes cantidades la rapidez a la cual se presenta un proceso particular de decaimiento en una muestra es proporcional al número de núcleos radiactivos presentes (es decir, al número de núcleos que aún no han decaído). Si **N** es el número de núcleos sin decaimiento radiactivos presentes en un momento determinado, la rapidez de cambio de **N** es:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = -\lambda N$$

Donde λ , conocida como la **constante de decaimiento**, es la probabilidad de decaimiento por cada núcleo por cada segundo. El signo negativo indica que **N** se va reduciendo con el transcurso del tiempo.

De esta forma, podemos expresar al **número de núcleos sin decaer** como función del tiempo:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Donde la constante N_0 representa la cantidad de núcleos radiactivos aún sin decaer en el instante $t = 0s$.

La **rapidez de decaimiento R**, que representa el número de **descomposiciones por cada segundo** puede obtenerse de las expresiones anteriores y tiene la forma:

$$R = \left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right| = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

Esta rapidez de decaimiento R de una muestra se conoce con frecuencia como su **actividad radiactiva**.

Otro parámetro de utilidad para la caracterización del decaimiento nuclear es la **vida media** $T_{1/2}$:

“La vida media de una sustancia radiactiva es el tiempo durante el cual decae la mitad de un número conocido de núcleos radiactivos”

Es decir, en un tiempo $t = T_{1/2}$ el número de núcleos sin decaer será $N = N_0/2$.

Reemplazando en la ecuación $N(t)$ tenemos:

$$N(T_{1/2}) = \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$$

Al cancelar los factores en N_0 , calculando la inversa en ambos lados, y aplicando logaritmo natural, se obtiene:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}$$

Una unidad de la actividad radiactiva R de uso frecuente es el **curie** (Ci), que se define como:

$$1\text{Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ descomposiciones / s}$$

La unidad SI de la actividad es el **becquerel (Bq)**:

$$1\text{Bq} = 1 \text{ descomposiciones / s}$$

a) Una muestra de material radiactivo contiene $1,00 \times 10^{15}$ átomos y tiene una actividad de $6,00 \times 10^{11} \text{ Bq}$ ¿Cuál es su vida media?

b) Una muestra radiactiva que contiene ^{14}C (masa molar 14 g/mol) registra una actividad de 1Ci. Sabiendo que la vida media del ^{14}C es de 5570 años, calcule el número de núcleos sin decaer en la muestra (en moles), y calcule la masa presente de ^{14}C en gramos.

Los estudios del decaimiento radiactivo del ^{14}C son de mucha utilidad en la determinación de la antigüedad de restos arqueológicos. Todos los organismos vivos poseen $1,3 \times 10^{-12}$ átomos de ^{14}C por cada átomo de ^{12}C , la misma relación que en la atmósfera. Al morir el organismo, la proporción de ^{14}C comienza a disminuir debido a que se transforma en ^{14}N por decaimiento.

En ciertas ruinas se encontró un trozo de carbón vegetal de 100g que exhibe una actividad de 15 desintegraciones por segundo.

c) Encuentre la antigüedad de las ruinas

PT79. San Miguel de Tucumán. Azul.

Una moneda de plata y otra de platino, ambas de masa igual a 100g, son calentadas, consultando la tabla responda:

sustancia	Punto de fusión °C	Calor de fusión Cal/°C	Calor específico (cal/g°C)	Coeficiente de dilatación 1/°C
Platino	1775	27	0,035	0,000009
Plomo	327	5,8	0,031	0,000029
Plata	961	21	0,056	0,0000197
Azufre	119	13	0,175	-

- ¿A qué temperatura comenzarán a cambiar de estado?
- Si al alcanzar dicha temperatura, el suministro de calor se interrumpe, ¿Se fundirán las monedas?
- Al llegar al punto de fusión, ¿Cuál de las dos monedas recibirá más cantidad de calor para fundirse totalmente? Justifique
- ¿Qué sucede con la temperatura durante la fusión, aumenta, disminuye o permanece constante? Justifique
- Una vez que ambas monedas funden totalmente, ¿qué temperatura alcanzarán ambas?
- Si ambas monedas se encuentran en un horno refractario cuya temperatura es de 1820°C , calcular el calor necesario entregado a cada una de ellas para alcanzar el equilibrio térmico luego de haber cambiado de estado.
- Si en un libro encuentra que el plomo funde a los 600° , ¿a qué escala termométrica se refiere? Justifique
- Ambas monedas sufren la misma variación de temperatura y se quiere saber si ambas recibieron la misma cantidad de calor, justifique.
- Las dos monedas tienen una superficie de $3,14 \text{ cm}^2$ y ambas reciben una variación de temperatura de 25°K , calcule e indique si la dilatación de la moneda de plata es mayor, menor o igual a la de platino.

- j) Un Calorímetro contiene 500g de agua a 0°C y se colocan ambas monedas justo antes de comenzar a fundir. Calcular la temperatura de equilibrio que alcanza el agua y las monedas dentro del calorímetro.

PT80. San Miguel de Tucumán. Azul.

La Argentina ocupa el primer puesto en el ranking mundial de cultivo de limón, De la industrialización se obtienen jugo concentrado, aceite esencial, la cáscara deshidratada y pulpa congelada. Los dos primeros derivados se destinan a la exportación.

Tucumán concentra el 90 por ciento de esta actividad, que es la producción agrícola más importante después de la azucarera.

A una Empacadora de la provincia de Tucumán, llegan camiones cargados con la fruta para su selección, empaque y exportación. Antes de llegar al lugar, los empleados de la recolección, cortan los mismos de las plantaciones, cuyos árboles tienen una altura aproximada de 3,5m y una de las especies cultivada en la provincia tiene ramas ubicadas desde el nivel del suelo hasta su máxima altura, de donde se extrae la fruta. Considerando que la masa promedio de un limón de exportación es de 165g, se pide :

- Indicar la variación de energía potencial gravitatoria que posee un limón que se encuentra en la parte superior del árbol con respecto a los que están en las ramas que tocan el suelo.
- Si cae uno de ellos desde la altura máxima, ¿con qué velocidad llega al suelo?
- Si cada árbol produce aproximadamente 130 limones, y los obreros por día trabajan sobre un promedio de 8 árboles, calcular el peso total de limones que cada obrero cosecha por día.
- La cosecha se colocan en cajones de madera de 1m de ancho por 1m de largo y 1,5m de alto. Si el volumen promedio de cada limón es de 170 cm^3 , indicar cuantos limones entran en el cajón(considerar que entre los limones queda un volumen sin ocupar del 42%).
- Calcular la densidad de cada limón e indicar que ocurre con este si se lo sumerge en agua, ¿flota, se hunde o emerge?

Luego de cargar el camión (masa del camión 2400kg) con 30 cajones de los mencionados anteriormente, lleno de limones, se dispone a partir y se traslada por la ruta recorriendo 10 km hasta llegar a la empacadora. Los primeros 300m acelera y luego se mantiene a velocidad constante.

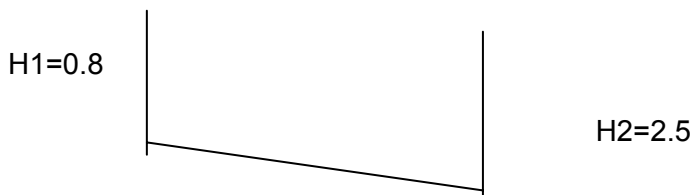
- Calcular la fuerza que realiza el camión en el primer tramo para alcanzar una aceleración de $0,5\text{ m/s}^2$, si el coeficiente de roce dinámico entre las ruedas y el pavimento es de 0,04.
- Calcular la velocidad que lleva el camión en el segundo tramo.

Al llegar a la empacadora se seleccionan los limones para la exportación y el resto va para la industria. Los que van a exportación son colocados en cajas de cartón y se trasladan a una cámara frigorífica ubicada a 2m de altura, a través de una cinta transportadora de goma cuya inclinación es de 30° y lo hace a velocidad constante.

- Encontrar la expresión de la fuerza que debe realizar la cinta en función de la masa, para subir la caja si el coeficiente de roce dinámico es de 0,5.
- Calcular el trabajo que genera la fuerza de roce de la cinta para subir la caja (considerar la masa de la nueva caja 25Kg).
- Calcular la mínima energía que se debe emplear para subir la caja a la cámara.
- ¿Qué potencia posee la cinta si transporta 10 cajas en 6 minutos.

PT81. San Miguel de Tucumán. Azul.

Un niño cuya masa es de 30kg se sumerge en una piscina de 10m de largo y 4m de ancho, con una profundidad que varía de acuerdo a la figura.



- Calcular la variación de presión que siente el niño al nadar desde un extremo a otro de la piscina si se traslada sobre el fondo de la misma.
- El niño lleva en las antiparras una luz encendida y a mitad del camino se detiene y se pone de pie sobre el fondo de la piscina, levanta su cabeza y el rayo de luz atraviesa la superficie del agua perpendicularmente.
- ¿Qué ocurre con el rayo, se desvía? Justifique
 - Estando el niño en el agua, se podría producir la reflexión total? Justifique
 - Calcule el ángulo límite para el agua.
 - El niño inclina la cabeza y logra observar una persona fuera del agua. El ángulo de refracción en el aire es de 32° , indicar bajo qué ángulo está observando el niño a la persona.
 - Luego sigue nadando y se encuentra con un juguete dentro de la piscina que tiene la forma de un casquete esférico convexo perfectamente pulido, si el centro de curvatura del mismo es de 70cm y el niño se ubica a 30cm de él, ¿qué tipo de imagen se formará?
 - Calcule la distancia a la que se forma la imagen del espejo.
 - ¿Se puede usar de aumento este espejo? justifique

Presión atmosférica 101300N/m^2

Densidad del agua 1000kg/m^3

Índice de refracción del agua 1,33

Índice de refracción del aire 1

PT82. Yerba Buena, Tucumán. Azul.**Perdidos en la Montaña.**

Julio y José son dos amigos acampantes que se encuentran perdidos en la montaña, en pleno invierno y sin muchas provisiones restantes.

Deciden no dejarse derrotar por las adversidades y comienzan a caminar por un sendero cuando, de repente, se dan cuenta que están parados en la cima de una colina cubierta de nieve. Para poder descender, construyen un trineo con unos troncos de madera:



Si la masa total de los amigos y el trineo es $M = 150\text{kg}$

- Determine la velocidad con la que llegan a la base de la colina si consideramos que ésta no ofrece resistencia por roce al trineo, su inclinación es de $\alpha = 30^\circ$ y tiene una longitud $x = 300\text{m}$
- Calcule la aceleración de descenso del trineo y demuestre que:

$$a_{\text{trineo}} = g \sin \alpha$$

Al llegar a la base continúa deslizando sobre el suelo hasta que finalmente el roce con los detiene. Si el *coeficiente de roce dinámico* entre el trineo y el suelo rocoso es $\mu = 0,50$:

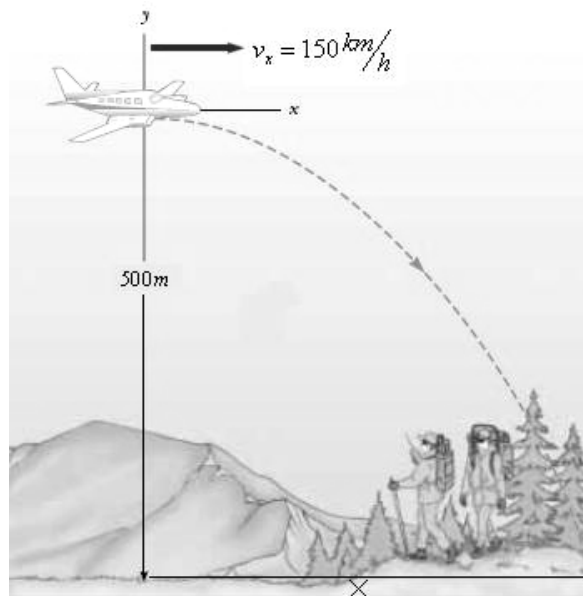
c) Calcule la distancia recorrida por el trineo con los campistas hasta detenerse por completo.

A continuación suponga que toda la energía disipada por el rozamiento es utilizada para fundir hielo a $0^{\circ}C$.

d) Obtenga la masa de hielo que se fundiría con dicha energía.

Cuando están detenidos, los amigos continúan caminando sin perder la esperanza, hasta llegar a una zona despejada sin árboles. Para alegría de sus corazones, en ese preciso momento divisan a lo lejos un avión de rescate. Cuando el piloto los distingue en la nieve, deja caer un paquete con medicamentos y algo de provisiones, y luego cambia su rumbo para buscar a todo el equipo de rescate y llevar a los viajeros a casa.

Si el avión viaja a una altura de $500m$ y a una velocidad $v_x = 150 \frac{km}{h}$.

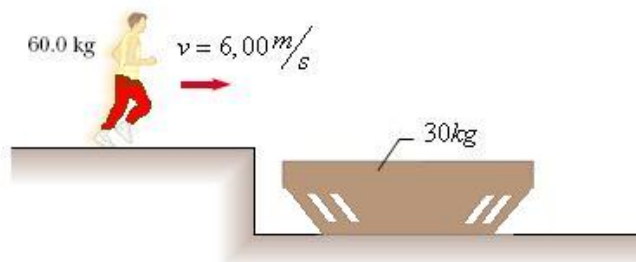


e) ¿A qué distancia x debe soltar la caja de provisiones para que ésta llegue a Julio y José?

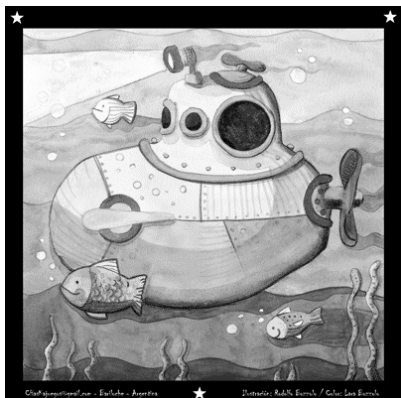
Con los ánimos renovados al saber que el rescate está próximo, deciden descansar un poco y relajarse jugando con su trineo.

Julio, cuya masa es de $60kg$ corre a una velocidad $v = 6,00 \frac{m}{s}$ y salta sobre el trineo de masa $30kg$, inicialmente en reposo. Suponiendo que no existe movimiento relativo entre Julio y el trineo luego de que éste salta (no desliza sobre el trineo), y considerando despreciable el roce entre el trineo y el suelo:

f) Determine el cambio del impulso lineal en el trineo, en el hombre y en el sistema trineo-hombre, y calcule la velocidad y energía cinética final del mismo.



PT83. Yerba Buena, Tucumán. Azul.
20.000 Leguas de Viaje Submarino.



Es todo un honor contar contigo como parte de la tripulación del Nautilus. Nuestro querido capitán Nemo te ha designado como el físico a cargo de que todo esté bien durante la increíble aventura que estamos por llevar a cabo: **recorrer y desentrañar las maravillas del océano...**

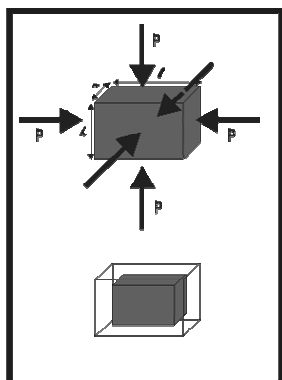
Antes que nada es importante conocer este submarino que será nuestro hogar por mucho tiempo.

Supongamos al Nautilus como un cascarón esférico de radio $R = 10,0m$ cuya masa total es

$$M_N = 8,0 \times 10^5 \text{ kg}.$$

a) Calcule la densidad media del submarino y la presión a la que se encuentra sometido cuando se sumerge hasta una profundidad de $2500m$ en el mar. Para descender a los misterios del mar es necesario conseguir que el peso del submarino supere al empuje que recibe dentro del agua. Para ello, el Nautilus posee un mecanismo que permite que entre agua en determinados compartimientos y así reducir el volumen sumergido, haciendo que el empuje disminuya y lograr hundirse lo deseado.

b) ¿Qué cantidad de agua es necesaria que entre al Nautilus para permitir que este flote dentro del océano ($E=P$)?



Al encontrarse a $2,5km$ de la superficie, las presiones sobre el submarino son muy intensas y, debido a esta “presión uniforme”, el Nautilus se comprime y experimenta un **cambio en su volumen pero no en su forma.**

Si llamamos Δp a la presión sobre el submarino, podemos definir la relación entre esta magnitud y la deformación mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta p = - \frac{\Delta V}{V_0} B$$

Donde ΔV representa el cambio en el volumen del submarino, V_0 es su volumen inicial, y el parámetro B representa una característica propia de los materiales denominada **módulo volumétrico de compresión.**

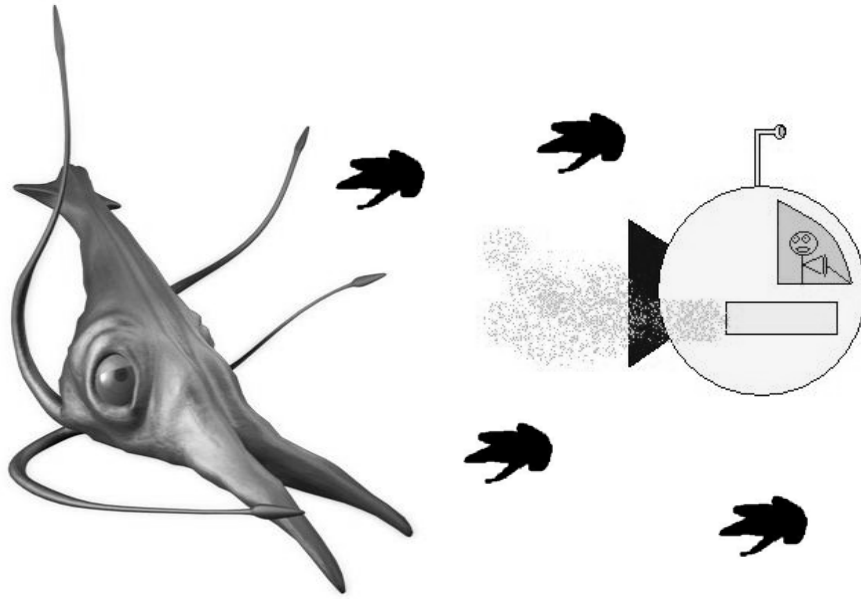
Sabiendo que para el Nautilus $B = 7,5 \times 10^9 \text{ Pa}$:

c) Calcular el cambio en el volumen del submarino y su volumen final cuando es deformado por sobrepresión a una profundidad de $2500m$.

¡Alerta! ¡Alerta! ¡El Kraken ataca!...

El Kraken es una criatura milenaria que habita en las profundidades. Se creía que este ser sólo existía en historias de marineros o en la mitología, pero en este momento es muy real, y se lo ve furioso tratando de asestar al submarino con sus ataques de chorros de tinta.

El gigantesco monstruo lanza un chorro de tinta de unos $1000kg$ a una velocidad de $50 \frac{m}{s}$ directamente hacia nosotros. Si nuestra nave viaja escapando del calamar a unos $20 \frac{m}{s}$:



d) Calcule la fuerza del impacto del chorro de tinta en el submarino (para ello suponga que el tiempo de impacto es de 0,1s)

Afortunadamente tú estás en este submarino, y se te ocurrió la brillante idea de liberar toda el agua que nos mantiene sumergidos, logrando un rápido ascenso a la superficie escapando finalmente de la maligna criatura.

e) Determine la aceleración de ascenso al soltar toda el agua, la velocidad vertical en el momento de salir del agua luego de ascender los 2500m y finalmente calcule la altura a la que se eleva el Nautilus por sobre el nivel del mar.

"mobilis in mobili"

$$\rho_{\text{aguaMar}} = 1,2 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

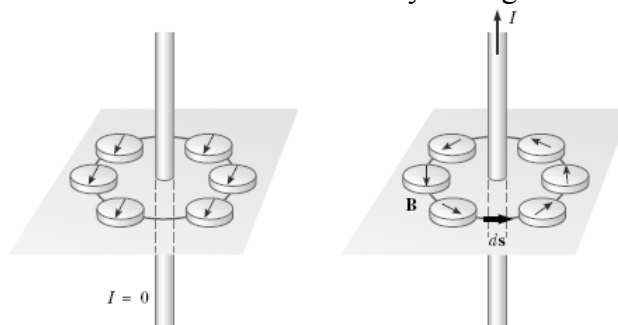
PT84. Yerba Buena, Tucumán. Azul.

¡Feliz Cumple Oersted!



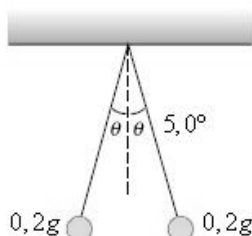
Hans Christian Ørsted nació en Rudkøbing, Dinamarca un día 14 de agosto de 1777, y murió en Copenhague el 9 de marzo de 1851. Este físico y químico danés fue un gran estudioso del **electromagnetismo** y hoy festejamos su 232º cumpleaños. Su principal descubrimiento tuvo lugar en 1819, cuando junto con André-Marie Ampère descubrió la desviación de una aguja imantada al ser colocada en dirección perpendicular a un conductor eléctrico, por el que circula una corriente eléctrica.

Este descubrimiento fue crucial en el desarrollo de la electricidad, ya que puso en evidencia la relación existente entre la electricidad y el magnetismo.



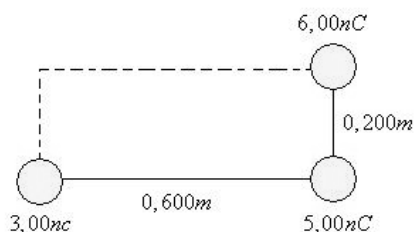
En su honor, vamos a hacerle un pequeño homenaje analizando el comportamiento de esta manifestación tan particular de la materia como lo es la carga eléctrica.

Primero supongamos que dos esferas metálicas pequeñas, cada una de masa $0,2g$, están suspendidas como péndulos por medio de hilos ligeros desde un punto común. Las esferas tienen la **misma** carga eléctrica, y se comprueba que las dos alcanzan el equilibrio cuando cada hilo forma un ángulo de $5,0^\circ$ con respecto a la vertical. Si cada hilo tiene una longitud de $30,0cm$:



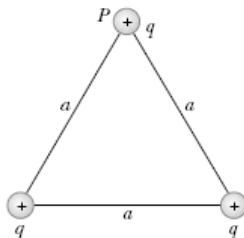
a) ¿Cuál es la magnitud de la carga de cada esfera?

A continuación se colocan cargas positivas en los tres vértices de un rectángulo.



b) Encontrar el campo eléctrico en el cuarto vértice

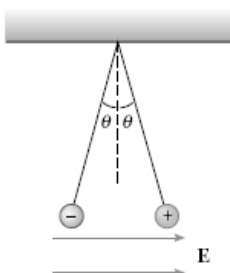
Para complicar un poco más las cosas, supongamos que tres cargas positivas q están en las esquinas de un triángulo equilátero de lado a . Consideremos el campo eléctrico generado por esta distribución de cargas.



c) Encontrar un punto (distinto del ∞) donde el campo eléctrico sea nulo. (Consejo: dibujar las líneas de campo correspondientes a cada carga).

d) ¿Cuál es la magnitud y dirección del campo eléctrico en P debido a las cargas de la base del triángulo?

Dos esferas de $0,2g$ están suspendidas por cuerdas ligeras de $10,0cm$ de longitud. Se aplicó un campo eléctrico uniforme en la dirección x. Si las esferas tienen cargas de $-6,0 \times 10^{-8}C$ y $+6,0 \times 10^{-8}C$:

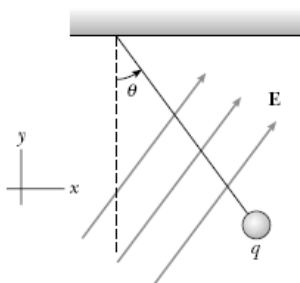


e) Determine la intensidad del campo eléctrico que permite que las esferas estén en equilibrio a $\theta = 10^\circ$.

Por último, se coloca una esfera de corcho cargada cuya masa es de 1,00g

suspendida en una cuerda ligera en presencia de un campo eléctrico uniforme.

Cuando el campo eléctrico tiene una componente x de $3,00 \times 10^5 \text{ N/C}$ y una componente y de $5,00 \times 10^5 \text{ N/C}$, la esfera está en equilibrio en $\theta = 37,0^\circ$.



f) Encontrar la carga sobre la esfera y la tensión en la cuerda.

PT85. Vicente López, Buenos Aires. Azul.

Un concurso aerostático.

Un globo aerostático, que participa en un concurso, pretende realizar una acrobacia consistente en tocar el agua de un río en su descenso.

El globo tiene 12.000 m^3 de volumen y una tara (masa del globo desinflado junto a la barquilla y pasajeros) de 1000 kg.

Las condiciones atmosféricas medidas durante la prueba han dado una presión de 700 mmHg y una temperatura de 15°C . El globo, que está descendiendo con velocidad constante de 0,5 m/s, tiene que frenar su caída arrojando una cierta masa de lastre cuando se encuentra justo a 20 m sobre la superficie del río.

a) Calcular el valor de la masa del aire desalojado por el globo en esas condiciones (despreciamos el aire desplazado por la barquilla y los pilotos).

Nota 1: Recordemos que la ecuación de los gases ideales nos da la relación:

$p.V = n.R.T = (m/M_m).R.T$ y, de ésta, que la densidad de un gas está relacionada con su presión y temperatura según:

densidad = $m/V = p.M_m/(R.T)$ donde: $M_m = 28,9 \text{ g/mol}$, la masa molar del aire;

$R = 0,082 \text{ atm.litro / mol.K}$, la constante de los gases y donde las unidades de presión y temperatura cumplen: $1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$ y $0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$.

b) ¿Cuál debe ser el valor de la masa arrojada para que el globo toque justamente la superficie del agua antes de volver a ascender? (Despreciando la resistencia del aire).

c) Determinar la temperatura que debe tener el aire del interior del globo en el momento de iniciar la operación.

d) Supongamos ahora que el piloto del globo pretende realizar esta misma maniobra manejando el quemador de gas. Con él debe elevar la temperatura del aire que está en el interior del globo. Dado que el globo es un sistema abierto, ni la presión ni el volumen del aire cambiarán sustancialmente, pero sí su densidad. Tomando como referencia el valor obtenido en el punto anterior, ¿cuánto deberá aumentar la temperatura del aire en el interior para que el globo pueda realizar la arriesgada maniobra?

PT86. Vicente López, Buenos Aires. Azul.

Un método original para pesar a un insecto.

Una definición elemental de líquido es: *Los líquidos, a diferencia de los sólidos, no tienen una forma definida, adoptan la del recipiente que los contiene.* Sin embargo, existen múltiples observaciones que contradicen lo anterior. Por ejemplo, si sobre una superficie horizontal de vidrio limpio se depositan pequeñas cantidades de mercurio, se forman gotas como se muestra en la figura 1, y es fácil observar que son más esféricas cuanto más pequeñas. A medida que aumenta su tamaño se “aplanan”, pero sus bordes siempre están redondeados.

Este ejemplo pone de manifiesto que existe una tendencia de los líquidos a adoptar la forma esférica a causa de *fuerzas superficiales*. A ellas se opone la fuerza de gravedad que tiende a “aplanar” las gotas.

Otro ejemplo: cuando se introduce un líquido A en otro B que tenga la misma densidad pero que no sea miscible, el empuje de Arquímedes equilibra el peso, y el primer líquido A, que se encuentra en una condición de gravedad aparente nula, adopta una perfecta forma esférica (Figura 2).

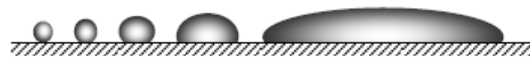


Fig. 1

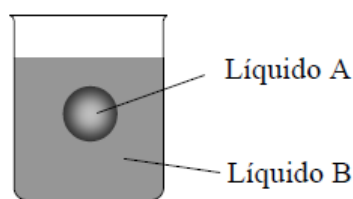


Fig. 2

Estos y otros muchos ejemplos ponen de manifiesto que los líquidos adoptan la forma esférica “cuando se les deja”, esto es, cuando las fuerzas superficiales de cohesión (*tensión superficial*) predominan sobre las fuerzas de gravedad, lo que ocurre cuando el número de moléculas que ocupan la superficie es del mismo orden o mayor que el de moléculas que forman parte del volumen del líquido. Esto hace que la “escala” de los fenómenos superficiales o capilares sea pequeña en la superficie de la Tierra, donde la gravedad es $g = 9,8\text{m/s}^2$ aproximadamente.

El Análisis Dimensional nos proporciona la llamada *longitud capilar*, λ_c , que sirve para saber cuándo se deben considerar los efectos de la tensión superficial. Cuando una dimensión característica del problema sea mucho mayor que λ_c , podremos despreciar tranquilamente los efectos de dicha tensión superficial.

La longitud capilar viene dada por la siguiente expresión:

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho g}}$$

donde σ es el coeficiente de tensión superficial del líquido, ρ su densidad y g la aceleración de la gravedad.

Nota: Aunque más adelante se da una explicación intuitiva del concepto de tensión superficial, es conveniente indicar que en la superficie de separación de dos fases, generalmente fluidas, aparece una tensión debida a las fuerzas intermoleculares que son diferentes en cada fase. Suele expresarse como una fuerza por unidad de longitud que es equivalente a una energía por unidad de área, por lo que la superficie entre las fases tiende a ser mínima, es decir tiende a adoptar la forma esférica.

En el caso de líquido-gas, la tensión superficial se considera como una propiedad del líquido, ya que un cambio en la naturaleza del gas no tiene efecto apreciable sobre ella. Depende de la temperatura y composición de las fases, es independiente de la gravedad y es muy sensible a la presencia de sustancias extrañas en el líquido (tenso activos).

Apretando lentamente un cuentagotas lleno de alcohol conseguimos que se desprendan gotas y observaremos que, en promedio, su diámetro es de 2,5 mm aproximadamente. Este valor puede ser considerado como la longitud capilar de este fenómeno.

a) ¿Cuál sería el volumen V de la gota en un ambiente en el que existiese una gravedad residual $10^{-4} g$? Es suficiente para justificar el hecho de que, en ambientes de aparente falta de gravedad como por ejemplo en el transbordador espacial (donde la gravedad aparenta estar anulada por el hecho de que el transbordador se encuentra en caída libre hacia la Tierra), una gota pueda ser suficiente para beber?

Para comprender el significado de la tensión superficial un buen ejemplo es el de una *cama elástica*. Su comportamiento es parecido al de la superficie de los líquidos que se comportan como una membrana.



Figura 3a

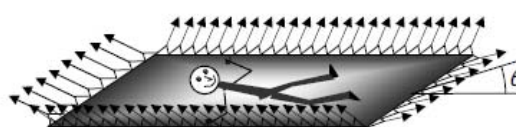


Figura 3b

En la figura 3a se representa una cama elástica rectangular sujeta a un bastidor rígido. Su superficie es prácticamente plana y horizontal. La cama está sometida a tensión, es decir el bastidor ejerce sobre la cama un conjunto de fuerzas como el representado en la figura 3a. En consecuencia, en cada lado de la cama, actúa una *fuerza por unidad de longitud* que denotamos por f . Por lo tanto, la resultante de las fuerzas que actúan sobre el lado AB, de longitud L , vendrá dada por $F = fL$. Naturalmente, si sobre la cama descansa un ciudadano, como se muestra en la figura 4b, la superficie deja de ser plana, presentará una concavidad en la región en la que está el ciudadano. Las fuerzas que sostienen la cama (las tensiones) cambiarán su dirección pero podemos suponer que su módulo no variará apreciablemente.

Es importante observar que cuando la superficie de la cama es plana (Fig. 3a), la presión en la parte superior e inferior de ella es la misma: la atmosférica. Sin embargo, cuando la cama está cargada, en la parte inferior la presión es la atmosférica, pero en la superior, en la parte cóncava, la presión es la atmosférica más la que ejerce el peso del ciudadano. Por lo tanto, la presión es mayor en la parte cóncava que en la convexa.

b) Suponga que la cama elástica es cuadrada de lado L , que la masa del ciudadano que está tumbado en ella es M , y que el ángulo que forman las tensiones con la horizontal es θ . Calcule la fuerza por unidad de longitud, f .



Figura 4a

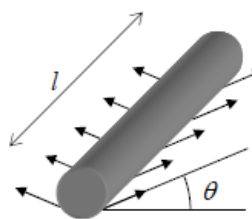


Figura 4b

Tras estas consideraciones, proponemos el siguiente experimento que fácilmente se puede realizar en casa. Consiste en depositar un alambre muy ligero sobre la superficie del agua contenida, por ejemplo, en un vaso como se muestra en la figura 4a. El alambre "descansa" sobre la superficie del agua como si esta fuese una membrana, de forma análoga al ciudadano de la cama elástica. Naturalmente, el alambre tiene que ser muy liviano, su longitud, l , de pocos milímetros y mucho mayor que su radio R . De acuerdo con la Nota anterior, esta fuerza por unidad de longitud es el coeficiente de tensión superficial que denotamos por σ .

c) Cuando el alambre esté en equilibrio sobre la superficie, obtenga la expresión de su peso W en función de la fuerza por unidad de longitud (tensión superficial) σ , de la

longitud l y del ángulo de contacto θ que forma la superficie con la horizontal. (Figura 4b)

Ya que el radio del alambre es $R \ll l$, se puede despreciar la acción de la tensión superficial en sus extremos.

El *gerris lacustris* es un insecto muy abundante en charcas, lagunas y en general en aguas dulces remansadas, siendo su nombre vulgar *zapatero*. Estos animalejos “caminan” sobre el agua, no “nadan” en ella. Cuatro de sus seis patas terminan en una especie de pie en forma de cilindro que es el que se apoya horizontalmente sobre el agua, comportándose como el alambre del ejemplo anterior. Las dos patas delanteras las usa más como “manos” que como “pies”. En una foto, como la de la figura 6, puede apreciarse un zapatero sobre la superficie del agua, deformándola ligeramente en los apoyos, como si de una membrana se tratase.

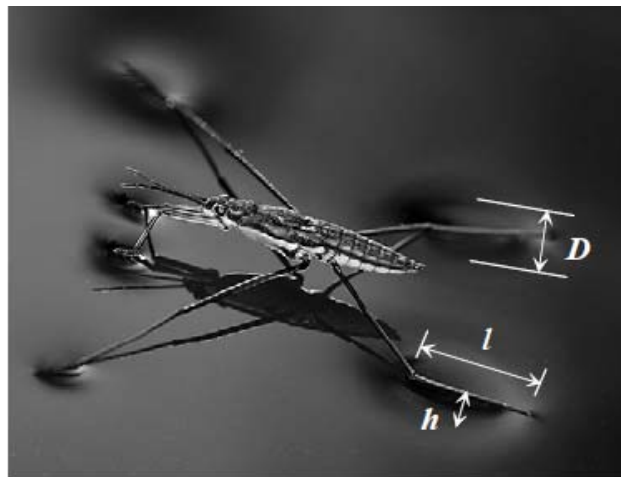


Figura 5

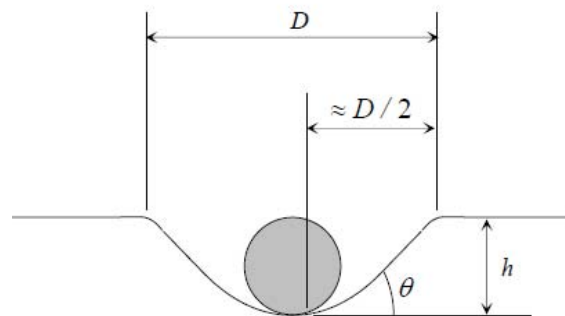


Figura 6

Sobre la fotografía de la figura 5 se han indicado las dimensiones más relevantes del fenómeno: longitud de sus “pies”: $l = 3,0\text{mm}$; anchura de la depresión que producen: $D = 1,5\text{mm}$ y “profundidad” de la depresión: $h = 0,5\text{mm}$.

d) Con las aproximaciones que crea convenientes, haga una estimación de la masa m del zapatero. Ayúdese de la figura 6 en la que se muestra el pie visto de frente y considere que el coeficiente de tensión superficial del agua es $\sigma = 7,28 \cdot 10^{-2} \text{ N/m}$.

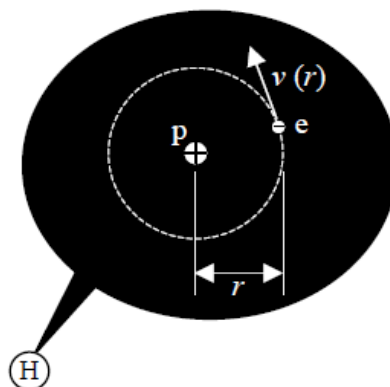
PT87. Vicente López, Buenos Aires. Azul.

El fracaso del átomo clásico.

En los albores de las investigaciones sobre el átomo, a principios del siglo XX, se pensaba que éste tenía una estructura similar a un sistema planetario con el núcleo en

el centro, muy pesado y cargado positivamente, y los ligeros electrones girando a su alrededor, ligados por la atracción coulombiana.

Pronto se descubrió que las cosas no podían ser tan simples: las cargas eléctricas cuando se mueven con aceleración, como los electrones orbitando alrededor del núcleo, pierden energía en forma de radiación electromagnética, por lo que los electrones atómicos se precipitarían hacia el núcleo en un tiempo muy breve. Está claro que no sucede así, puesto que la materia normal es estable y ustedes están aquí.



Este problema tiene por objeto hacer una estimación, clásica y no relativista, del tiempo que tardaría en aniquilarse un átomo de hidrógeno según las teorías clásicas de la mecánica y de la radiación, partiendo del hecho de que la energía de ionización de un átomo de hidrógeno en su estado fundamental o no excitado es $E_{\text{ioniz}} = 13,6 \text{ eV}$.

1) Suponiendo que la órbita del electrón es circular de radio r , obtenga las expresiones de la energía total del electrón E , de su velocidad v , de su aceleración a y de su periodo de revolución T , en función de la energía total E_0 del átomo de hidrógeno en el estado no excitado y del radio r_0 de la órbita circular en dicho estado.

2) Determine y calcule E_0 y r_0 así como la velocidad, la aceleración y el periodo en esta órbita, v_0 , a_0 , y T_0 , respectivamente.

Cuando un electrón se mueve con aceleración a , la potencia radiante que emite viene dada por la fórmula de Larmor:

$$P = \frac{2}{3} \frac{k e^2}{c^3} a^2$$

en la que k es la constante de Coulomb, c la velocidad de la luz y e la carga elemental

3) Al perder energía, el electrón irá describiendo órbitas de radio cada vez menor.

Halle la expresión de la potencia emitida P en función del radio r de la órbita circular del electrón, de r_0 y de E_0 .

Puede comprobar que tanto $E(r)$ como $P(r)$ tienden a infinito cuando r tiende a 0. Este absurdo físico es consecuencia de que en las antiguas teorías se idealizaba al electrón y al protón considerándolos como partículas puntuales. Pasemos por alto estos inconvenientes y vayamos al objetivo de este ejercicio:

4) ¿Cuál es el tiempo τ que le costaría a un electrón “caer” sobre el núcleo desde la órbita del estado fundamental de radio r_0 ?

AYUDA: La potencia radiada por el electrón (fórmula de Larmor) tiene que ser igual a la variación (con signo negativo) de la energía mecánica del electrón por unidad de tiempo, $-dE / dt$. Esta variación representa una pérdida de energía, de ahí el signo negativo.

Le resultarán útiles las siguientes expresiones:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{dE}{dr} \frac{dr}{dt} \quad \Rightarrow \quad dt = \frac{1}{dE/dr} \frac{dE}{dr} dr$$

El tiempo τ lo obtendrá integrando entre los valores inicial y final de t y de r . (La integral es inmediata).

DATOS: $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; masa del electrón $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; constante de Coulomb $k = 8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$; velocidad de la luz $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$; carga elemental $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

CONCLUSIÓN: Si ha llegado al final del problema comprobará que la vida de un átomo según la teoría clásica es muy corta.

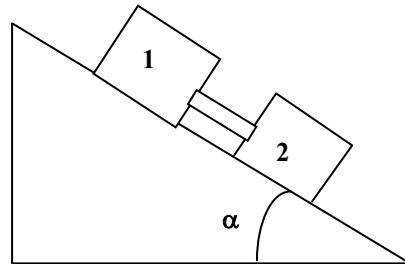
El modelo de átomo clásico fracasa. La teoría cuántica es la que describe correctamente la estabilidad de la materia, prediciendo además las propiedades de los átomos.

PT88. Eduardo Castex, La Pampa. Azul.

Dos cuerpos $M_1 = 10 \text{ Kg}$ y $M_2 = 5 \text{ Kg}$ de diferentes materiales, caen por un plano inclinado de ángulo $\alpha = 32^\circ$. Están unidos por una barra rígida de masa despreciable y sus coeficientes cinemáticos de fricción con el plano son $\mu_1 = 0.2$ y $\mu_2 = 0.5$ (tomar $g = 9.82 \text{ m/seg}^2$.)

Resolver:

- La aceleración del conjunto
- Realizar un diagrama de cuerpo aislado de c/u
- La tensión en la barra, se comprime o tracciona.

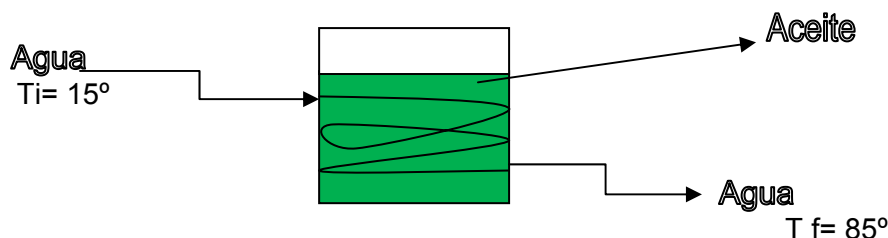


PT89. Eduardo Castex, La Pampa. Azul.

Para bajarle la temperatura a 3 litros de aceite ($\delta = 0.95 \text{ grs./cm}^3$) de una caja de engranajes que se encuentra a 90°C inicialmente, se le intercala un radiador por el que circula agua ($c = 1 \text{ cal/gr } ^\circ\text{C}$.)

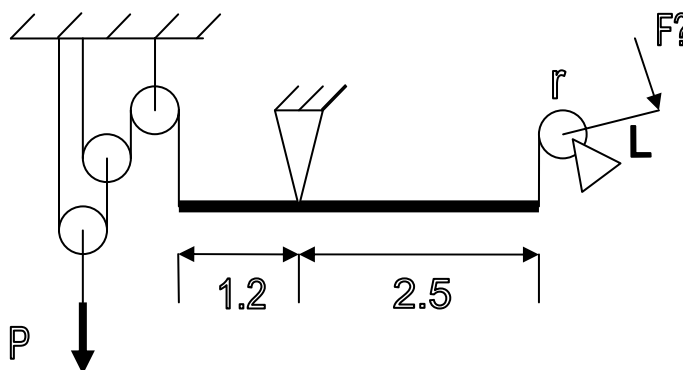
En dicho radiador el agua ingresa por un caño de sección circular de $R = 10 \text{ cm}$, con una velocidad uniforme $v = 0.8 \text{ cm/seg}$. Saliendo con la misma velocidad en un tiempo de $t = 10 \text{ seg}$, la temperatura de entrada del agua es $T_i = 15^\circ\text{C}$ y la de salida es de $T_f = 85^\circ\text{C}$. Sabiendo el coeficiente de calor específico del aceite es $c = 0.85 \text{ cal/ grs}^\circ\text{C}$ determinar la temperatura final del aceite.

La caja no intercambia calor con el exterior.



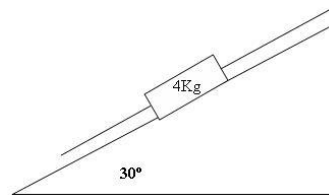
PT90. Eduardo Castex, La Pampa. Azul.

Sabiendo que $P = 100 \text{ Kg}$, la barra se encuentra en equilibrio, cuánto vale F , si el torno tiene un radio de $r = 0.3 \text{ m}$ y una manivela de $L = 1.2 \text{ m}$.



PT91. Ciudad de San Luis. Azul.

Una masa de 4 kg descansa en un plano inclinado que hace un ángulo de 30° con la horizontal. El coeficiente de fricción estática (cuando está quieto) entre la masa y el plano es de 0,64, y el coeficiente de fricción cinética (cuando está en movimiento) entre la masa y el plano es de 0,28. Ver figura.



- (a) Dibuje todas las fuerzas que actúan en la masa
- (b) ¿Resbalará esta masa por el plano bajo la acción de la gravedad? Explique
- (c) ¿Cuanto vale la fuerza de fricción estática que actúa sobre la masa?
- (d) Se fijan cuerdas a la masa para que se pueda empujar hacia arriba o hacia abajo del plano inclinado (ver figura). ¿Cuál deberá ser la tensión en la cuerda para que la masa comience a moverse hacia arriba?
- (e) ¿Cuál deberá ser la tensión en la cuerda para que comience a moverse hacia abajo?
- (f) Si la tensión en la cuerda que empuja la masa hacia abajo del plano es de 8 N. ¿Cuál es la aceleración de la masa? Se moverá la masa hacia arriba del plano si se da la misma tensión a la cuerda que la empuja hacia arriba?

PT92. Ciudad de San Luis. Azul.

Un automóvil que está parado en un semáforo acelera a $2,8 \text{ m/s}^2$ al encenderse la luz verde, 3,1 segundos después, un camión que se mueve a una velocidad constante de 80 km/h pasa al automóvil. El automóvil mantiene una aceleración constante hasta llegar a la velocidad de 104 km/h y continúa entonces a esa velocidad.

- (a) Haga un dibujo de la situación planteada por el problema
- (b) ¿Cuanto tiempo pasará hasta que el automóvil pase al camión?
- (c) En este momento ¿el automóvil estará todavía acelerado o se moverá a velocidad constante?
- (d) ¿A que distancia estarán los vehículos del semáforo al momento de pasarse?
- (e) ¿Como será la gráfica posición tiempo que representa la situación planteada en el problema?
- (f) ¿Cómo será la gráfica de velocidad-tiempo del problema planteado?

PT93. Ciudad de San Luis. Azul.

Un método para determinar el porcentaje de grasa corporal de una persona se llama hidrodensitometría. Para usar este método, una persona es pesada en aire y luego pesada mientras está completamente sumergida en agua. Se calcula la densidad de la persona a partir de estos datos y luego se lo compara con el valor conocido de densidad de un tejido corporal no graso y un tejido graso para determinar el porcentaje de materia grasa en el cuerpo.

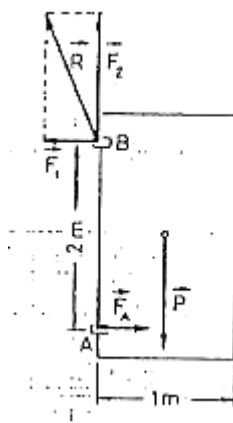
Se le mide el porcentaje de masa corporal grasa a Tamara usando hidrodensitometría. Ella pesa en aire 638 N y en agua 44 N. Encontrar:

- a) El empuje sobre Tamara cuando está bajo el agua.
- b) La masa de agua desplazada
- c) El volumen de agua desplazada
- d) La densidad de Tamara.

PT94. Comodoro Rivadavia, Chubut. Azul.

Las bisagras A y B de una puerta de 500N de peso distan entre sí 2m y la anchura de la puerta es 1m (ver la figura). Sabiendo que todo el peso de la puerta lo soporta la

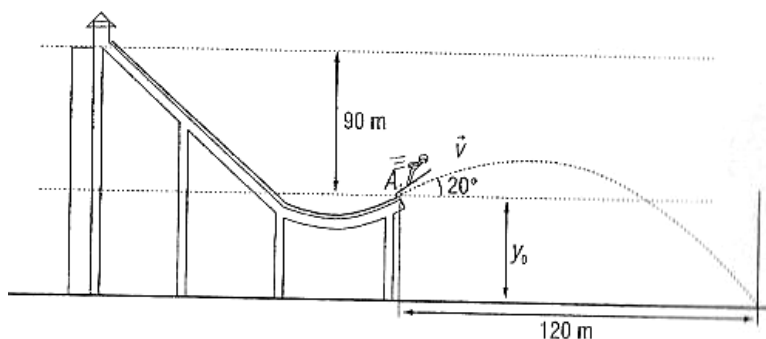
bisagra superior, se desean saber los valores de las fuerzas ejercidas sobre la puerta en sus bisagras.



PT95. Comodoro Rivadavia, Chubut. Azul.

Un esquiador de 70Kg de masa se desliza por un trampolín de 200m de longitud. Durante ese trayecto, el esquiador pierde 90m de altura y sobre él actúa una fuerza de rozamiento con la nieve que suponemos constante y de 100N. La velocidad del esquiador, justo cuando pierde contacto con el trampolín y empieza a saltar, forma un ángulo de 20° respecto de la horizontal. El esquiador consigue hacer un salto de 120m de longitud. Suponiendo despreciable el rozamiento del esquiador con el aire, calcular:

1. La energía perdida por rozamiento por el esquiador en el trampolín,
2. El módulo y componentes del vector velocidad
3. El desnivel y_0 que hay entre el punto A, donde el esquiador empieza el vuelo, y la pista donde aterriza.



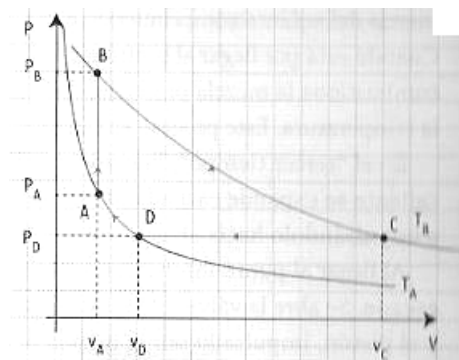
PT96. Comodoro Rivadavia, Chubut. Azul.

0,4 moles de nitrógeno N_2 evolucionan según el ciclo de la figura. Si se comportan como gas ideal, calculen:

- las coordenadas de estado de los puntos A, B, C y D;
- el trabajo, el calor y la variación de la energía interna en cada evolución;
- el rendimiento del ciclo.

Datos:

$p_A=400\text{kPa}$; $p_B=200\text{kPa}$; $V_D=0,005\text{m}^3$;
 $V_C=0,015\text{m}^3$; $C_V=20,69\text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$; $M_{N_2}=14$; $T_B=160^\circ\text{C}$



PT97. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Los capacitores del circuito de la figura 1 están inicialmente descargados. El interruptor S4 se cierra primero, después se cierra el S3 y finalmente se cierra S1

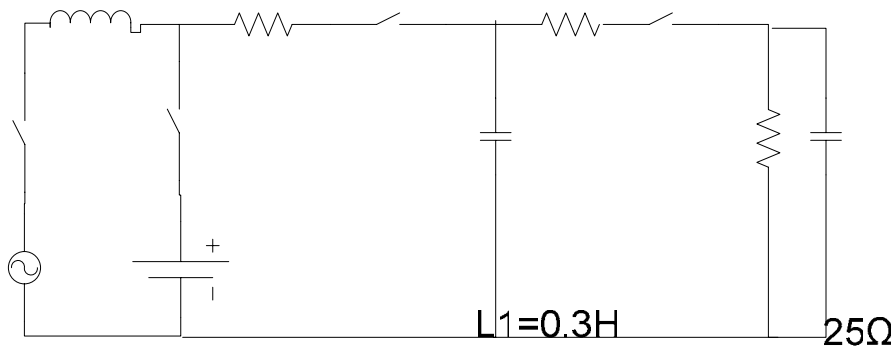


Figura 1

- a) ¿Cuál es la corriente de la batería inmediatamente después de cerrar S1?
b) ¿Cuál es la corriente que entrega la fuente un largo tiempo después de cerrar los tres interruptores?

c) ¿Cuál es la tensión final en el capacitor C2?

d) ¿Cuál es la tensión final en el capacitor C1?

Luego de un largo tiempo se abre el interruptor S4.

e) Graficar la variación de la corriente en función del tiempo para la resistencia de 150Ω

Finalmente se abre S1. Se cierra S3 y luego S2. S4 permanece abierta

f) ¿Cuál es la impedancia total del circuito?

g) ¿Cuál es la corriente eficaz?

h) Calcular el ángulo de fase entre corriente y voltaje

$$V_{rms} = 120V$$
$$F = 60Hz$$

CA

12V

PT98. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Se tiene un bloque de 0.5kg sobre una superficie inclinada de una cuña de 1kg de masa. La inclinación de la cuña es de 30° con respecto al suelo. Como indica la figura 1.

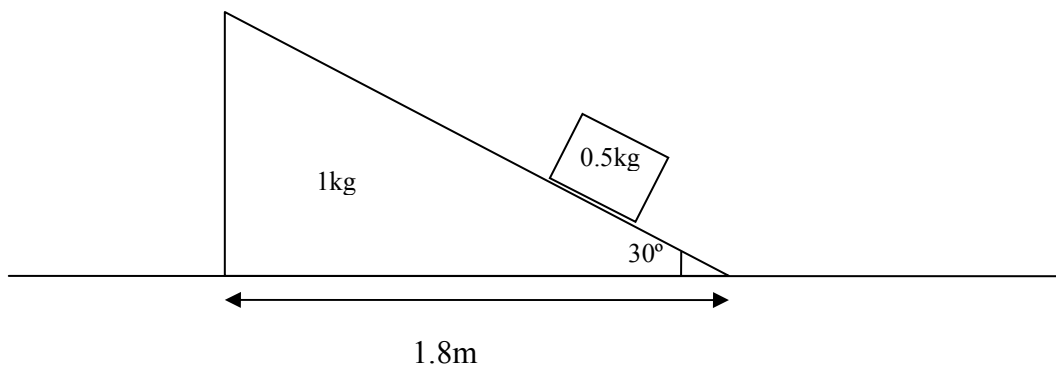


Figura1

El bloque se encuentra a 40cm del vértice inferior de la cuña.

El coeficiente de rozamiento entre el bloque y la cuña es $\mu_e = 0.5$ y $\mu_d = 0.4$

La cuña resbala sobre el piso sin rozamiento.

Se realiza una fuerza F horizontal sobre la cuña hacia la derecha.

- a) Determinar el valor mínimo y máximo de F para que el bloque no se deslice. Tomando como origen del sistema de referencia el punto del piso que coincide inicialmente con el vértice inferior izquierdo de la cuña y considerando que la fuerza $F=10\text{N}$
- b) ¿Con que velocidad llega el bloque al extremo superior derecho de la cuña?
- c) ¿Que distancia separa al bloque de la cuña una vez que el bloque llega al suelo?
- d) Calcular la posición del bloque luego de transcurridos 0.5seg de aplicada la fuerza F .
- Se elimina la fuerza F y el rozamiento entre el bloque y la cuña. Se suelta el bloque que se encuentra a 40cm de vértice inferior de la cuña
- e) Determinar la distancia recorrida por la cuña una vez que el bloque llega al suelo.

PT99. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Se tiene una barra de sección cuadrada recta de 50cm de largo y 5mm de ancho hecha de cobre. Ubicada de manera horizontal con respecto al suelo. La barra se desliza por dos guías conductoras colocadas una en cada extremo de la barra, permitiendo así que la misma se desplace libremente en forma vertical.

La barra se encuentra sumergida en un campo magnético uniforme y horizontal de modulo $1,2\text{ T}$ que forma un ángulo de 30° con respecto a la barra.

Una llave conecta, a través de las guías, la barra con una batería.

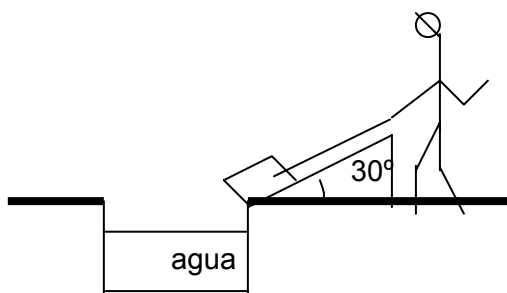
- a) ¿Qué corriente debe circular por la barra para que la misma quede suspendida en el aire?
- b) El rozamiento con el aire es de la forma $c.v^2$ y la corriente sobre la barra es 7A de tal manera que la barra comienza a ascender. Escribir la expresión de la velocidad límite de la barra.
- c) La barra se encuentra en el suelo y circula por la misma una corriente de 5A durante 3s de manera que la barra se dispara hacia arriba.
- a) ¿Cuál es la altura máxima que alcanza la barra?
- b) ¿Cuánto tiempo tarda en caer nuevamente al suelo?

$$\rho_{\text{cobre}} = 8960 \text{ kg/m}^3$$

PT100. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Hay que se cae!!

Pablo está tratando que un cubo de aluminio de 20 kg no se caiga en el recipiente que contiene agua.



- a) ¿Qué fuerza debe realizar para que el cubo quede en el borde como se muestra en la figura?
- A pesar del esfuerzo de Pablo, el cubo cae y queda totalmente sumergido en el agua
- b) ¿Qué empuje recibe?
- c) ¿Cuál es el peso aparente del cubo sumergido?
- Al caer el cubo, sube el nivel del agua.
- d) ¿Cuál es el volumen de agua que asciende respecto al nivel inicial?
- Si en lugar de agua el líquido fuera mercurio,

e) Determinar la posición de la cara superior del cubo respecto a la superficie libre del líquido?

Datos: $g = 10 \text{ m/s}^2$

$\rho_{\text{agua}} = 1 \text{ gf/cm}^3$

$\rho_{\text{aluminio}} = 2,7 \text{ gf/cm}^3$

$\rho_{\text{mercurio}} = 13,6 \text{ gf/cm}^3$

PT101. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Un desayuno con algo de física.

Una mañana, antes de ir a la escuela, Martín decide acompañar las tostadas de su desayuno con una infusión de té. Toma una de las tazas de aluminio de la alacena, de masa 70 g, que se encuentra a temperatura ambiente (20°C). Vierte en ella 300 cm^3 de dicha infusión, alcanzando el sistema una temperatura de equilibrio de 77°C .

a) Calcule la temperatura inicial de la infusión.

Como a Martín se le estaba haciendo tarde y tratando de que el té no este tan caliente, le agrega 100g de leche que saca de la heladera a 4°C , logrando que el sistema alcance una nueva temperatura de equilibrio de 60°C .

b) Calcule el calor específico de la leche.

Como seguía estando el té con leche muy caliente y Martín no quería llegar tarde a la escuela porque tenía evaluación de física, decide agregarle un cubito de hielo a -4°C , que al fundirse totalmente haría que la temperatura de equilibrio sea de 45°C .

c) Calcule la masa del cubito de hielo.

d) Represente gráficamente $Q = f(T)$ [cantidad de calor en función de la temperatura]

Datos:

Calor específico del té = Calor específico del agua = $1 \text{ cal / g }^\circ\text{C}$

Calor específico del hielo = $0,5 \text{ cal / g }^\circ\text{C}$

Calor de fusión del hielo = 80 cal / g

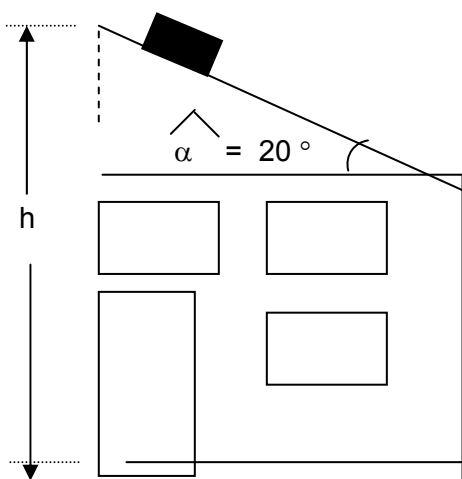
Calor específico del aluminio = $0,22 \text{ cal / g }^\circ\text{C}$

Nota: Considere que no hay intercambio de calor con el entorno

PT102. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Después del granizo.

Cierto día, después de una tormenta de granizo, cuando se estaban reparando las filtraciones que se habían producido en el techo de la casa, la caja de herramientas de uno de los obreros se desliza por él ($\mu = 0,2$).



La caja llega al borde del techo con una velocidad de 3 m / s .

a) ¿Qué distancia recorrió hasta llegar al borde del techo?

b) ¿Cuánto tiempo tardó la caja en recorrer el techo de la casa?

La distancia entre el extremo inferior del techo de la casa y el suelo es de 8 m.

c) ¿Cuál es la altura desde el extremo superior del techo y el suelo (h)?

Un jardín de flores rodea la casa, cuyo ancho es de 2 m y una línea de álamos a 2 m del jardín es la separación con las propiedades linderas.

d) Calcule

d-1) a qué distancia de la casa cae la caja de herramientas.

d-2) con qué velocidad llega la caja de herramientas al suelo.

e) ¿La caja de herramientas caerá sobre las flores? Justifique la respuesta.

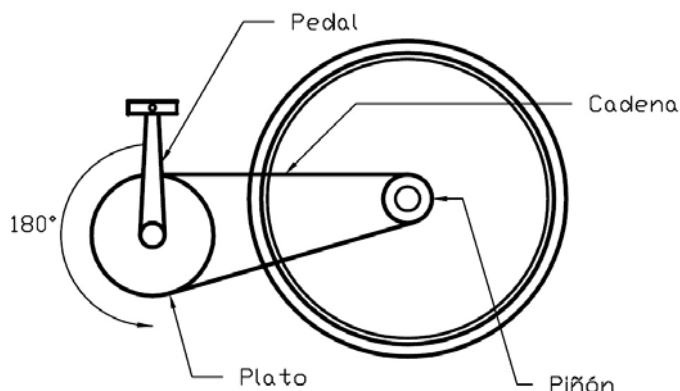
Nota: Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ y desprecie el rozamiento del aire.

PT103. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Un paseo en bicicleta.

Un ciclista debe realizar algunos cálculos que lo ayuden a decidir el recorrido que hará con su bicicleta durante el fin de semana. Las ruedas de su

bicicleta tienen un diámetro $d = 26''$ ($1'' = 25,4 \text{ mm}$) y la palanca del pedal tiene una longitud $l = 25 \text{ cm}$; la transmisión está conformada por un plato de $N = 48$ dientes y un piñón de $n = 18$, unidos por una cadena que NO puede deslizar (ver figura 1). La masa total de la bicicleta es $m = 12 \text{ kg}$ y la del ciclista $M = 68 \text{ kg}$.



a) Halle una expresión en función de las variables d, N y n para la distancia recorrida por la bicicleta al realizar medio giro el plato.

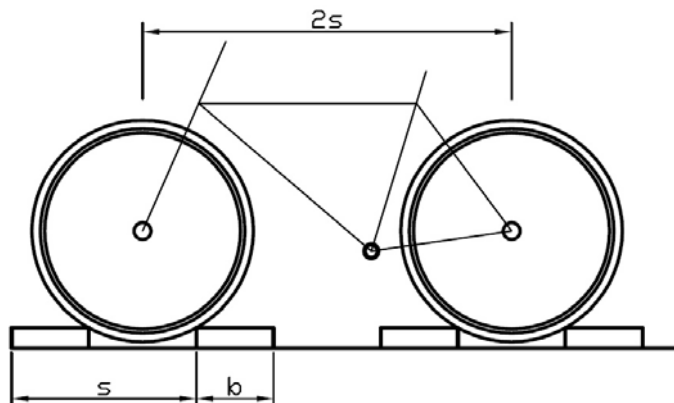
En una parte del trayecto, se debe ir cuesta arriba por una pendiente que forma un ángulo β con la horizontal. Por simplicidad, se asume que: i) la única fuerza que el ciclista puede aplicar sobre el pedal es su propio peso; ii) se desprecia toda pérdida por rozamiento.

b) Halle una expresión en función de las variables d, l, m, M y β para el mínimo valor del cociente n/N que le permita subir dicha pendiente.

c) Calcule numéricamente el máximo valor que puede tener β para que el ciclista pueda subir por dicha pendiente utilizando los datos provistos. Discuta la validez de las simplificaciones realizadas.

Otra parte del recorrido debe realizarse sobre unas viejas vías muertas del ferrocarril.

Conciente de que los sucesivos impactos contra los durmientes le dificultarán el avance, se propone un modelo simplificado para estimar cuánto le costará la tarea. Suponga despreciable el momento de inercia de las ruedas y que la distancia entre ejes de la bicicleta es el doble de la separación s entre puntos análogos de los durmientes (ver figura 2).



d) Argumente por qué es válido reemplazar la bicicleta por una sola rueda en cuyo eje se concentra la masa total para estudiar los impactos.

Cada durmiente mide $b = 23\text{cm}$ de ancho, y la separación es $s = 55\text{cm}$. Mientras la rueda apoya completamente sobre el durmiente, el ciclista mantiene una aceleración constante a , dejando de pedalear cuando llega al borde del mismo y hasta que sube completamente al siguiente.

e) Haga un dibujo mostrando el vector velocidad en los instantes (i) al llegar al borde del durmiente, (ii) inmediatamente antes de impactar con el durmiente siguiente, (iii) inmediatamente después del impacto, (iv) al subir completamente al durmiente siguiente.

f) Encuentre una expresión para la energía perdida al pasar de un durmiente al otro en función de la energía en el instante (i), E_0 , y de los datos del problema.

g) ¿Cuánto debe valer a para que la velocidad media sobre los durmientes sea $2,5\text{km/h}$?

PT104. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

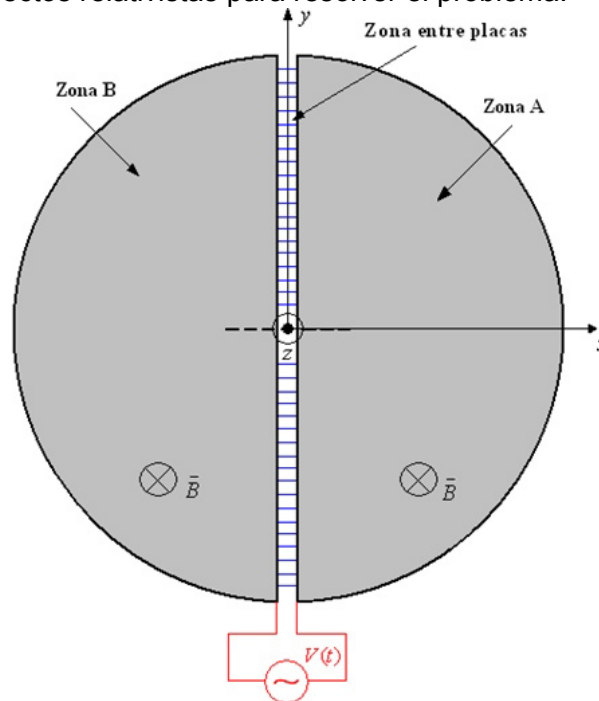
Acelerando partículas.

El ciclotrón

Es un dispositivo utilizado para acelerar partículas. Su funcionamiento se basa en la acción conjunta de un campo eléctrico y un campo magnético. Este equipo consta básicamente de dos placas paralelas a las cuales se le aplica una diferencia de potencial variable con el tiempo. Las partículas cargadas que son aceleradas en la zona entre placas pueden pasar a través de estas para entrar en otras zonas donde hay un campo magnético uniforme y estacionario (Zona A y Zona B).

El objetivo es que interprete cual es el funcionamiento de este dispositivo utilizando las leyes físicas que están involucradas en su descripción.

No debe incluir los efectos relativistas para resolver el problema.



a) Una partícula cargada ingresa con una rapidez $|\vec{v}|$ en una zona del espacio donde el campo magnético es uniforme y estacionario. El vector velocidad instantánea es perpendicular al vector campo magnético. Demuestre que el radio de la trayectoria circular que ésta describe en dicha zona es:

$$R = \frac{m|\vec{v}|}{q|\vec{B}|}$$

b) Demuestre que el tiempo que tarda la partícula del punto (a) en dar una vuelta completa a la circunferencia que describe como trayectoria es:

$$T = \frac{2\pi m}{q|\vec{B}|}$$

¿Encuentra algo relevante en este resultado?

En la descripción del dispositivo se explicó que a las placas paralelas se le aplica una diferencia de potencial variable con el tiempo. Se pretende generar un campo eléctrico en la zona entre placas que cambie de sentido cada cierto intervalo regular de tiempo. En las zonas A y B existe un campo magnético estacionario y uniforme (ver figura). Las placas están confeccionadas de forma tal que las partículas pueden atravesarlas.

c) El objetivo del dispositivo es acelerar partículas cargadas. ¿Con qué frecuencia debe ser invertida la dirección del campo eléctrico para lograr acelerar a una partícula durante todo el intervalo de tiempo que ésta se encuentra en la zona entre placas? Justifique su resultado basándose en el funcionamiento del dispositivo.

Datos: Carga de la partícula: q Masa de la partícula: m

Módulo del campo magnético estacionario y uniforme: $|\vec{B}|$ (es dato)

Ayuda: Desprecie el tiempo que tarda la partícula en atravesar la zona entre placas.

d) Se sabe que cuando un protón es acelerado dos veces en la zona entre placas, éste escapa del ciclotrón. Encuentre el punto en el cual el protón escapa de la Zona B y obtenga el vector velocidad instantánea de la partícula en ese punto expresado en el sistema de coordenadas representado en la figura que se muestra a continuación. Suponga que el dispositivo funciona como el punto (c) lo indica (dispositivo sincronizado).

Datos: Posición inicial: $y_0 = -51\text{cm}$ Velocidad inicial: $v_{x_0} = 0\text{m/s}$

Diferencia de potencial entre placas: $\Delta V = 200\text{V}$

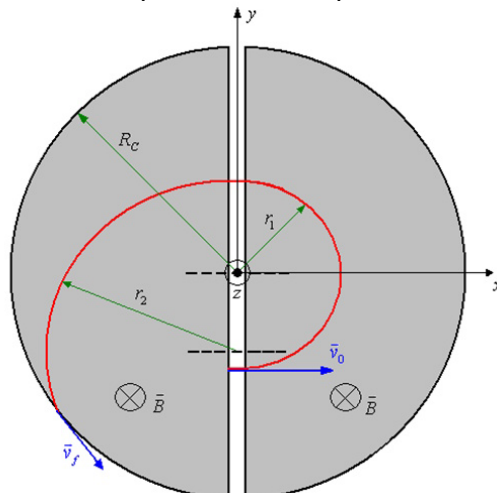
Campo magnético: $\vec{B} = -40 \times 10^{-4} \vec{k}$ $[\vec{B}] = \text{Tesla}$

Masa del protón: $m = 1,67 \times 10^{-27} \text{kg}$ Carga del protón: $q = 1,60 \times 10^{-19} \text{C}$

Radio del ciclotrón: $R_c = 80\text{cm}$

Ayuda: Ecuación de la circunferencia: $(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$ donde (a,b) es el centro de la circunferencia y r es el radio de la misma.

Considere despreciable la separación entre placas.

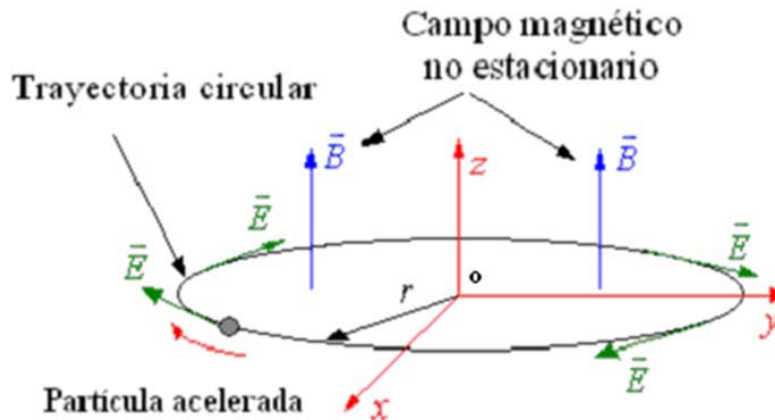


El betatrón

Es otro dispositivo utilizado para acelerar partículas. Este fue desarrollado por Donald Kerst en la universidad de Illinois en 1940.

Su funcionamiento se basa en la aceleración de partículas debido a un campo eléctrico inducido por un campo magnético variable con el tiempo.

Una forma simple de estudiar como el dispositivo acelera partículas, es observar el caso particular en el cual éstas describen trayectorias circulares.



e) Suponiendo que el dispositivo está configurado de forma tal que se dan las condiciones físicas necesarias para que la partícula acelerada describa una trayectoria circular, encuentre cual es la relación que existe entre la rapidez instantánea de la partícula y el módulo del vector campo magnético.

Datos: El vector campo magnético para todo punto de la circunferencia que describe la partícula como trayectoria es: $\vec{B}_r(t) = |\vec{B}_r(t)|\vec{k}$

Distancia respecto del centro del dispositivo: r

Masa de la partícula: m

Carga de la partícula: q

f) Ahora suponga que la variación temporal del módulo del campo magnético para todo punto de la circunferencia que describe la partícula como trayectoria es:

$$|\vec{B}_r(t)| = 40 \times 10^{-4} \text{sen}(wt) \quad [\vec{B}_r(t)] = \text{Tesla}$$

$$w = \left(\frac{\pi}{2}\right) \quad [w] = \frac{1}{s}$$

Encuentre un método gráfico para calcular aproximadamente la distancia que recorre un protón en el intervalo de tiempo $(0s, 1s)$. Luego estime la cantidad de vueltas que la partícula recorre en ese mismo intervalo de tiempo.

Datos: Distancia respecto del centro del dispositivo: $r = 50\text{cm}$

Masa del protón: $m = 1,67 \times 10^{-27} \text{kg}$ Carga del protón: $q = 1,60 \times 10^{-19} \text{C}$

Velocidad inicial de la partícula: $|\vec{v}_0| = 0\text{m/s}$

PT105. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

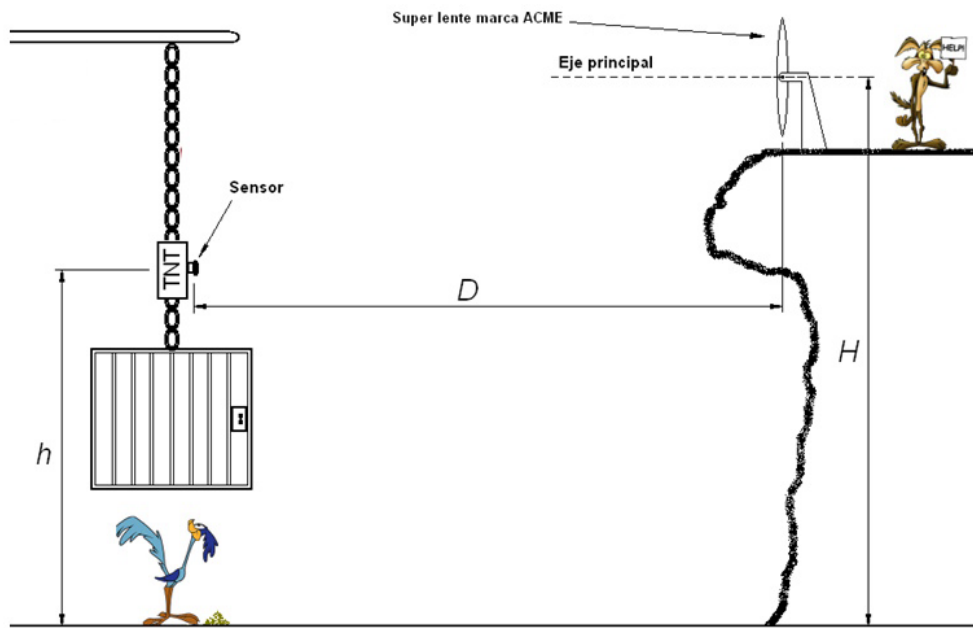
Coyotus Hambrientus.

Una tarde soleada en un desierto norteamericano, el coyote se dispone, por enésima vez, a dar fin a su lucha por atrapar al veloz y escurridizo correcaminos. La idea del coyote es la siguiente: colocar un montículo de alpiste en la carretera para que su perseguido se detenga a merendar. Pero no es el deseo del coyote alimentar al correcaminos, sino conseguir su propia merienda. A tal fin compra una superlente giratoria marca ACME y la coloca en lo alto de una gran piedra. A continuación, cuelga

una jaula de un poste de luz mediante una cadena que tiene un explosivo (marca ACME por supuesto). Una vez que el correcaminos se encuentre saboreando el alpiste, el coyote debe posicionar la lente de modo tal que los rayos del sol se concentren en el sensor que detona la carga. Cuando esto ocurra, la explosión liberará la jaula y ésta dejará atrapado al correcaminos.

El explosivo se activa cuando el sensor que tiene incorporado manda una señal eléctrica. Para que esto ocurra la luz que incide en el sensor debe ser azul.

Después de una larga preparación y una ansiosa espera, finalmente, a las 17:30, el correcaminos llega a destino. Los rayos del Sol iluminan la escena y llegan formando un ángulo $\varphi = 38^\circ$ con el suelo. La temperatura ambiente a esa hora es de 40°C . El centro de la lente se encuentra a una altura $H = 20\text{m}$.



Si el eje principal de la lente permanece horizontal:

a) Determine el intervalo de distancia focal $[f_m; f_M]$ de la lente, útil para la activación del explosivo y expresarlo como una desigualdad para la magnitud f .

b) Determine la mínima altura h a la cual el coyote podrá posicionar el explosivo en la cadena.

El torpe coyote, sin querer, golpea la lente y ésta gira un ángulo $\theta = 30^\circ$ en sentido antihorario (visto en el gráfico). La lente se traba y ya no se puede mover sobre su eje. Además, el sensor del explosivo se le cayó al suelo antes de colocarlo y ahora sólo se activa cuando incide sobre él un haz de longitud de onda $\lambda_s = 600\text{nm}$.

c) Determine la distancia D (ver el gráfico) a la que debe posicionar el centro de la lente para lograr activar el explosivo.

Nota: A partir de aquí, siguen valiendo las consideraciones que preceden al punto (c) acerca de la posición inclinada de la lente y el nuevo λ de trabajo del sensor.

En un nuevo acto de torpeza, el coyote enciende un tanque de combustible (marca ACME) y las llamas alcanzan la superlente. Cuando el fuego se extingue la temperatura de la lente se encuentra en 650°C . Si en ese instante el correcaminos se encontrase comiendo el alpiste:

d) ¿A qué altura h , medida desde el suelo, debería encontrarse el explosivo (el sensor) para que la trampa funcionase?

La lente se encuentra a 650°C y el ambiente a 40°C . La temperatura ambiente del desierto comienza a descender a razón de $1,5^{\circ}\text{C}$ cada 23 minutos y el coyote sabe que el correcaminos tardará 4 minutos en llegar a la trampa.

e) ¿Cuánto valdrá la distancia focal de la lente en el instante en que llegue el correcaminos?

Ahora suponga que la lente marca ACME no fuese delgada, sino que tuviese un grosor δ . Suponga también que la lente se encuentra a una distancia D fija y con su eje principal en posición horizontal. Si r_S es el radio de curvatura de la superficie de la lente sobre la que inciden los rayos del Sol, y r_E el de la superficie por la que dichos rayos emergen de la lente:

f) Obtenga la relación $r_S = f(r_E; \delta)$ para que la lente pueda activar el sensor con cualquiera de las dos longitudes de onda siguientes. $\lambda_1 = 650\text{nm}$ y $\lambda_2 = 600\text{nm}$.

Determine el grosor de la lente necesaria para que esto ocurra y a partir del valor obtenido analice la viabilidad de la construcción de la lente.

Información que le puede ser útil

Fórmula del constructor de lentes:

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left[\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} + \delta \left(\frac{n-1}{n} \right) \left(\frac{1}{r_1 r_2} \right) \right]$$

Donde f es la distancia focal, n es el índice de refracción (relativo al aire) del material refringente, δ es el grosor de la lente y r_1 es el radio de curvatura de la superficie donde incide la luz.

Ley de enfriamiento de Newton:

$$T(t) = T_{\text{ambiente}} + (T_i - T_{\text{ambiente}}) \cdot e^{-kt}$$

Aberración cromática:

Cuando la luz blanca (formada por todos los colores) incide sobre una superficie refringente, los haces de cada color se refractan con diferentes ángulos. Por lo tanto, la distancia focal de una lente depende de la longitud de onda del haz que la atraviesa.

Espectro visible:

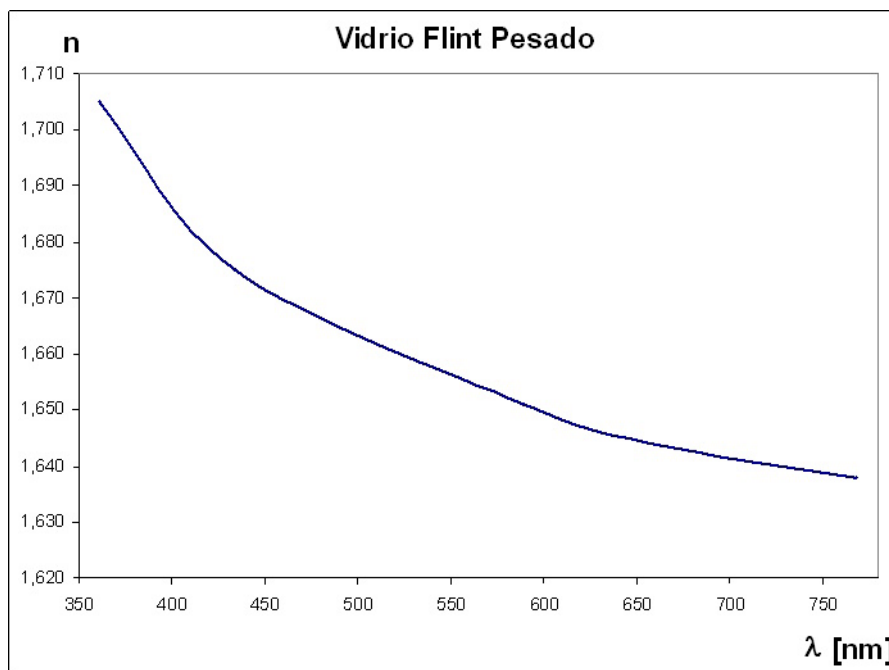


Hoja de datos que viene dentro de la caja de la superlente:

SUPERLENTE MARCA ACME
Tipo de lente: equiconvexa
Radios de curvatura: $R_1 = R_2 = 25\text{m}$ $[20^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}]$
Tipo de vidrio: flint pesado
Coeficiente de dilatación lineal: $\gamma = 9,2 \times 10^{-6} 1/K$
Coeficiente de rapidez de intercambio de calor: $k = 7,6 \times 10^{-3} 1/s$

Importante: La lente no presenta aberración esférica

Índice de refracción en función de la longitud de onda:



PT106. San Miguel de Tucumán. Verde.

Radiaciones cósmicas de fondo.

La radiación cósmica de fondo es la energía remanente del Big Bang que dio origen al universo. La predicción teórica de esta radiación fue realizada por el físico ruso George Gamow y dos colegas suyos Robert C. Herman y Ralph A. Alpher en 1946.

La radiación cósmica de fondo fue detectada por primera vez por los radio astrónomos Arno Penzias y Robert Wilson en 1964. Es interesante anotar que ya existía evidencia de la RCF 30 años antes del experimento de Penzias y Wilson. Walter Adams y Andrew McKellar habían observado las líneas de emisión resultantes de la excitación producida por la RCF en radical CN que se encuentra en el medio interestelar. Los autores Helge Kragh y Steven Weinberg explican el retardo en el descubrimiento de la RCF resaltando el hecho de que por esos años la cosmología no era tomada en serio. De hecho, los científicos que marginalmente tocaban el tema adoptaban el modelo del Big Bang o el modelo rival cuasi-estacionario guiados no por resultados empíricos sino por inclinación filosófica.

Se conoce que estos rayos por encima de cierto umbral de energía NO pueden provenir de cuerpos cósmicos muy alejados. Esto se debe a que por encima de cierto valor energético, estos rayos ultra energéticos pueden chocar con fotones de radiaciones cósmicas de fondo, perdiendo parte de su energía al crearse nuevas partículas.

La radiación cósmica de fondo es una energía en forma de fotón y su intensidad como función de la longitud de onda de éste se ajusta a un cuerpo negro con temperatura $T = 2,7$ K. La radiación de dicho cuerpo tiene la propiedad descrita en la ley de desplazamiento de Wien, en la cuál su máxima emisión se produce a una longitud de onda máxima establecida en dicha ley.

a) Suponga que los fotones de $\lambda_{\text{MÁX}}$ son típicos de la radiación de cuerpo negro de fondo y calcule esta longitud de onda.

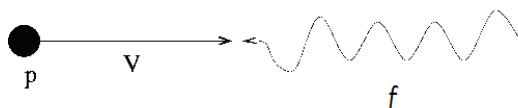
b) Calcule la energía de un fotón típico de la radiación cósmica de fondo.

Colisiones entre protones ultra energéticos y fotones.

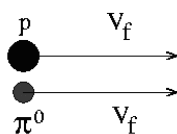
Suponga que el proceso de pérdida de energía es debido a que un protón (p) colisiona de frente con uno de los fotones (f) de dicha radiación, resultando de la colisión un protón (p) más un pión neutro (π^0)

$$p + f \rightarrow p + \pi^0$$

SITUACION INICIAL:



SITUACION FINAL:



Recuerde que:

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

Recuerde que el momento inicial del protón es $\gamma m_p v$ donde $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

$$m_p = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{\pi^0} = 2,4 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$$

Suponga que la colisión es unidireccional y que el protón y el pión neutro se mueven con la misma velocidad final v_f después de la colisión. Según esto se determinará cuál es la energía mínima que debe tener el protón para que pueda liberar al pión neutro.

- c) Realice el análisis de la colisión según la conservación de la cantidad de movimiento.
- d) Determine la energía inicial del protón ultra energético. Dado que

$$v \cong c \rightarrow 1 + \frac{v}{c} \cong 2$$

- e) Determine la energía del protón en Joules y en Electron-volts.
- f) La relación de la energía de los fotones por unidad de volumen está relacionada en forma directamente proporcional a la cuarta potencia de la temperatura, donde la constante de proporcionalidad es $a = 7,6 \cdot 10^{-16} \text{ Jm}^{-3}\text{K}^{-4}$. Determine dicha densidad δ_E .
- g) Determine la densidad de fotones δ_F de la radiación cósmica de fondo.
- h) Calcule la máxima potencia radiada.
- i) La sección eficaz para estas colisiones entre protones y fotones es $S = 2,0 \cdot 10^{-32} \text{ m}^2$. El camino libre medio está definido como la distancia promedio que recorre una partícula entre una colisión y la siguiente, y puede estimarse como la altura de un cubo cuya base es la sección eficaz, y contiene un fotón en su volumen. Estime dicho camino libre x , de un protón antes de sufrir una colisión con un fotón.

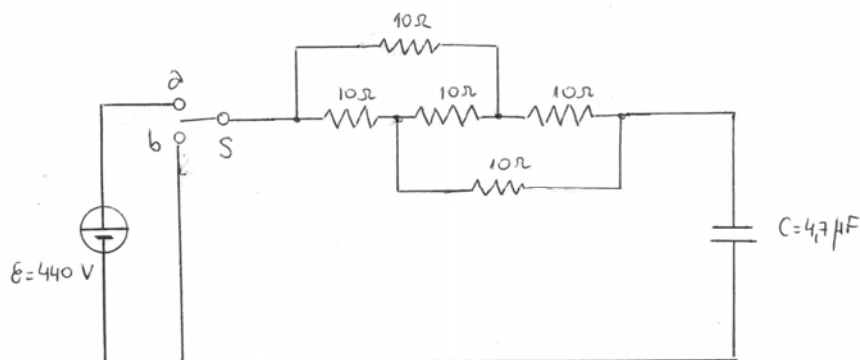
PT107. San Miguel de Tucumán. Verde.

El proyecto capachero.

Un alumno del Instituto Técnico, del último curso de la orientación Construcciones, recibe una tarea encomendada por unos fantasmas del establecimiento. Tal es así que

el alumno Giménez se asusta al ver a estos fantasmas, que con caras terroríficas y barbas blancas. Como pautas le dice que utilice algunos capacitores y resistencias de fácil obtención comercial. Giménez que conoce menos de fenómenos eléctricos que de las técnicas aplicadas en la ingeniería nuclear, se dirige en busca de ayuda al siempre bien ponderado taller de mecánica, donde San TME G A se ofrece a brindarle apoyo. Para ello le pide que en la semana siguiente el alumno Giménez le presente los dibujos de su proyecto en formato A4 respetando las normas DIN.

Cómo era de esperarse, el alumno Giménez no hizo las láminas, por lo que fue echado de dicho taller. Giménez entonces terminó haciendo algunas conexiones lindas y arquitectónicas pero poco prácticas debido a su desconocimiento en el tema y fue a consultar al Príncipe BI de Electricidad, quien vagamente aceptó a ayudarlo. el circuito que diseñó Giménez era:



- Encuentre un valor equivalente al sistema de resistencias que armó Giménez.
- Con la llave en la posición 1 determine la corriente máxima que puede circular por el circuito, cuándo ocurre esto? Indique el sentido de esta corriente.
- Al transcurrir cierto tiempo, el capacitor que se encontraba descargado se ha cargado completamente. Determinar los tiempos transcurridos para que el capacitor se cargue en un 25%, 50%, 75% y 100%. ¿Qué relaciones observa en estos valores?
- Encuentre una expresión de la corriente I en función del tiempo t , de la resistencia R y de la capacitancia C .
- Determine los valores de I para los tiempos determinados en el punto C.
- Para descargar el capacitor, se mueve la llave a la posición 2, calcule el tiempo de descarga y la corriente en dicho instante.

PT108. San Miguel de Tucumán. Verde.

La mesa de billar.

Una madrugada de sábado, el winner y su pandilla, al salir del abasto, y de haberse ganado muchas chicas en el boliche tucumano Inside, deciden ir a comprar unos sándwiches de milanesa. Como eran las 5 am, y no había ningún comedor abierto, decidieron llamar al Ingeniero FRD para realizarle la consulta. Al atender éste..con voz de enojo, les tira la posta de donde ir.

Las opciones eran ir a los alrededores de hospitales, o ir a los Billares de la avenida Alem, donde siempre tienen la cocina funcionando.

El winner dirige entonces a su pandilla a los billares. Al llegar, dos secuaces del winner en estado de ebriedad se ponen a analizar un partido de billar en una servilleta y entrometiéndose ante los jugadores diciendo que tenían la solución para jugar en la mesa.

Una bola de masa M y radio R se lanza de tal modo que se desliza sobre la mesa con velocidad $v_0 = 2,5 \text{ m/s}$. El coeficiente de rozamiento con el que lo hace es $\mu = 0,3$. El momento de inercia es $I = \frac{2}{5} MR^2$. Considerar $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- Determine el tiempo que transcurre durante el cual la bola desliza hasta que comienza a rodar.
- Determine la distancia recorrida en la que la bola sólo desliza.
- Determine la fuerza ejercida sobre la bola por el taco, para las condiciones anteriores para el único caso en que el impacto del taco es $t=0,02$ s y $M=0,2$ kg.
- Estudiando el golpe del taco en el plano, determine en qué punto debe darse el golpe para que la bola ruede sin deslizar.
- Al caer en una tronera, la bola cae por un plano inclinado, determine la aceleración de ésta en función del ángulo del plano inclinado.
- Expresa el coeficiente de roce estático cuando la bola rueda sin deslizar en función del ángulo del plano inclinado.
- Si dejamos rodar la bola desde un plano inclinado, qué altura debe tener éste para que la bola salga de él con la velocidad $v=3,5$ m/s.

El Winner ebrio le quita el taco a un hombre e intenta tirar, haciendo que la bola salga fuera de la mesa.

- ¿Se conserva la energía durante el choque contra el borde de la mesa? Explique para el caso de los billares de la avenida Alem.
- Determine en función de la altura del borde de la mesa, con qué velocidad debe haber impulsado la bola el winner, para que al rodar y chocar contra éste, eventualmente salte.

PT109. Monteros, Tucumán. Azul.

El cuerpo de masa $m = 10$ kg, comprime un resorte 1 metro, y al soltarlo, sigue el camino con zonas de rozamientos variables, para caer en un tanque con agua.

El trayecto **AB** es horizontal, con $\mu_{AB} = 0,2$; luego asciende por el plano **BC** con $\mu_{BC} = 0,1$, para ejecutar el tiro oblicuo sorteando el valle y caer suavemente sobre el plano descendente **DE**, $\mu_{DE} = 0,25$, para llegar al tramo horizontal **EF**, muy mal pulido, con $\mu_{EF} = 0,4$; que luego de recorrerlo, la velocidad que tiene el cuerpo en el punto **F**, es la mínima necesaria para efectuar el "looping" sin caerse. La superficie del "looping" es lo suficientemente pulida como para despreciar el rozamiento.

El tramo **FG** tiene $\mu_{FG} = 0,075$.

Calcular:

- Velocidad total en el punto **D**.
- K del resorte.
- Velocidad en el punto superior del looping.
- Energía mecánica en el punto superior del looping.
- F máx de compresión aplicada al resorte.
- Distancia **d** a la pared del tanque.
- Inclinación con que el cuerpo impacta contra el agua.
- Calor total producido por el rozamiento.-

PT110. Monteros, Tucumán. Azul.

Un cilindro con paredes adiabáticas, cerrado por ambos extremos, se divide en dos volúmenes por medio de un pistón sin fricción, el cual está, también, térmicamente aislado. Inicialmente, en el lado derecho hay 4 moles del gas g_A a una temperatura $t_{iA} = 20^\circ \text{C}$ y en el izquierdo, hay 12 moles del gas g_B a una temperatura $t_{iB} = 40^\circ \text{C}$. Se utiliza una resistencia eléctrica $R = 20 \Omega$, por donde circula una corriente $i = 1 \text{ A}$, para calentar el gas g_A , hasta que alcanza una temperatura de 30°C , de ese modo se produce el desplazamiento del pistón.

Diámetro interno del cilindro $\varnothing = 0,4$ m y su longitud interna $L = 1,2$ m. Espesor del pistón $e = 0,1$ m.

Calcular:

- Masa del gas B si su $M = 44$ g

2. Volumen inicial del gas A
3. Presión inicial del gas B.
4. volumen final del gas A
5. Presión final del gas B.
6. Trabajo de expansión producido por la corriente eléctrica.
7. Tiempo que circuló la corriente para producir la expansión.

PT111. Monteros, Tucumán. Azul.

Se tiene dos esferas de igual volumen ($V = 50 \text{ cm}^3$) unidas por una cuerda delgada, de masa despreciable ; se las introduce en un recipiente con agua.

Una de las esferas queda totalmente sumergida, ya que tiene una masa cuatro veces mayor que la que flota en la superficie, sumergida a medias en el agua.

Se pide :

1. Diagrama con todas las fuerzas que actúan en cada cuerpo.
2. Calcular la densidad de la esfera superior.
3. Calcular la tensión de la cuerda.

Suponiendo que ambas esferas unidas por la cuerda, se introducen en un recipiente con aceite, calcular:

4. El volumen sumergido de la esfera superior.
5. La tensión de la cuerda.

PT112. Ciudad de Salta. Azul.

Las vicisitudes del Sr. Cliff en Maelstrom II de A. Clarke.

En un genial cuento de A .Clarke el protagonista Cliff Leyland está condenado a la muerte por las leyes de la naturaleza en un intento de despegar de la Luna en su nave espacial.

Vamos al cuento

El altavoz de la cabina anuncio : “T más cinco segundos “” velocidad a $8,94 \times 10^4 \text{ m/s}$, apenas podía creerlo. Esa velocidad en cinco segundos desde una posición en reposo y aún faltaban siete segundos, mientras los generadores vomitaban violentamente sus chorros de fuerza en el lanzador. Cliff guiaba esa centella por la faz de la luna, pero a los siete segundos la centella vaciló.

Aún protegido por esa especie de seno materno que lo constituía su nave pudo notar que había ocurrido algo. Ya la habían advertido que los doce primeros segundos serían muy difíciles y la cápsula alcanzaría una gran aceleración al recorrer el carril de $1,61 \times 10^4 \text{ m}$, del que saldría disparado para alejarse de la Luna.

Una voz del espacio exterior dice:

Hola Cliff. Hemos descubierto lo que ha sucedido. Los interruptores del circuito se han disparado al atravesar el sector siete de la pista. Tu velocidad de despegue se ha reducido a $3,20 \times 10^2 \text{ m/s}$. De modo que regresaras luego de unas cuantas horas, .pero no te preocupes tus propulsores de corrección de rumbo pueden situarse en una órbita estable. Te avisaremos cuándo debes encenderlos.

Claro está que nuestro personaje entró en pánico al no tener la velocidad adecuada no podía escapar a la atracción gravitatoria lunar y junto con su nave se convertirían en un satélite de la luna tal como lo indica la figura 1.

Un momento después nuestro personaje escucha:

“Leyland, creemos haber encontrado una solución. Es una posibilidad muy remota pero es la única que existe para Ud., una vez en el apogeo, la capsula no irá tan rápidamente y no necesitará más que dar un salto para cambiar de órbita. Lo que permitirá que se salve si la nave se estrella con un accidente geográfico antes de llegar al punto de iniciar la travesía

Datos:

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N. m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

M_L =masa luna = $7,33 \times 10^{22}$ kg

R_L = radio luna = $1,7 \times 10^6$ m

Además:

Tercera Ley de Kepler $\frac{T^2}{a^3} = k$ donde $k = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_L}$

a-En el carril de lanzamiento

1-¿Qué aceleración le imprimió para alcanzar una velocidad de $8,94 \times 10^2$ m/s en cinco segundos?

2-¿Qué velocidad hubiera alcanzado la cápsula si no hubiera habido fallos, teniendo en cuenta que el carril de lanzamiento tiene una longitud de $1,61 \times 10^4$ m/s

3-¿Cuánto tiempo debería haber permanecido en el carril de lanzamiento?

4-Como la velocidad se redujo a $3,20 \times 10^2$ m/s ¿Cuál ha sido la velocidad de despegue alcanzada por la capsula?

5-¿Cuánto tiempo duró el fallo de los motores de impulsión?

6- ¿Cuánto tiempo real permaneció la nave en el carril?

b-La trayectoria de la cápsula

1-¿Cuál será la velocidad en el momento del salto en el apogeo?

2-¿Cuánto tiempo emplearía el sistema en volver al punto de partida?

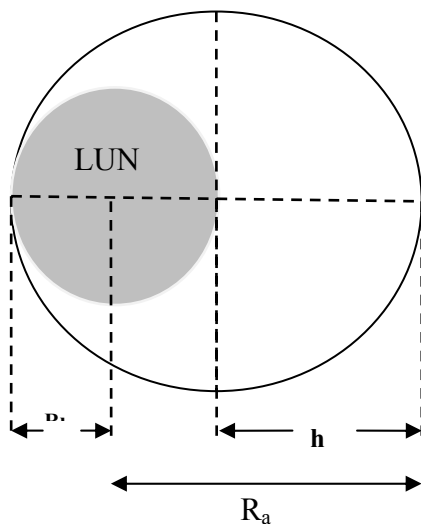


Figura 1. Trayectoria que describiría el sistema al no alcanzarse la velocidad de escape. R_L representa el apogeo lunar, r_a la distancia del apogeo al centro de la Luna y h , la altura en el apogeo.

c-El salto de Cliff

1-¿Tiene alguna influencia el salto de Cliff en la trayectoria de la capsula? Justifique con los cálculos correspondientes.

Justo antes de llegar al final de la travesía hay una montaña de $3,6 \times 10^3$ m de la superficie lunar.

2-¿Cuáles serían los valores de la velocidad y la distancia al centro de la Luna en el perigeo de la nueva órbita que va describiendo Cliff en solitario?

¿Chocará con la montaña?

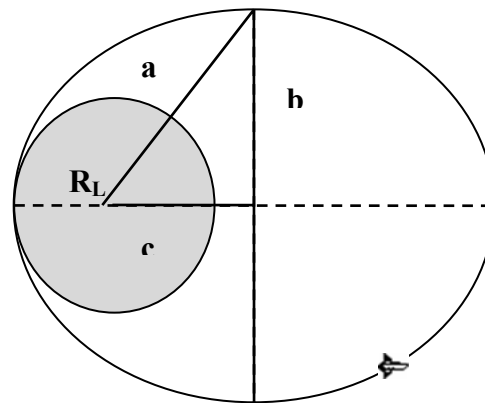


Figura 2. El sistema describe una elipse con el centro de la Luna en uno de sus focos. a es el semieje mayor, b es el menor y c la distancia entre el centro de la Luna y el punto de intersección de los ejes.

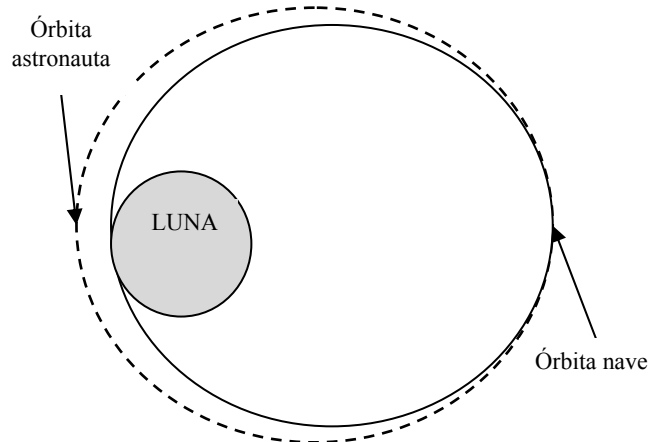


Figura 3. La trayectoria de Cliff es exterior a la de la nave. Ambas, sin embargo, tienen un punto en común: el apogeo, lugar donde se produjo el salto.

PT113. Ciudad de Salta. Azul.

Los olímpicos visitan un laboratorio de magnetismo.

Un investigador necesita realizar la medición de la conductividad λ de una sustancia electrolítica de masa M que se encuentra ubicada en un recinto metálico de masa m y de orientado en la dirección NE.

En los cuatro extremos inferiores se encuentran ubicados pequeños resortes que hacen de apoyo al recinto, sirviendo de vínculo entre el recipiente y la superficie donde este se encuentra alojado. La altura del resorte es y_0 .

Al aplicar una diferencia de potencial ΔV en las paredes opuestas (ver figura) se observa un leve descenso del recipiente a medida de que el potencial va aumentando.

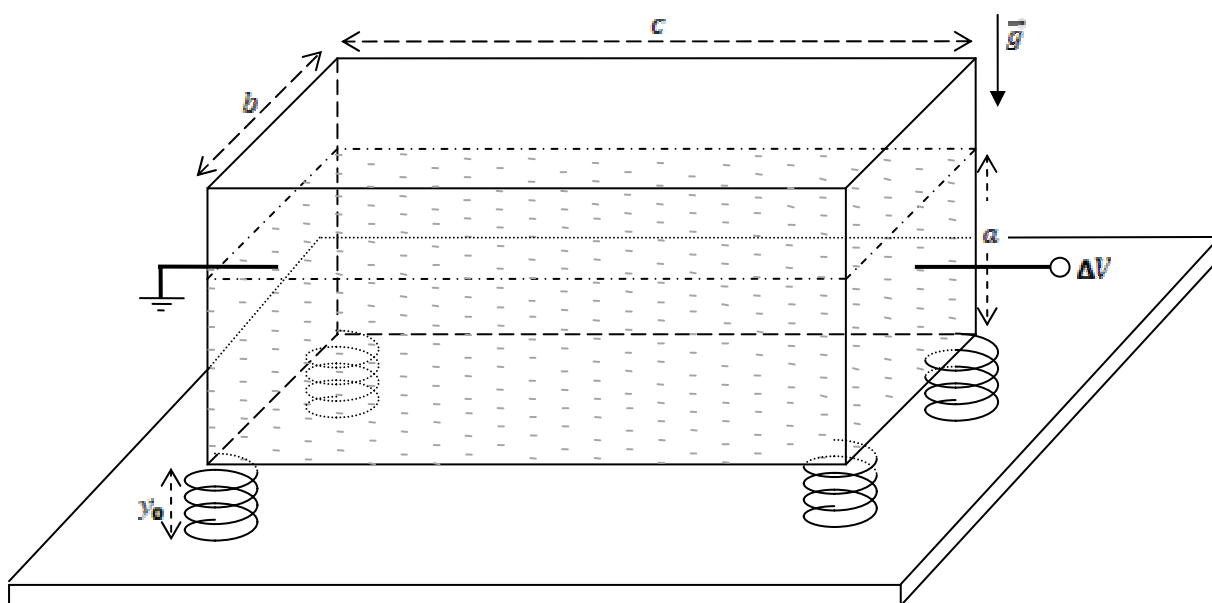


Figura 4. La trayectoria de Cliff es exterior a la de la nave. Ambas, sin embargo, tienen un punto en común: el apogeo, lugar donde se produjo el salto.

Se registran luego los cambios de posición de la base del recinto a medida que el potencial varía como lo indica la siguiente tabla:

$Y(m) \times 10^{-2}$	$\Delta V(\text{Voltio})$
4,9	0
4,8	100
4,7	200
4,6	300
4,5	400

- 1-Graficar los datos obtenidos y encontrar una relación funcional entre ellos.
- 2-Explicar a qué se debe el descenso del recipiente y la compresión del resorte.
- 3-Tome el sistema “sustancia electrolítica” e identifique las fuerzas que sobre el actúa, indicando la naturaleza de cada una. Realizar el diagrama de fuerzas correspondiente.
- 4-Tome el sistema “ base del recinto” y repita lo solicitado en el diagrama anterior.
- 5-A partir de los puntos anteriores, encontrar una relación entre la coordenada “y” y el voltaje aplicado (ΔV), involucrando todos los parámetros físicos asociados a los fenómenos que se presentan en el hecho bajo observación.
- 6-Con la relación funcional obtenida en el punto 1 y lo obtenido en el punto 5 calcular los valores de la conductividad y la constante de los resortes que soportan el recinto.

Luego de realizar esta experiencia el recinto que contiene la sustancia electrolítica se lo orienta en la dirección NS y se lo somete a un intenso campo magnético B en dirección hacia abajo, observándose que la sustancia alcanza un desnivel Δh .
7-Dibujar el desnivel en el recinto y calcularlo. En términos de los parámetros físicos que caracterizan el fenómeno.

Datos:

Masa sustancia electrolítica- $M_s=10\text{kg}$

Masa del recinto metálico- $m= 5 \text{ kg}$

$g = 10 \text{ m/seg}^2$

Campo Magnético terrestre $B_t=3,46 \times 10^{-5} \text{ T}$

Altura del inicial del resorte: $y_o= 5 \text{ cm}$

Largo del recinto $b=60 \text{ cm}$

Altura vertical de sustancia electrolítica $a=20 \text{ cm}$

Ancho $c= 30 \text{ cm}$

PT114. Ciudad de Salta. Azul.

Un fenómeno muy particular.

Cuando las ondas sonoras se propagan en un medio, un observador en un punto determinado del medio sentiría aumentos y disminuciones de presión a medida que se suceden los frentes de onda. Si tuvieramos una pequeña burbuja de gas en un medio prácticamente incompresible (como agua) la burbujita sufriría compresiones y descompresiones periódicas. Cuando la intensidad de la onda sonora es suficientemente grande pasa algo muy curioso y digno de ser visto: la burbuja emite un destello de luz. A este fenómeno se le llama *sonoluminiscencia*. Hoy por hoy se han hecho muchos estudios pero no está del todo claro como es que sucede. Lo más llamativo es la temperatura que alcanza el gas. Se sabe que la temperatura dentro de la burbuja es muy, muy alta (del orden de 10^3 grados Kelvin al menos). En un estudio en particular concluyeron que la temperatura alcanzada en el núcleo de una burbuja de argón sumergida en ácido sulfúrico era de 20000°K . Hay varios modelos propuestos para explicar este comportamiento, nosotros vamos a tratar de construir uno muy burdo y básico.

¿Qué sucede en la sonoluminiscencia? Pensémoslo de la siguiente manera:

- Comenzamos con la burbuja dentro del líquido incompresible.
- Hacemos que la presión del medio salte a una presión controlada y que se mantendrá constante.
- La burbuja se comprime, supondremos que el proceso es adiabático.
- La burbuja alcanza el estado final de equilibrio bajo la presión del líquido.
- La presión se cambia nuevamente al valor original y el ciclo empieza de nuevo.

Tenemos una burbuja de n moles de gas en un medio líquido incompresible, inicialmente todo a presión atmosférica (P_0) y temperatura ambiente (T_0). La densidad del líquido es ρ . Como contamos con un laboratorio muy bien equipado usamos un dispositivo que nos permite cambiar la presión dentro del líquido de forma totalmente arbitraria. Lo programamos para que en cada ciclo la presión sea de P_0 la mitad del tiempo y tenga el valor P el resto del ciclo. Hay que tomar en cuenta que no queremos que la burbuja se nos escape, tenemos que controlar la **densidad promedio** del gas para que éste no se hunda ni flote.

Para este modelo vamos a usar un gas ficticio, el *luminógeno*. Los valores que vas a necesitar están al final.

Encendemos el dispositivo y el líquido adquiere una presión P ; el gas se comprime a presión constante muy rápidamente. Cuando llega un estado de equilibrio su volumen es V_f y su temperatura es T_f .

1. ¿Cuál debe ser la **densidad final** ($\bar{\rho}_f$) de la burbuja cuando esté comprimida, para que quede en equilibrio en el líquido?

La energía interna (**U**) de un gas es una magnitud asociada a la energía mecánica que poseen las partículas que lo componen. Si el gas es ideal la energía interna depende exclusivamente de la temperatura del gas. Como es muy difícil medirla muchas veces tiene más sentido trabajar con cambios en la energía interna (**ΔU**). Para un gas ideal se cumple la relación:

$$\Delta U = Q - P\Delta V \quad (a)$$

Donde **Q** es el calor intercambiado con el medio y $-P\Delta V$ es el trabajo hecho sobre el gas a presión constante (como es el caso del fenómeno que estamos analizando). Como dijimos antes, pensamos la compresión como adiabática (no hay intercambio de calor).

2. Partiendo de la ecuación anterior y usando las relaciones que creas conveniente demostrar que el volumen final (**V_f**) que alcanza depende de la presión según:

$$V_f = \left(\frac{T_0 R n}{M_m C_p + R} \right) \left(\frac{1}{P} M_m C_p + \frac{R}{P_0} \right) \quad (b)$$

Donde:

T_0 : temperatura inicial del gas.

R: constante general de los gases.

n: número de moles dentro de la burbuja.

M_m : masa molar del gas.

C_p : capacidad calórica del gas.

P_0 : presión inicial del gas.

Como todos los coeficientes son constantes excepto **P**, podemos reducir la ecuación a:

$V_f = \alpha \left(\frac{\beta}{P} + \gamma \right)$ donde se aprecia la relación de proporcionalidad inversa entre el volumen final alcanzado y la presión del líquido.

3. Calcular los valores de **α**, **β** y **γ** con sus respectivas unidades.
4. Con la expresión anterior ¿cuál debe ser el valor de **P** tal que la burbuja permanezca en equilibrio hidrostático?
5. Calcular la variación de volumen (**ΔV**) entre el estado inicial y el estado comprimido en equilibrio.

Datos:

Número de moles de luminógeno: **n=1**

Temperatura inicial: **T₀=293 °K**

Presión inicial: **P₀=101325 N/m²**

Constante de los gases ideales: **R=8.31 J/mol.°K**

Masa molar del gas: **M_m=5 Kg/mol**

Capacidad calórica del luminógeno: **C_p=10000 J/Kg.°K**

Número de Avogadro: **N_A=6.022x10²³ mol⁻¹**

Densidad del medio líquido: **δ_l=500 Kg/m³**

Fórmulas útiles:

$$\frac{P V}{T} = n R ; Q = m C_p \Delta T ; \Delta U = Q - P\Delta V ; U_{(T)} = \frac{3}{2} n R T$$

PT115. Ciudad de Formosa. Azul.

Una camioneta sale desde Formosa a las 10 de la mañana a 60 km/h. A las 12 hs parte una motocicleta parte también desde allí a 100 km/h. suponiendo que la ruta 81 (destacada en el centro del mapa), es una recta y que ambos medios de movilidad se trasladan a la misma velocidad, determinar

- a) ¿A qué hora pasa por Pirané cada uno de los móviles?



- b) ¿En qué punto del recorrido se encuentran?
- c) ¿A qué hora?
- d) Representar gráficamente la distancia recorrida en función del tiempo.

Localidad	Distancia (km)
Comandante Fontana	174
Ibarreta	206
Laguna Yema	383
Las Lomitas	303
Pirané	110
Pozo del Tigre	269

PT116. Ciudad de Formosa. Azul.

La base de un elevador hidráulico de automóviles posee un cilindro de 1.10 m de diámetro conectado a un pistón de fuerza de 15 cm de diámetro. ¿Qué fuerza deberá ejercer sobre el pistón para sostener un automóvil de 13000 N? ¿Qué presión transmite el líquido? ¿La prensa hidráulica es aplicación de que principio físico?

PT117. Ciudad de Formosa. Azul.

Observar el atleta suspendido de las barras paralelas.

- a) Realizar un diagrama que represente las fuerzas detectadas.
- b) El peso del atleta, ¿es la resultante o la equilibrante del sistema? Justificar.
- c) Si el atleta pesa 50 kgf y sus brazos forman entre sí 45 °; ¿Qué fuerza realiza cada brazo?



PT118. San Miguel de Tucumán. Azul.

Estamos calentando un bote de conserva cerrado y lleno de agua (radio de la base $r = 5 \text{ cm}$ $h = 12,7 \text{ cm}$) tratando de pasar su temperatura de 20° a 90° C. El plato calefactor más pequeño de nuestra cocina tiene justo el diámetro del bote y sus 1800 W de potencia se aprovechan por entero para el calentamiento (Supón que las paredes están bien aisladas)

- a) ¿Cuál es el volumen del agua que contiene el bote? ¿Y la masa?
- b) ¿Qué calor absorbe el agua?
- c) ¿Cuál es el tiempo que dura el calentamiento?
- d) ¿Y si hay que calentar otro bote cuyas dimensiones son justo la mitad? (Si solo se aprovecha la energía que penetra por el fondo) ¿Hay desperdicio energético? ¿Porque?
- e) Si decidieras vender agua caliente en bote ¿lo harías en botes grandes o botes chicos? ¿Cuál es más lucrativo? Si el costo del el KWh es de \$ 1,20

PT119. San Miguel de Tucumán. Azul.

La sangre es bombardeada desde el corazón y sale del mismo a través de la aorta, cuyo diámetro interior es de aproximadamente $d_A = 18 \times 10^{-3} \text{ m}$. En un adulto que se encuentra en reposo la sangre sale con una velocidad de 0,33 m/s. La aorta se ramifica en 32 arterias principales que tienen aproximadamente el mismo valor de diámetro interior $d_a = 4 \times 10^{-3} \text{ m}$. Las ramas mas pequeñas son los capilares de diámetro aproximado $d_c = 8 \times 10^{-6} \text{ m}$

Densidad de la sangre $1,060 \text{ g/cm}^3$

- a) ¿Cuál es el caudal de sangre para este adulto?
- b) ¿Cuál es la velocidad de la sangre por cada arteria?
- c) ¿Qué señalaría un medidor de presión (Presión cinética) si pudieras colocarlo en la aorta? ¿Y en las arterias? ¿Aumenta o disminuye?. ¿Por qué?. Expresa la Presión cinética en mmHg (los médicos la miden en esa unidad o en dmHg)

PT120. San Miguel de Tucumán. Azul.

En la figura se muestra un circuito de varios resistores (Se desprecia la resistencia interna del generador)

- R1 y R2 están contruidos de un alambre de cobre de la misma longitud ¿Cuál es la relación entre sus diámetros?
- ¿Cuál es la lectura de los instrumentos (1) y (2) ¿de qué instrumentos se trata?
- Si a este conjunto de resistencias se agrega otro alambre de cobre de 0,50 cm de longitud 1 mm de diámetro, en serie con R1 y R2 ¿la Corriente total por el circuito aumenta, disminuye o permanece igual?
- R3 es un calentador de inmersión ¿qué potencia disipa?

Datos:

$$R1 = 40 \, \Omega$$

$$R2 = 20 \, \Omega$$

$$R3 = 10 \, \Omega$$

$$R4 = 10 \, \Omega$$

$$\rho_{Cu} = 1,7 \times 10^{-8} \, \Omega \, \text{mm}^2 / \text{m}$$

PT121. Navarro, Buenos Aires. Azul.

En un lago congelado hay dos niños: Juan, de 40 kg, y Fernando, de 30 kg, que están patinando. En cierto instante en que están detenidos Juan empuja a Fernando quien, debido al empujón, recorre 10 m en 4 s.

Suponiendo que el movimiento de Fernando es MRUV,

- ¿Con qué aceleración se mueve?
- ¿Qué fuerza se ejerció sobre Fernando?
- Con respecto a Juan, ¿qué fuerza se ejerció sobre él? ¿permanece en reposo?

PT122. Navarro, Buenos Aires. Azul.

a) Calculen la rapidez promedio de la sangre en la arteria aorta ($r = 0,012 \, \text{m}$) si el caudal de sangre estándar es de $8 \cdot 10^{-5} \, \text{m}^3/\text{s}$ ($80 \, \text{cm}^3/\text{s}$).

b) Si se considera que este mismo caudal pasa luego por todos los capilares, cuya área total es de $0,06 \, \text{m}^2$, ¿cuál es la rapidez promedio de la sangre en los capilares?

PT123. Navarro, Buenos Aires. Azul.

Una pelota de 50 g de masa que cae desde una altura $h_1 = 1,5 \, \text{m}$, rebota en el piso y sube hasta una altura $h_2 = 1 \, \text{m}$.

- ¿Cuál es la cantidad de movimiento en el instante en que choca con el piso?
- ¿Cuál es la cantidad de movimiento cuando comienza a subir?
- ¿Qué fuerza media ejerció el piso sobre la pelota si el contacto entre el piso y la pelota duró 0,1 s?

Instancias Locales

Problemas Experimentales

PE1. San Carlos de Bariloche, Río Negro. Azul.

Elementos

Se lista seguidamente los materiales y aparatos experimentales disponibles para la realización del experimento.

1. Fuente de luz (láser).
2. Pequeña pieza de vidrio transparente.
3. Papel blanco.
4. Transportador
5. Escuadra.
6. Calculadora científica.

Determinación del Índice de Refracción de una pieza óptica

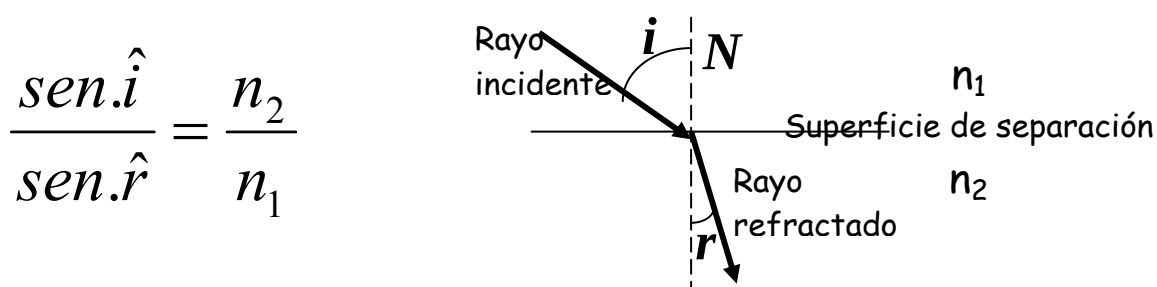
Consideraciones teóricas

Ley de Snell

Esta importante ley, llamada así en honor del matemático holandés Willebrord van Roijen Snell, afirma que:

El producto del índice de refracción del primer medio y el seno del ángulo de incidencia de un rayo es igual al producto del índice de refracción del segundo medio y el seno del ángulo de refracción.

El rayo incidente, el rayo refractado y la normal a la superficie de separación de los medios en el punto de incidencia están en un mismo plano.



En general, el índice de refracción de una sustancia transparente más densa es mayor que el de un material menos denso, es decir, la velocidad de la luz es menor en la sustancia de mayor densidad. Por tanto, si un rayo incide de forma oblicua sobre un medio con un índice de refracción mayor, se desviará hacia la normal, mientras que si incide sobre un medio con un índice de refracción menor, se desviará alejándose de ella. Los rayos que inciden en la dirección de la normal son reflejados y refractados en esa misma dirección.

Trabajo Experimental

Se propone determinar el índice de refracción de la pieza de vidrio entregada, debiéndose incluir en el informe los siguientes ítems:

1. Una descripción del procedimiento experimental.
2. Tabla de los valores de las magnitudes medidas
3. Valor obtenido del índice.
4. Errores y sus causas.

PE2. Dos de Mayo, Misiones. Azul.

Objetivo: Determinar la densidad a temperatura ambiente de una sustancia desconocida

Materiales:

Objetos de distintos volúmenes de un mismo material.

Balanza electrónica
Probeta graduada
Escuadra
Hojas de Papel
Un recipiente con agua.

Desarrollo:

1. Mide la masa de uno o varios objetos y determina su volumen utilizando el agua y la probeta (considerando los errores). Repite la operación con distintas masas.
2. Con los datos obtenidos construye un gráfico cartesiano
3. Mediante la pendiente de la recta determina la densidad del material con su respectivo error.
4. Presenta un informe de lo realizado.

PE3. Mar del Plata, Buenos Aires. Azul.

Objetivo: Determinar la tensión superficial del agua



Introducción: Si alguna vez viste un insecto caminar sobre el agua, eso se debe a la tensión superficial; también es debido a este fenómeno que un alfiler puede flotar sobre el agua. A simple vista parece existir una membrana elástica lo suficientemente resistente para soportar el peso de un insecto o de un alfiler.

Esta membrana se forma debido a las fuerzas intermoleculares del agua. Las moléculas de agua están entrelazadas entre sí: extremos positivos con extremos negativos. De esta forma en el interior del líquido las fuerzas de atracción en promedio se anulan - **Figura A** -. Sin embargo, en la superficie hay una fuerza neta hacia el interior del líquido y están bien equilibradas las componentes en el plano horizontal, de manera que unas moléculas están "agarradas" a las otras como lo estaría un puente colgante sujeto por cuerdas; esto produce cierta fuerza de contacto que se opone a la rotura de la superficie. A este efecto se le llama *tensión superficial* y es ésta la fuerza que hace flotar a nuestro alfiler. La tensión superficial está presente en mayor o menor medida en todos los líquidos.

La llamada *tensión superficial* se representará mediante la letra γ (gamma); es la fuerza por unidad de longitud que la membrana del líquido es capaz de ejercer sobre un objeto puesto en contacto. Esta constante tiene las unidades **N/m**.

Para entender mejor esta fuerza imaginemos un alfiler o un alambre de longitud l en equilibrio sobre una membrana de agua - **Figura B** -. Primero te mostraremos el diagrama de cuerpo aislado que corresponde para este caso; las fuerzas involucradas son el peso y la fuerza de contacto con la membrana - **Figura C** -.

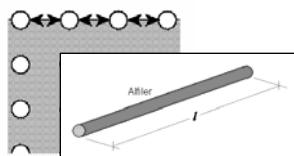


Figura B

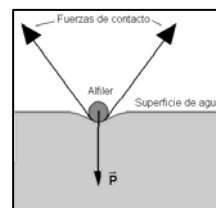


Figura C

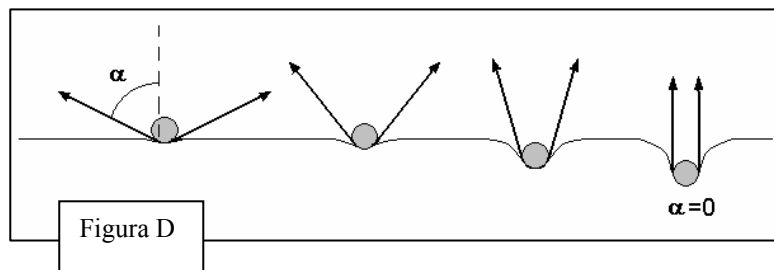
Veamos los detalles:

* La fuerza de contacto actúa de forma doble; es decir, una fuerza por cada cara del alfiler en contacto con la membrana.

* Cuanto mayor sea la longitud l del alfiler, más puntos de contacto habrá con el líquido y mayor será la fuerza ejercida por la membrana. Por lo que esta fuerza depende de la longitud de la siguiente forma matemática:

$$\text{Fuerza de contacto} = l \cdot \gamma$$

- Si el alfiler es más pesado, la superficie se deforma modificando el ángulo α de esta fuerza, como se ve en la **Figura D**. Pero a diferencia de otras superficies elásticas (por ejemplo un colchón elástico) el módulo de la fuerza se mantiene constante. En el límite de la rotura de la membrana podemos asegurar que el ángulo α vale *cero*.



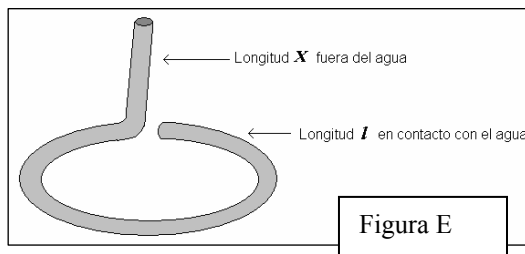
Sabemos que en el eje vertical el alambre está en equilibrio, por lo que se tiene que verificar la siguiente ecuación:

$$2.l.\gamma.\cos \alpha = P \quad (1)$$

En el experimento de hoy no utilizaremos un alambre recto sino que usaremos un aro como el de la **Figura E**, con una parte de su longitud l en contacto con el agua y otra parte X fuera del agua. El alambre utilizado para la construcción del aro tiene una longitud total que llamaremos L .

Lo bueno de esta nueva estructura es que a pesar de haber cambiado la forma sigue valiendo la expresión (1), siempre que el alambre se encuentre en equilibrio.

El peso se puede escribir como $P = m.g$, donde m es la masa y g es la gravedad. Además, la masa puede ser reemplazada por la definición de densidad: $m = \delta.V$, y el



volumen del alambre es el de un cilindro: $V = \pi.r^2.L$, donde r es el radio del alambre y L es el largo total del alambre. Finalmente la expresión queda:

$$2.l.\gamma.\cos \alpha = \delta.\pi.r^2.L.g \quad (2)$$

Resulta una relación de proporcionalidad entre el largo l del alambre en contacto con el agua y el largo total L del alambre. De esta expresión podemos calcular el valor de la tensión superficial, conociendo el valor del resto de las variables. Algunas de ellas se dan al final del práctico.

Materiales: _Regla rígida - Envase de plástico con agua - 5 alambres de aluminio de distintos largos

Procedimiento experimental (EN EL LABORATORIO)

a- Medir con la regla la longitud total L de los alambres entregados.

- b- Tomar el alambre más pequeño y darle la forma aproximada de la **Figura E**. Luego colocarlo con cuidado sobre el agua para que no se hunda. Si se hunde, modificar su forma aumentando la longitud l hasta lograr que flote. Si flota en el primer intento, comenzar a disminuir su longitud l hasta que se hunda. Se le debe dar la forma justa para que se encuentre aproximadamente en el límite de rotura de la membrana. Repetir este paso con todos los alambres.
- c- Medir la longitud X de cada aro que haya pasado la prueba del paso b- .

Actividades (EN EL AULA)

- a- Construir una tabla de datos donde se puedan observar las mediciones realizadas de L y X , con su correspondiente unidad de medida y error.
- b- Agregar a la tabla construida anteriormente la longitud en contacto con el agua l , con su error.
- c- Graficar en un par de ejes cartesianos L en función de l .
- d- Despejar l de la expresión (2), en función de L .
- e- Ajustar los datos graficados en el inciso c- con una recta de mejor ajuste y calcular su pendiente con su error.
- f- Calcular la tensión superficial del agua con su error.
- g- Analizar las fuentes de error del experimento.

Datos:

Densidad del aluminio = $2700 \pm 100 \text{ Kg/m}^3$; Gravedad = $9,81 \pm 0,01 \text{ m/s}^2$; Radio del alambre = $0,50 \pm 0,05 \text{ mm}$

Puntaje: a) 3 b) 2,5 c) 3 d) 2,5 e) 3 f) 3 g) 3

PE4. San Fernando del Valle de Catamarca. Azul y Verde.

Cálculo del peso específico y la densidad de un cuerpo de forma regular

Objetivos:

- Calcular el volumen de un cuerpo de forma regular
- Calcular el peso específico y la densidad de un cuerpo de forma regular

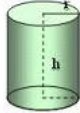
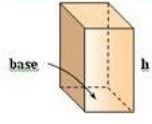
Lista de materiales:

- 1 cuerpo sólido de forma regular.
- Regla, calibre.
- Dinamómetro.
- Balanza
- Soporte universal
- Nueces

Procedimiento:

- 1- Elija un cuerpo y calcule su volumen.

Recuerde las ecuaciones:

Figura	Esquema	Volumen
Cilindro		$V = \pi r^2 \cdot h$
Esfera		$V = \frac{4}{3} \pi r^3$
Prisma		$V = \text{área base} \times h$

Donde r = radio y h = altura

- 2- Mida el peso del cuerpo usando el dinamómetro.
- 3- Mida la masa del cuerpo.
- 4- Calcule el peso específico del cuerpo y la densidad del mismo.

Requerimientos:

- Sólo podrá utilizar los útiles de escritura y calculadora no programable, además de los materiales de la prueba.
- Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de :
 - Planteo del problema
 - Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
 - Fuentes de error
 - Resultado experimental de lo solicitado.
 - Conclusiones
 - Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

PE5. San Fernando del Valle de Catamarca. Azul y Verde.

Calibración de un resorte

Objetivo:

- Calibrar un resorte por el método estático.

Lista de materiales:

- Resorte
- Porta pesas
- Pesas
- Soporte universal
- Regla

Procedimiento:

- 1-Suspenda el resorte y agregue sucesivamente masas (figura 1).
- 2-Anote el alargamiento (y) del resorte respecto a su longitud original, a medida que se van agregando las masas (m). Para realizar las mediciones de longitud se debe esperar a que el sistema masa-resorte se encuentre en situación de equilibrio.
- 3- Con los datos de masa (en g) y alargamiento (en cm), construya el gráfico de peso (en gf) en función del alargamiento (en cm). Para ello complete la siguiente tabla:

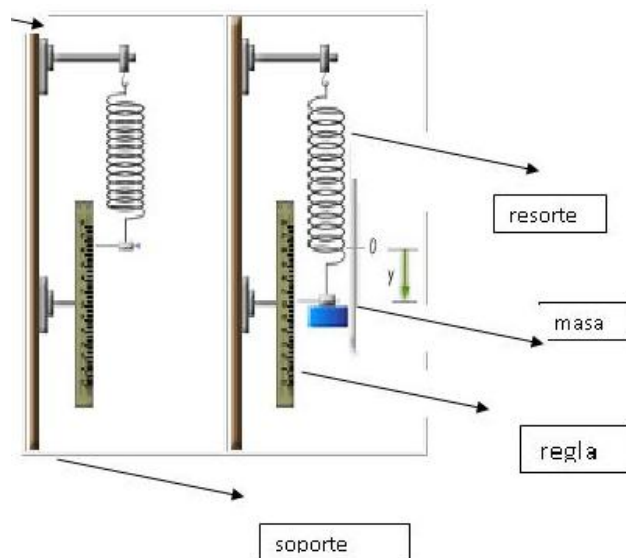
Nº medición	Masa (g)	Alargamiento (mm)	Alargamiento (cm)
1			
2			
3			
4			
5			
-----	-----	-----	-----

- 4- Ajuste la gráfica obtenida (dibuje la recta que mejor represente todos los puntos), el resultado deberá ser una línea recta (experimentalmente puede que se desvíe un poco del paso por el origen de coordenadas). Esto indica que el resorte obedece la ley de Hooke ($F=ky$) y por lo tanto la **pendiente** de dicha recta será la **constante de rigidez** k del resorte.

- 5-Calculé la pendiente de la recta.

Requerimientos:

- Sólo podrá utilizar los útiles de escritura y calculadora no programable, además de los materiales de la prueba.



- Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de :
- Planteo del problema
- Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
- Fuentes de error
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones
- Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

PE6. San Fernando del Valle de Catamarca. Azul y Verde.
Determinación de la distancia focal de una lente convergente

Objetivo:

- Determinar la distancia focal de una lente convergente

Lista de materiales:

- Lente biconvexa
- Fuente de luz blanca
- Banco óptico
- Rendija
- Regla
- Papel milimetrado

Procedimiento:

- 1- Armar el dispositivo de acuerdo a la indicación del docente
- 2- Colocar la rendija delante de la fuente de luz blanca a fin de obtener un haz de rayos paralelos
- 3- Interponga la lente en el haz de luz, ¿Qué observa?
- 4- Mida la distancia focal, utilice papel milimetrado.

Requerimientos:

- Sólo podrá utilizar los útiles de escritura y calculadora no programable, además de los materiales de la prueba.
- Al finalizar la experiencia deberá entregar un informe escrito con letra clara, que conste de :
- Planteo del problema
- Valores obtenidos en las mediciones, tablas, gráficos.
- Fuentes de error

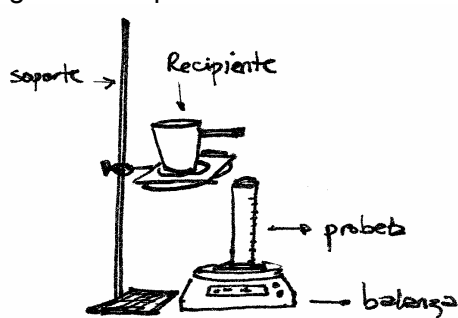
- Resultado experimental de lo solicitado.
- Conclusiones
- Comentarios que desee realizar referidos dificultades relacionadas a la realización de la experiencia.

PE7. Bryn Gwyn, Chubut. Verde.

Experiencia: "Determinación de la densidad de una solución de concentración desconocida, utilizando el Principio de Arquímedes"

El Sr Romano, profesor de Física llevó a sus alumnos al laboratorio, allí preparó una solución de concentración desconocida llevando a un volumen final de 250 ml y solicitó a sus alumnos que utilicen el principio de Arquímedes para determinar la densidad de la misma.

Para ello los alumnos deben adaptar un recipiente y armar el equipo de trabajo según el siguiente esquema:



Y luego introducir un cuerpo de madera, para recoger simultáneamente en la probeta el líquido desplazado por éste, finalmente apelando a los conocimientos de sus alumnos sobre este principio, determinarán la concentración de ambas soluciones.

Materiales

- 1 recipiente
- 10 cm de manguera cristalina
- 1 probeta de 50 ± 0.5 ml
- Sólido sólido
- Balanza (precisión 0.1g)
- Agua

Mediciones

	Vol 1	Peso 1	Vol 2	Peso 2	Vol 3	Peso 3	Volumen promedio	Peso promedio	Empuje
Solución A									

Después de cada medición es necesario enrasar nuevamente el recipiente al mismo nivel y repetir el procedimiento tantas veces como mediciones haga.

$$1 \text{ kgf} = 9.8 \text{ N}$$

$$1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3 = 0.001 \text{ dm}^3 = 0.001 \text{ litro}$$

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

Hoja de cálculos:

PE8. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Determinar la contracción de una mezcla de alcohol - agua y calcular el error cometido.

Elementos utilizados:

Alcohol etílico

Agua destilada

Densímetro

Probeta de 250 cm³

Introducción: Es sabido que en una mezcla, los volúmenes no son aditivos, ya que las moléculas se reordenan originándose fuerzas de atracción intermoleculares de mayor intensidad, y en consecuencia la mezcla se contrae.

Se define al volumen específico ω_0 como el volumen de la unidad de masa, es decir, es la inversa de la densidad. $\omega_0 = 1/\delta$ En CGS, la unidad es cm³/g

Procedimiento:

- Utilizando la probeta, mezclar 100 cm³ de alcohol con 100 cm³ de agua destilada, agitar suavemente la mezcla y con el densímetro medir la densidad de la misma. Expresar el valor obtenido con su error.
- Calcular, con su error, el volumen específico: $\omega_0 = 1/\delta$

Este valor se lo compara con un volumen específico "ideal" ω_0^* , que no tiene en cuenta la contracción de la mezcla, es decir, supone que el volumen de la mezcla es la suma de los volúmenes mezclados:

$$\omega_0^* = \frac{\text{Vol}_{\text{mezcla}}}{\text{Masa}_{\text{mezcla}}} \quad \text{o sea:}$$
$$\omega_0^* = \frac{V_{\text{agua}} + V_{\text{alcohol}}}{m_{\text{agua}} + m_{\text{alcohol}}}$$

Recordando que: $\delta = M/V$ y siendo:

Densidad del alcohol: $\delta = 0,79 \text{ g/cm}^3 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$

Densidad del agua destilada: $\delta = 1,00 \text{ g/cm}^3 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$

V agua y V alcohol: Valores medidos con la probeta (Tener en cuenta la apreciación de la probeta para expresar el error).

- Calcular ω_0^* con su error. (Calcular previamente las masas con sus errores)
- Calcular, con su error, la contracción de la mezcla:
$$\Delta\omega = \omega_0^* - \omega_0$$
- Calcular, con su error, cuánto se contraen 5 litros de esa mezcla.

PE9. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Sensores de impacto

Los sensores de impacto (shock watch) son etiquetas que se adhieren a los embalajes en los que se transporta instrumental altamente sensible y, consecuentemente, muy costoso. Existen de distinto tipo, por cómo funcionan y por el esfuerzo que soportan. En la fotografía puede verse uno de ellos. Las etiquetas se clasifican por el impacto que soportan (ver figura 1).

El modo de funcionamiento es diverso pero en esta práctica le proponemos que construya uno (un tanto macroscópico!!!) disponiendo de los siguientes materiales:

- resortes
- esferas del mismo radio, de madera y de plomo
- papel de diario, servilletas, hojas A4 (superficies)
- cilindro de aluminio (que hará las veces de bastidor para las superficies)

- soportes: pie, doble nuez, varilla
- otros: cinta adhesiva y banditas elásticas
- instrumentos de medición: cinta métrica y balanza



Figura 1: Fotografía de un sensor de impacto.

El objetivo de esta práctica es que pueda, a partir del dispositivo de impacto propuesto (ver figura 2), determinar los parámetros característicos para que al ser dejado caer (íntegro) desde una altura mayor a 5cm (H) se deteriore. Por deterioro se entiende que la masa sujeta al resorte suspendida sobre la membrana a una altura L_0 la rompa evidenciándose el impacto recibido.

Para determinar los materiales y valores adecuados deberá hacer un análisis previo que le permita averiguar distintas cantidades.

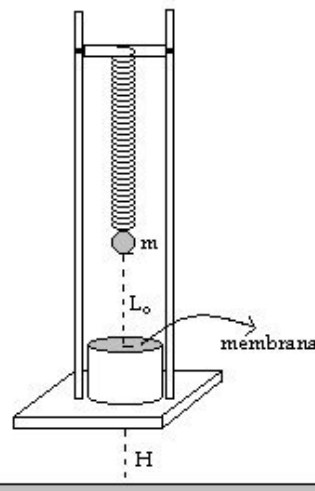


Figura 2: Esquema del sensor de impacto propuesto.

Breve descripción del sensor de impacto propuesto.

El sensor de impacto consiste en un soporte rígido con una base sobre la que se apoya un cilindro que posee una membrana. Dicha membrana se rompe al entregarle cierta energía (**diseñe un experimento para medirla con los materiales disponibles**). Por lo tanto, si se cambia el material de la membrana o la cantidad de capas que la componen, la energía de ruptura se modificará. El resorte posee una masa colgando desde un extremo. Se da la opción de **elegir entre dos masas diferentes, justificando dicha elección**. Además se introduce una varilla que permite que, al dejar en libertad el sistema, el resorte no se comprima, pudiéndose considerar que todos los elementos componentes del sensor de impacto caen en caída libre (**calcule dicha energía inicial**). Al impactar contra el suelo, el soporte deja de moverse, pero la pelotita continúa moviéndose hacia abajo. La altura L_0 , que separa la

pelotita colgando del resorte en equilibrio de la membrana, es regulable mediante un zócalo de madera pasante a las varillas laterales del soporte.

Por el tipo de material que se transporta, se quiere detectar si el dispositivo sufrió un impacto equivalente al de una caída desde una altura de 5cm. Esto significa que una vez que **usted determine L_0 , la masa que va a utilizar y el tipo de membrana (a partir de un balance energético)**, se tiene que poder probar que desde una altura $H < 5\text{cm}$ la membrana no se rompe. Por el contrario, para una altura $H > 5\text{cm}$, la membrana debe romperse. Debido a la configuración experimental utilizada, debe estimar una incerteza asociada, que permita asegurar que se ha recibido un impacto de al menos 5cm y no menor.

SEA CUIDADOSO AL ESTIMAR LAS CANTIDADES CONSIDERANDO LAS INCERTEZAS CORRESPONDIENTES.

NOTA: Avise al docente cuando termine de leer la prueba, éste hará una demostración del funcionamiento del dispositivo experimental (sensor de impacto).

PE10. General Alvear, Mendoza. Azul.

Termotester artesanal

La resistencia eléctrica de un conductor determinado es directamente proporcional a la longitud del mismo y a la resistividad específica, e inversamente proporcional a la sección. Es sabido que cambios en la temperatura de los materiales afectan la resistencia de los mismos, de modo que en los metales la resistencia aumenta cuando aumenta la temperatura y en los no metales la resistencia disminuye con el aumento de la temperatura.

La relación que existe entre la temperatura y la resistencia se expresa mediante las siguientes ecuaciones:

$$R_t - R_0 = \alpha \cdot R_0 \cdot \Delta T$$

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 \cdot \Delta T}$$

α = coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura;

R_t = resistencia del conductor a t °C; R_0 = resistencia del conductor a 20 °C

ΔT = variación de la temperatura.

El coeficiente de variación de resistencia de un conductor cuando se eleva su temperatura de 20 °C hasta t °C, representa la variación que experimenta la resistencia por unidad de resistencia inicial y por cada grado de variación de temperatura.

Materiales provistos

Multímetro. Vasos de precipitado. Termómetro. Cinta métrica. Calibre. Trípode. Tela de amianto. Parafina. Alambre de cobre esmaltado. Hojas milimetradas. Hojas blancas. Broches. Papel absorbente.

Datos útiles:

Coeficiente de resistividad-temperatura (20 °C) del cobre:

$$\alpha = 3,93 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Resistividad específica del cobre (20 °C):

$$\rho = 1,70 \times 10^{-8} \text{ } \Omega\text{-m}$$

Coeficiente de expansión lineal

$$\alpha_{\text{Cu}} = 1,7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Procedimiento

- 1) Determine el valor de la resistencia del alambre de cobre esmaltado midiendo con la cinta métrica y el calibre su longitud total y su diámetro. Tenga en cuenta los errores cometidos en las mediciones.

- 2) Determine la resistencia eléctrica del alambre utilizando el multímetro. Tenga en cuenta que debe quitar el esmalte en los extremos para poder realizar las conexiones correctamente. Utilice los broches para fijar el alambre a los terminales del multímetro. Tenga en cuenta la temperatura a la que realiza la medición. Tenga en cuenta el error sistemático que posee el multímetro debido a la resistencia propia de los terminales. Compare los valores obtenidos.
- 3) Agregue agua destilada en el vaso de precipitado provisto e introduzca el alambre de cobre. Caliente el dispositivo sobre un trípode con tela de amianto y registre la resistencia eléctrica para al menos 10 valores de temperatura. Registre los datos en una tabla

Temperatura °C	Resistencia Ω
- 4) Realice la grafica con los datos de la tabla anterior. Analice los datos obtenidos.
- 5) Determine el valor de α para cada una de las temperaturas registradas.
- 6) Realice la grafica de α en función de la temperatura. Analice los datos obtenidos.
- 7) Calcule la variación de la longitud y de la sección del alambre de cobre para alguno de los valores medidos. Determine el efecto de estos cambios sobre la resistencia.
- 8) Determine el cambio en la resistividad específica para la temperatura indicada en el punto anterior.
- 9) Utilizando el dispositivo armado determine la temperatura de fusión de la sustancia entregada.

PE11. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Medir sin ver. Estimación del número de Avogadro

Objetivo:

Calcularemos, bajo ciertas aproximaciones, las dimensiones de una molécula de aceite. Comenzaremos haciendo una experiencia equivalente con granos de arroz para aplicarla finalmente al sistema de interés.

El objetivo de este experimento es obtener un valor aproximado del Número de Avogadro utilizando un líquido molecular, habiendo obtenido previamente una estimación de las dimensiones de una molécula individual.

Lista de materiales:

- Probeta graduada
- Arroz
- Cinta métrica
- Balanza
- Gotero
- Aceite
- Bandeja con agua y maicena

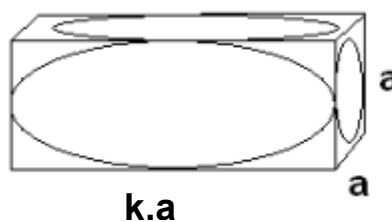


Figura 1
Esquema aproximado de las dimensiones de un grano de arroz.

Comentarios generales:

- 1) Antes de comenzar lea **todas** las instrucciones
- 2) Agregue en el informe los comentarios que aclaren el procedimiento exacto que utilizó en cada paso. En lo posible incluya también un dibujo aclaratorio.
- 3) Escriba en tablas los datos obtenidos en las mediciones junto con sus errores.
- 4) Aclare cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones, junto con una breve explicación de su motivo.
- 5) Trate de ser prolijo.

Introducción teórica:

En la figura 1 vemos el esquema de *un* grano de arroz y sus dimensiones. Si se aproxima su forma a la de un paralelepípedo, se cumple que su área es $A=k.a^2$, y su volumen $V=k.a^3$, donde $k\sim 3$, dependiendo del arroz que compremos. Con esta aproximación $V= a.A$.

Por otro lado, cuando se deja caer una gota de aceite (compuesto por ácido y oléico 0,2%v/v en alcohol) sobre agua espolvoreada con maicena, este líquido se extiende rápidamente quedando una capa que suponemos monomolecular. Las partículas de maicena son empujadas lateralmente por la gota que extienden formando un área más o menos uniforme.

Se puede realizar una analogía con el caso del arroz y pensar que cada molécula de aceite es un cubo de lado b , para obtener una estimación de su tamaño y de la cantidad presente en una gota. Si se aproxima el área total del aceite a un círculo como en la figura, se obtiene que: $A = \pi r^2 = N.b^2$, y $V= N.b^3$ con r el radio aproximado de la figura 2 y N el número de moléculas en la gota.

Entonces, dado que el número de Avogadro NA es el número de moléculas por mol de una sustancia: $NA = N/n$, donde n es el número de moles presentes en la gota. $n = Mg/Mr$, y $Mr=(282\pm 5)g/moles$ la masa molar del aceite.

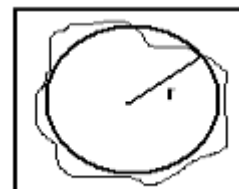


Figura 2 Esquema de la gota de aceite esparcida sobre el agua con maicena. La forma es como un círculo de radio r .

Parte 1: Arroz

- 1) Llene la probeta con granos de arroz y mida su volumen
- 2) Extienda esos mismos granos sobre la mesa. Diseñe una forma de medir el área que cubren.
- 3) Repita las mediciones para al menos 10 cantidades distintas de granos.
- 4) Grafique los resultados obtenidos como Volumen vs. Área, realice un ajuste adecuado con los puntos experimentales y obtenga a_{arroz} .
- 5) Ahora puede ud. determinar la cantidad de granos de arroz que utilizó en cada una de las 10 mediciones a partir del volumen del grano. Informe estos valores **sin contar los granos**.

Parte 2: Aceite

- 1) Llene un gotero con aceite y cuente la cantidad de gotas que tiene en ese volumen.
Determine el volumen de una gota y calcule su peso pesando el gotero vacío y lleno.
Encuentre el número de moles n presentes en una gota.
- 2) Vierta una gota de aceite sobre el agua con maicena, y mida el área aproximada de la figura obtenida.
- 3) Repita las mediciones para al menos 10 gotas distintas y así poder aplicar estadística.
- 4) Obtenga b y el volumen de una molécula de aceite b^3 .
- 5) Obtenga el número de moléculas N que tiene la gota y determine si puede a partir de las fórmulas propuestas el número de Avogadro. Estime el error cometido en los cálculos realizados.
- 6) Realice un análisis de las aproximaciones y errores que comete al hacer las mediciones de los volúmenes y las áreas. ¿Son mediciones directas o indirectas? ¿Podría determinarse experimentalmente la constante de Avogador de forma directa? ¿Por qué? ¿Qué instrumento utilizaría?

Parte 3: Confección de un informe (téngalo en cuenta al realizar la parte 1 y 2)

Escriba un informe de la experiencia realizada que posea la siguiente información:

- Título
- Introducción (breve)
- Hipótesis
- Descripción del dispositivo experimental (texto y dibujo)
- Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones (texto y dibujo)
- Mediciones / Tablas
- Gráficos (en hoja milimetrada)
- Cálculos
- Cálculos de errores
- Resultados obtenidos
- Comentarios finales
- Conclusiones

Y cualquier información que considere relevante

PE12. Quilmes, Buenos Aires. Azul.

En este experimento se determinará el valor de una resistencia desconocida Q . Los materiales disponibles son: una batería de 1.5 V; un voltímetro; una resistencia de 1.5 $K\Omega$; una resistencia de 2.2 $K\Omega$; una resistencia de 3.9 $K\Omega$; una resistencia de desconocida identificada como Q ; y una tarjeta con el valor de la resistencia interna del voltímetro.

1. Conecte el circuito de la figura en donde E (f.e.m.) representa la batería, R la resistencia de 1.5 $K\Omega$ y V el voltímetro.

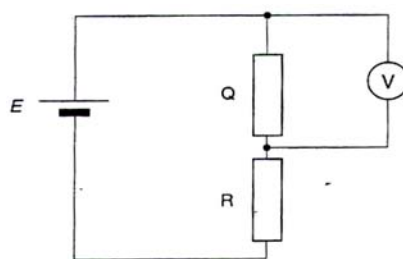


Fig. 2.1

Registre el valor del voltímetro V : [1]

2. Repita 1. con valores de resistencia R que resulten de:

- todas las posibles combinaciones de las tres resistencias individuales o en serie;
- la conexión en paralelo entre las resistencias de 3.9 $K\Omega$ y 1.5 $K\Omega$.

Registre todos los valores posibles de la diferencia de potencial V y de la resistencia R . [3]

3. Para cada uno de los valores de R , calcule el valor del producto $V \times R$.

4. Realice una tabla con cada una de las mediciones y resultados. [4]

5. Realice un gráfico $V \times R$ vs. V .

El rango de la escala del eje horizontal debe ser entre 0 V y 2 V y la del eje vertical entre 0 $V\Omega$ y 3000 $V\Omega$. [3]

6. La teoría sugiere que:

$$V \times R = -k \times V + k \times E;$$

siendo E la f.e.m. de la batería y k una constante de proporcionalidad.

A partir del gráfico realizado en 5., determine el valor de k . [4]

7. El valor de k está dado por:

$$k = -\frac{R_Q \times R_V}{R_Q + R_V};$$

en donde R_Q es la resistencia Q y R_V es la resistencia interna del voltímetro.

Use el valor proporcionado de R_V para calcular el valor de R_Q .

$R_Q =$ [2]

8. Determine la intersección del gráfico con el eje horizontal. [1]

9. Comente el significado de este valor. [2]

PE13. Ciudad de Santa Fe. Verde.

1. Objetivo: Determinación práctica de la Energía perdida por rozamiento " E_r " durante la caída de un globo.

2. Lista de materiales:

- 1 globo
- Cinta métrica
- Cronómetro
- Papel milimetrado

3. Teoría:

Como bien comprobó Galileo desde lo alto de la Torre de Pisa, cuando se dejan caer dos cuerpos sólidos de masas diferentes pero forma parecida, estos llegan al suelo al mismo tiempo. Sin embargo, ¿qué ocurre cuando se deja en caída libre un cuerpo de escasa densidad y gran área?. En este caso empieza a jugar un papel importante la Fuerza de fricción " F_r " del aire, que hace que el objeto caiga más despacio.

4. Procedimiento experimental:

Con el cronómetro proporcionado deberá medir el tiempo de caída vertical del globo desde la cantidad de alturas que crea conveniente (por lo menos tres). Recuerde realizar varias mediciones de los tiempos de caída para cada altura cada altura de manera de minimizar errores. Confeccione una tabla de valores.

4. Consignas:

- a- Realice el diagrama de cuerpo libre. Considere la fuerza de fricción constante.
- b- A partir de las ecuaciones de movimiento uniformemente acelerado plantee una expresión de la velocidad.
- c- Confeccione un gráfico de velocidad con respecto al tiempo. Trace curva de tendencia y fundamente si es válida la aproximación de Fuerza de fricción constante hecha en un principio. Indique con qué parámetro guarda estrecha relación la tangente de la curva.
- d- Mediante el método que prefiera, dé el valor de la aceleración durante la caída.
- e- Mediante el método que prefiera, dé el valor de la Energía perdida por rozamiento durante una caída de 1m.
- f- Suponiendo que el 7% de la Energía de fricción calculada en el punto anterior se transforma en calor, calcule el cambio de temperatura del globo.

5. Datos

- Gravedad $g = 9,8[m/s^2]$.
- Masa del globo $m = \dots\dots\dots[gr]$ (el globo fue pesado para cada alumno)
- Calor específico del globo $C_p = 1,03[kJ/Kg \text{ } ^\circ K]$.

PE14. Santa Rosa, La Pampa. Azul.

Materiales entregados:

Varilla en ángulo- bolita de vidrio-tiza o fibrón-Libros-cronómetro-hoja milimetrada-hojas rayadas

Actividades : Antes de comenzar responde

- a) ¿Qué tipo de trayectoria seguirá la bolita cuando caigan por la rampa?
- b) ¿Qué tipo de movimiento tendrá?
- c) ¿Cómo esperas que sean los cambios de velocidad respecto a los cambios del tiempo?
- d) ¿Y los cambios de posición, cómo serán?

- e) Si cambias la inclinación de la rampa ¿Te parece que se modificarán tus respuestas? ¿Cuáles?
- f) Si cambias el objeto que cae (siempre pensando en algo que rueda sobre la varilla) ¿cambiarán tus respuestas? Qué precaución deberás tomar al elegir el objeto que rodará?

Ahora a trabajar.....

Hazle marcas cada 25cm a la varilla.

Con una cierta cantidad de libros y la varilla fabrica una rampa.

Deja rodar la bolita y con el cronómetro mides los tiempos que tarda en pasar por las marcas. Sugerencia: toma los tiempos por lo menos tres veces y haz un promedio.

g) Confecciona una tabla como esta

Posición (cm)	T_{p1}	T_{p2}	T_{p3}	$(T_{p1}+T_{p2}+T_{p3})/3$
Tiempo (S)				
0	0	0	0	$T_i=0$
25				$T_1=$
50				
75				

h) Representa los datos tabulados en un gráfico cartesiano poniendo en el eje horizontal el tiempo transcurrido y en el vertical las posiciones.

i) ¿Qué tipo de gráfico ha quedado?

j) ¿Qué te está mostrando esta gráfica?

Se puede estimar la velocidad del móvil en cualquier posición (por ejemplo la cuarta), calculando la velocidad media en el intervalo comprendido entre la posición anterior y la posterior (o sea la tercera y la quinta). Entonces podrías saber que

$$Vm_4 = \frac{x_5 - x_3}{t_5 - t_3}$$

k) Completa la tabla

T(s)	V(cm/s)
0	0
T_1	$Vm_1=$

l) Representa los datos tabulados ubicando en el eje horizontal el tiempo transcurrido y, en el vertical, la velocidad.

m) ¿Qué tipo de gráfico se obtiene?

n) ¿Podrías determinar cómo es la dependencia de la velocidad con respecto al tiempo?

Analizando tus respuestas, o) ¿Te será posible estimar la aceleración de la bolita? p) Cómo lo harás?

q) Ahora aumenta la pendiente de tu rampa y realiza una nueva gráfica $x = x(t)$ y expresa alguna conclusión.

r) Compara tu respuesta con la dada en e)

PE15. General Acha, La Pampa. Verde.

CAIDA LIBRE

MATERIALES ENTREGADOS

HOJAS DE PAPEL

BOLA DE ACERO

CRONOMETRO

DINAMOMETRO

CINTA METRICA

Consigna

1. Arrojar desde determinada altura (máx. 3 metros) los elementos tales como bolillas de acero y hoja de papel en distintas formas tomando el tiempo de caída en seg.
2. Con los datos obtenidos. Determinar los siguientes objetivos:
 - a. Calcular el rozamiento del aire
 - b. Coeficiente de rozamiento
 - c. Energía potencial máxima
 - d. Energía cinética máxima
 - e. Energía cinética y potencial a la mitad del recorrido
 - f. Velocidad final de cada objeto
 - g. Determinar el margen de error obtenido

PE16. Aguilares, Tucumán. Azul.

Se desea determinar la **resistividad del nicrome** ρ .

Para ello se le proveen los siguientes elementos:

- Una escuadra de 60cm.
- Dos multímetros (tester).
- Cables con conectores (4).
- Pinzas de cocodrilo (2).
- Tornillo Palmer.
- Una fuente de 7 VCC.
- Alambre de nicrome (aprox. 50cm). (extendido sobre base de madera)
- Papel milimetrado.
- Una lámpara 15w/6V.

Marco Teórico

La resistividad es una característica de cada sustancia y representa la resistencia de un conductor por unidad de longitud y de sección.

La resistencia depende de: las dimensiones del conductor y el material, sin considerar la temperatura; en esas condiciones se tiene:

$$R = \rho \cdot l \cdot s^{-1}$$

de donde queda:

$$\frac{\rho}{s} = \frac{R \cdot l}{l} \quad (1)$$

Recuerda que:

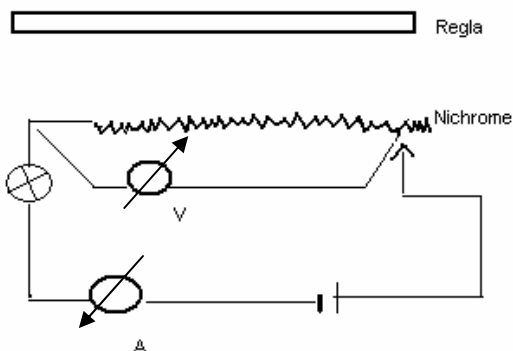
- En un proceso isotérmico la resistencia es directamente a la diferencia de potencial entre sus extremos e inversamente la intensidad de corriente que circula por él.

$$R = V \cdot I^{-1} \quad (2)$$

- Sección de un círculo: $S = \pi / 4 \cdot d^2 \quad (3)$

METODO SUGERIDO

Arme el circuito de la figura y enciéndalo. (La disposición de la lámpara –en serie– es a los efectos de evitar sobrecalentamientos en el nicrome; pero si lo desea puede trabajar sin conectar la misma).



- Haga variar la longitud de la resistencia variable (nicrome) y anote los valores de: Longitud, diferencia de potencial e intensidad de corriente.
- Realice el cálculo de la Resistencia, para cada longitud, utilizando la expresión (2).
- Grafique resistencia en función de longitud y obtenga la mejor recta. Esto le dará el resultado del segundo miembro de la expresión (1).
- Aplicando la expresión (3) determine la sección (utilice el tornillo Palmer).

Ahora sólo resta determinar **el valor de la resistividad** solicitado; consignando el resultado en unidades del sistema MKS.

En el informe respectivo (breve pero claro) indique las dificultades encontradas, supuestos realizados. Tenga en cuenta que en todos los casos deben expresarse los errores de medición.

PE17. Ciudad de Formosa. Azul.

Cuando el agua tiene calor.

OBJETIVO: Medir temperaturas del agua durante el proceso de calentamiento de la misma.

MATERIALES:

- 1Trípode
- 1Tela de amianto
- 1Mechero
- 1Base para elevar el mechero
- 1Vaso de precipitados
- 1Termómetro
- 1Encendedor
- 1Lápiz y papel
- 1Reloj o cronómetro

Procedimiento:

- 1) Construye el dispositivo.
- 2) Realiza un croquis del dispositivo armado.
- 3) Realiza 10 mediciones.
- 4) Halla los errores absoluto, relativo y porcentual de cada medición.
- 5) Escribe el valor de medición incluyendo el error cometido.
- 6) Elabora una tabla de valores para volcar los datos y resultados obtenidos.

PE18. Ciudad de Formosa. Azul.

Haciendo fuerza con la masa:

OBJETIVO: Medir fuerzas en un dinamómetro agregando distintas masas.

MATERIALES:

- 1Base soporte
- 1Varilla soporte roscada
- 1Nuez doble

1Varilla soporte de 250 mm
1Dinamómetro de 5 N
9 Pesas de 10 gr.
1 Pesa de 100 gr.
1Lápiz y papel
1Portapesas

Procedimiento:

- 1) Construye el dispositivo.
- 2) Realiza un croquis del dispositivo armado.
- 3) Realiza 10 mediciones.
- 4) Halla los errores absoluto, relativo y porcentual de cada medición.
- 5) Escribe el valor de medición incluyendo el error cometido.
- 6) Elabora una tabla de valores para volcar los datos y resultados obtenidos.

PE19. Ciudad de Formosa. Azul.

Haciendo fuerza con imanes.

OBJETIVO: Medir fuerzas en un dinamómetro agregando pequeños cuerpos imantados sin conocer su masa.

MATERIALES:

1Varilla soporte de 700 mm
1Tornillo de mesa
1Nuez doble
1Varilla soporte de 250 mm
1Dinamómetro de 2,5 N
10Objetos imantados de masa desconocida
1Portapesas
1Lápiz y papel

Procedimiento:

- 1) Construye el dispositivo.
- 2) Realiza un croquis del dispositivo armado.
- 3) Realiza 10 mediciones.
- 4) Halla los errores absoluto, relativo y porcentual de cada medición.
- 5) Escribe el valor de medición incluyendo el error cometido.
- 6) Elabora una tabla de valores para volcar los datos y resultados obtenidos.

PE20. Ciudad de Formosa. Azul.

Y si agrego vinagre, ¿se hace más denso?

OBJETIVO: Medir fuerzas en un dinamómetro agregando distintas masas.

MATERIALES:

1 Vaso de precipitados
1 Probeta
1 Litro de vinagre
Agua según se necesite
1 Densímetro
1Lápiz y papel

Procedimiento:

- 1) Construye el dispositivo.
- 2) Realiza un croquis del dispositivo armado.
- 3) Realiza 10 mediciones.
- 4) Halla los errores absoluto, relativo y porcentual de cada medición.
- 5) Escribe el valor de medición incluyendo el error cometido.
- 6) Elabora una tabla de valores para volcar los datos y resultados obtenidos.

PE21. Ciudad de Formosa. Azul.

Balanza, balanza.

OBJETIVO: Medir masas utilizando una balanza.

MATERIALES:

1 Balanza desarmada

10 objetos pequeños

1 Lápiz y papel

Procedimiento:

- 1) Construye el dispositivo.
- 2) Realiza un croquis del dispositivo armado.
- 3) Realiza 10 mediciones.
- 4) Halla los errores absoluto, relativo y porcentual de cada medición.
- 5) Escribe el valor de medición incluyendo el error cometido.
- 6) Elabora una tabla de valores para volcar los datos y resultados obtenidos.

PE22. Rosario, Santa Fe. Verde.

Título:

“Medición de la capacidad de un elemento circuital”

Objetivo:

- i. Medir la capacidad (C) del capacitor que se encuentra en paralelo con una resistencia (ver figura 1).
- ii. Expresar todas las mediciones realizadas con su correspondiente error.
- iii. Calcular la incerteza total (ΔC).

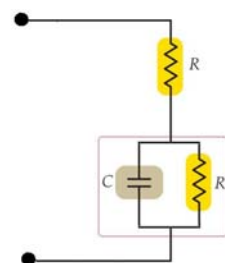


Figura 1

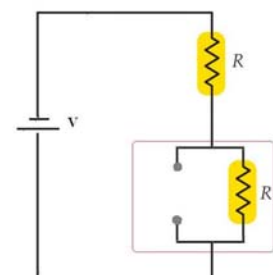
Desarrollo Teórico

Consideremos un circuito compuesto por tres elementos conectados en serie: una fuente de tensión, un resistor, y un tercer elemento que consta de una resistencia y un capacitor en paralelo de la figura 1. Dependiendo de la forma de onda de la tensión (voltaje) de alimentación, las magnitudes que caracterizan al circuito se comportarán de una manera diferente; es decir, la forma de energizar al circuito (ya sea tensión continua o tensión alterna) determinarán distintos valores de corriente y diferencia de potencial en cada elemento y además las impedancias² de los elementos del circuito tendrán valores diferentes.

Tensión Continua

Si la fuente provee una tensión continua la corriente que se establece en el circuito también ha de ser continua, con la característica de que todo efecto capacitivo (luego de un tiempo prudente) desaparece esto quiere decir, que la impedancia del circuito es puramente resistiva. Esto ocurre porque una vez cargado un capacitor hasta su tensión pico, no circula más corriente por él. Ahora bien, dado que el paralelo también presenta efectos resistivos, estos seguirán estando presentes; por lo tanto la relación entre la tensión de fuente del circuito y la corriente que circula por el mismo no es más que la ley de Ohm, es decir:

$$I = \frac{V}{R_{Total}} \quad (1)$$



² La palabra impedancia (representada por la letra Z) indica la oposición general del circuito al paso de corriente. Las palabras reactancia y resistencia se reservarán para la oposición de los elementos individuales, es decir para los capacitores y resistores respectivamente.

Donde R_{Total} representa la resistencia total que presenta el circuito.

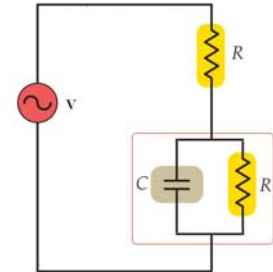
Tensión Alterna

Cuando la fuente de tensión provee una onda alterna, la situación es diferente. Si bien la corriente del circuito mantiene la misma frecuencia y la forma de onda que la tensión, presenta un desfase con respecto a la tensión de fuente y su modulo dependerá de los parámetros del circuito. La relación de fases entre la corriente y el voltaje es distinta para cada elemento del circuito y depende de su impedancia. En consecuencia, se necesita un método gráfico especial para determinar la oposición general a la corriente en el circuito.

El método emplea un diagrama de fase, como el que se puede ver en la figura. Para un elemento dado a la componente resistiva y reactiva se le atribuyen propiedades semejantes a los vectores, y sus magnitudes se representan mediante flechas llamadas fasores. Sea un conjunto de ejes cartesianos x-y, la impedancia de la resistencia se grafica en el eje x positivo (esto es a 0°), ya que la diferencia de fases entre voltaje y corriente para un resistor es cero. Y la impedancia que presenta el capacitor (llamada reactancia capacitiva) se grafica a lo largo del eje y negativo, y refleja una diferencia de -90° en la fases, ya que para un capacitor el voltaje se retrasa respecto a la corriente por un cuarto de ciclo.

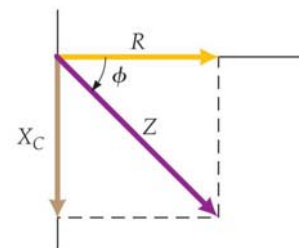
En concordancia con lo anterior podemos escribir la impedancias de los siguientes elementos:

- Resistencia: $Z = R$ y $\varphi_R = 0^\circ$
- Capacitor: $Z = 1/\omega C$ y $\varphi_C = -90^\circ$ (Reactancia capacitiva y denotada como X_C)



En otras ocasiones tenemos una interconexión (serie o paralelo) de dos en un circuito y se desea calcular el módulo de la impedancia equivalente de la interconexión, entonces utilizamos la misma regla que para las resistencia esto es:

- Conexión en serie: $Z_{eq} = \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2}$
- Conexión en paralelo: $\frac{1}{Z_{eq}} = \sqrt{\frac{1}{Z_1^2} + \frac{1}{Z_2^2}}$ (2)



Representación fasorial de una impedancia serie compuesta por una resistencia y un capacitor.

Esto se debe hacer cuidadosamente porque dichas sumas fasoriales (que representa la oposición efectiva, o neta, a la corriente de la interconexión) deben sumarse de la misma manera que los vectores, porque los efectos del resistor y el condensador no están en fase.

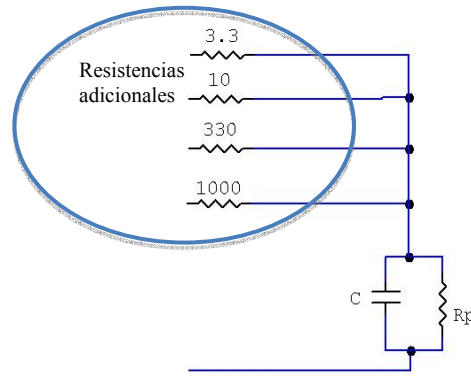
Luego podremos utilizar la generalización de la ley de Ohm para circuitos en régimen alterno:

$$V_{rms} = I_{rms} Z$$

Donde el sufijo rms indica que son valores eficaces de tensión y corriente, y es lo que nos arroja cualquier multímetro digital en una medición de tensión o corriente alterna.

Materiales

- Fuente de tensión continua 6V y 12V
- Fuente de tensión alterna 20V
- 2 Multímetros, a utilizar como Voltímetros.
- Cables conectores.
- Plaqueta con el circuito donde se encuentra el dispositivo a medir:



Procedimiento

Antes de energizar al circuito llame a un docente para que verifique sus conexiones.

La impedancia del paralelo que comprende al capacitor C con la resistencia R_p , según con la ecuación (2) resulta ser:

$$\frac{1}{Z_p} = \sqrt{\frac{1}{R_p^2} + \frac{1}{(1/\omega C)^2}}$$

$$\frac{1}{Z_p} = \sqrt{\frac{1}{R_p^2} + (\omega C)^2} = \frac{I_{eq}}{V_{eq}} \quad (3)$$

Si de alguna forma podemos medir la corriente que atraviesa el paralelo y su tensión, podríamos determinar la impedancia del paralelo, pero para calcular el valor de la capacidad tenemos que conocer cuanto vale la resistencia R_p . Como debemos medir dos tensiones, en lugar de una tensión y una corriente, se medirá la tensión en bornes de una resistencia adicional (en serie con la impedancia paralela) y luego podremos calcular la corriente.

Ensayo a tensión continua

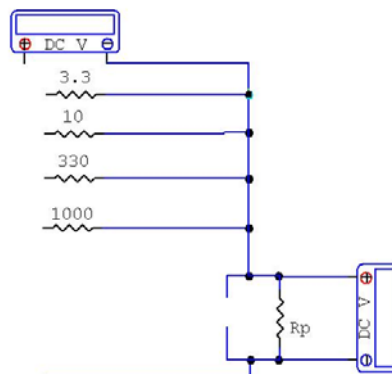
Con este ensayo podremos calcular cuando vale la resistencia R_p ya que, como dijimos en la introducción teórica, no hay efectos capacitivos. (Notar en la expresión 3 que $\omega = 0$ al tratarse de una tensión continua)

Recordando la formula de la tensión sobre una resistencia de un divisor resistivo y despejando se obtiene que:

$$R_p = R_{ad} \cdot \frac{V_p}{V_{ad}}$$

Donde V_p es la tensión de la impedancia, V_{ad} la tensión que cae en la resistencia adicional y R_{ad} es una resistencia adicional que ud debe agregar al paralelo. Puede optar por 4 resistencias adicionales y debe elegir criteriosamente para reducir el error total de la medición.

Conexionado:



Ensayo a tensión alterna

Como segunda instancia debe medirse la impedancia utilizando una fuente de tensión alterna. Una vez obtenida esta puede despejarse el valor de la capacidad utilizando la formula (3).

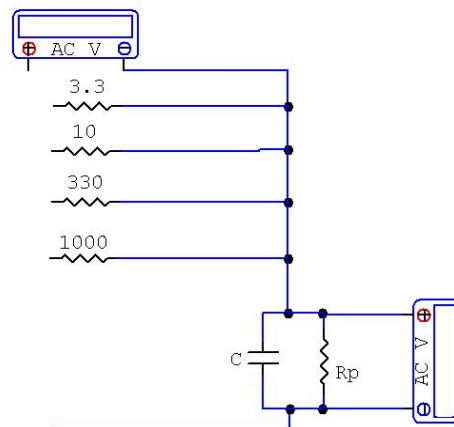
De la misma forma que en el ensayo a tensión continua, y recordando la fórmula del divisor de tensión tenemos que:

$$Z_p = Z_{ad} \cdot \frac{V_z}{V_{ad}}$$

$$Z_p = R_{ad} \cdot \frac{V_z}{V_{ad}}$$

Con los valores de resistencia e impedancia del paralelo, se puede despejar de (3) el valor de la capacidad que deseamos obtener.

Conexionado:



Consideraciones Importantes:

- Configure correctamente el multímetro para la medición que desea realizar (tensión alterna o continua)
- Detalle claramente todas las expresiones usadas y los cálculos realizados.
- Recuerde ser ordenado en el cálculo de los errores.
- Llame al docente responsable antes de enchufar cualquier conexión a una fuente de tensión.

Especificación Técnica de los instrumentos:

- Rango medición tensión continua 200V, 20V, 2000mV, 200mV
- Rango medición tensión alterna 750V, 200V
- El error del multímetro se expresa como un porcentaje de la lectura más número de dígitos menos significativos. Para los instrumentos suministrados considerar ($e = 1\% \cdot \text{lectura} + 2 \text{ dig}$)

Especificación Técnica de las resistencias:

- Todas las resistencias tienen una tolerancia del 1%

Conclusiones

Elaborar una memoria sobre el desarrollo del trabajo práctico identificando las mayores fuentes de error y como podría mejorarse; e indicar hipótesis y consideraciones usadas.

PE23. Ciudad de Córdoba. Azul.

OBJETIVO:

Estudiar el movimiento parabólico de un proyectil

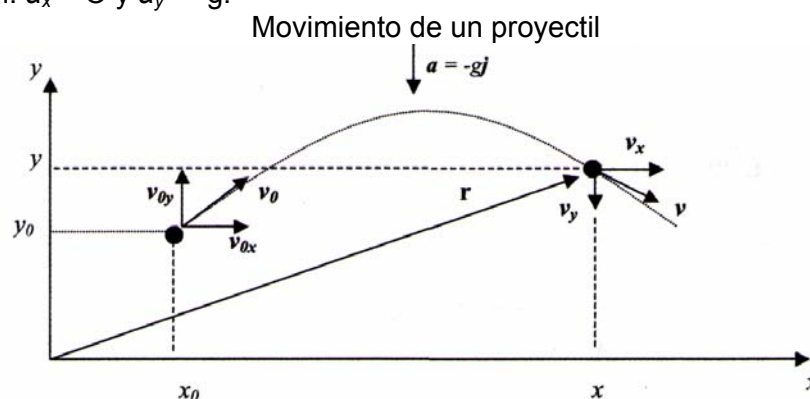
Equipo Necesario	Cantidad
Módulo de disparo parabólico	1
Papel carbónico	1
Regla graduada o metro	1

FUNDAMENTO TEÓRICO:

El movimiento de vuelo libre de un proyectil se estudia en términos de sus componentes rectangulares, dado que la aceleración del proyectil siempre actúa en dirección vertical. Para el análisis del movimiento se hacen dos suposiciones: - La aceleración de caída libre (aceleración de la gravedad: $g = 9.81 \text{ m/s}^2$) es constante en todo el intervalo de movimiento y está dirigida hacia abajo, El efecto de la resistencia del aire puede ignorarse, la única fuerza que actúa es el propio peso del proyectil.

Con estas suposiciones, encontramos que la curva que describe un proyectil, que se denomina trayectoria, siempre es una parábola.

La trayectoria se define en el plano x-y de manera que la velocidad inicial: v_0 tenga componentes v_{0x} y v_{0y} en los respectivos ejes. Además, las componentes de la aceleración: $a_x = 0$ y $a_y = -g$.



Aplicando las ecuaciones cinemáticas en cada eje

Movimiento Horizontal.

Debido a que $a_x=0$, se tiene que $V_x=\text{constante}$

$$x = x_0 + v_{x0}t \quad (1)$$

La componente horizontal de la velocidad permanece constante durante el movimiento.

Movimiento vertical.- debido a que el eje y positivo tiene dirección vertical hacia arriba, entonces $a_y = -g$, esto nos conduce a las siguientes ecuaciones:

$$v_y = v_{y0} - g t \quad (2)$$

$$y = y_0 + v_{y0}t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (3)$$

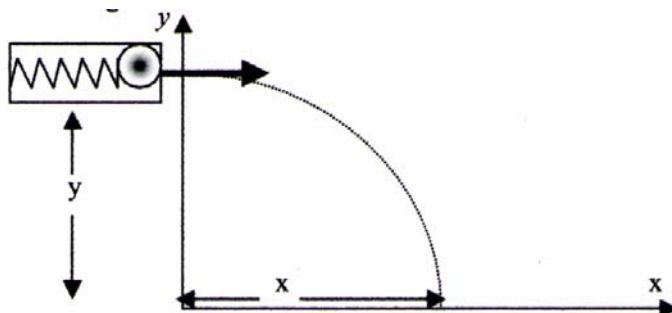
$$v_y^2 = v_{y0}^2 - 2g(y - y_0) \quad (4)$$

La ultima ecuación se puede formular eliminando el tiempo t en las dos primeras ecuaciones; por lo tanto, sólo dos de las tres ecuaciones anteriores son independientes entre sí.

PROCEDIMIENTO A

Monte el sistema mostrado en la figura.

Introduzca la bola en el tubo de metal y realice el disparo.



Soltar el móvil desde una altura h y medir el desplazamiento x obtenido. Para ello coloque un papel carbónico en el área donde se espera que se produzca el impacto.

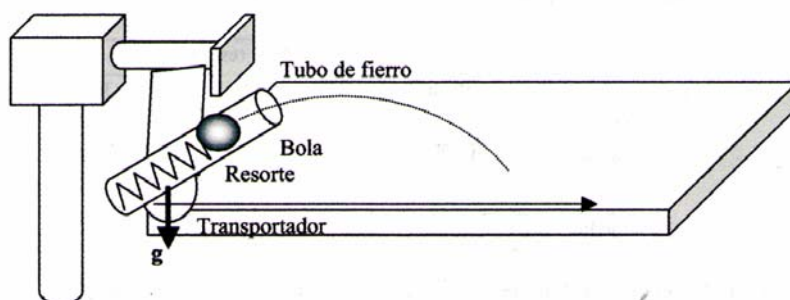
A partir de los datos obtenidos llene la siguiente tabla.

	Posición del resorte		
	Posición 1	Posición 2	Posición 3
Lanzamiento 1			
Lanzamiento 2			
Lanzamiento 3			
Promedio			

Hallar la velocidad de lanzamiento del proyectil , fundamente su respuesta.

PROCEDIMIENTO B

Cambie el ángulo de lanzamiento y observe como varia el alcance para diferentes ángulos de disparo.



Comprobar experimentalmente el mayor alcance de un proyectil, para ello, llene la siguiente tabla.

	Alcance			
Ángulo de tiro	Lanzamiento 1	Lanzamiento 2	Lanzamiento 3	Promedio
10°,				
20°,				

30°				
40°				
50°				
60°				
70°				
80°				
90°				

- 1) Grafique ángulo de tiro vs. El alcance promedio, analice la gráfica y compare con lo esperado teóricamente.
- 2) Hallar la relación entre el ángulo de lanzamiento y el alcance.
- 3) Hallar la altura máxima del proyectil.

PE24. Ciudad de Córdoba. Azul.

Objetivo:

- Medir el Empuje que un líquido incógnita ejerce sobre un cuerpo metálico macizo, completamente sumergido.
- Medir la densidad de ese líquido.

Elementos:

- 1 vaso de precipitado de 250 ml aforado
- 1 vaso de precipitado de 100 ml aforado, con hilo pegado para poder colgarlo
- 1 soporte universal con una nuez con agarradera metálica
- 1 dinamómetro (0-2.5)N
- 500 ml líquido incógnita
- 1 taco de madera
- 1 cuerpo metálico macizo con un gancho

Requerimientos:

Solo podrá utilizar los elementos provistos, papel, lapicera y calculadora no programable.

Al finalizar el trabajo deberá presentar un informe que incluya los siguientes puntos:

- Esquema de los dispositivos experimentales utilizados
- Descripción y fundamentación del diseño utilizado
- Diagrama de cuerpo libre del cuerpo metálico macizo completamente sumergido en el líquido.
- Cuadro de valores de las mediciones realizadas
- Resultados obtenidos con sus correspondientes errores
- Tanto para la determinación del Empuje como de la Densidad buscada: De todas las mediciones directas realizadas, ¿cuál es el factor que, de hacer esta experiencia nuevamente, ud. se preocuparía de medir con menor error la próxima vez? Justifique.
- Respuesta justificada a la pregunta: ¿Es posible que el líquido incógnita sea agua?
- Comentarios

Datos:

- La densidad del agua es $(1,00 \pm 0,03)\text{g} / \text{cm}^3$
- En Córdoba, la aceleración de la gravedad es $(9,79 \pm 0,01)\text{m} / \text{s}^2$

PE25. Comodoro Rivadavia, Chubut. Verde.

Objetivos.

- Determinar la temperatura de Equilibrio en un sistema aislado.
- Demostrar la conservación de la energía a partir del calor entregado y el calor recibido.

Materiales.

- ❖ Un calorímetro.
- ❖ 75 gramos de granallas de zinc.
- ❖ 150cm³ de H₂O a temperatura ambiente.
- ❖ 2 termómetros.
- ❖ Platillo reloj.
- ❖ Cronometro.
- ❖ Probeta de 300cm³.
- ❖ Balanza.
- ❖ Mechero.
- ❖ Cuba de hierro con mango.

Armado del equipo experimental.

Verifique el estado del calorímetro y mantenga uno de los termómetros dentro de la tapa del mismo junto al agitador. Por otro lado encienda el mechero y dispóngase a realizar la experiencia.

Procedimiento.

- 1) Mida 150cm³ de H₂O y deposítelos en el vaso del calorímetro registre su temperatura y prepare la tapa del calorímetro con el mezclador y el termómetro en la misma. Luego mida 75gr de granallas de cinc y coloque las mismas en la cuba de hierro provista, verifique que esta, este perfectamente sujeta al mango o sostén, coloque esta parte de su sistema sobre la llama del mechero y caliente durante 10 minutos.
- 2) Al finalizar el tiempo de 10 minutos deposite las granallas en el vaso del calorímetro y rápidamente cierre y aíse el sistema.
- 3) Registre la temperatura del sistema, en un periodo de un periodo de un minuto, cada 20 segundos.
- 4) Construya una tabla con los datos obtenidos y luego grafique Temp_(t). (Temperatura en función del tiempo)
- 5) De acuerdo a la ecuación de la conservación de la energía calórica:

$Q_{entregado} = Q_{recibido}$ calcule que el calor perdido es igual al calor ganado desprece el calor ganado por el vaso del calorímetro y el termómetro.

Recuerde. **$Q = m.c.\Delta t$**

Datos.

Calores específicos.

$C_{H_2O} = 1\text{cal/g}^\circ\text{C}$

$C_{\text{zinc}} = 0,092\text{cal/g}^\circ\text{C}$

Observaciones mantenga el calorímetro cerca de donde se está calentando las granallas, para evitar cualquier inconveniente.

- 6) Redactar las distintas observaciones y conclusiones al terminar la experiencia

PE26. Ciudad de Mendoza. Azul.

Determinación de la resistencia interna de una pila.

1. Introducción

Una batería es considerada normalmente como una *fente de voltaje ideal*, es decir una fuente que no consume potencia o que tiene resistencia interna igual a cero, sin embargo, ella presenta una *resistencia interna* R_{int} que es medible. Un esquema que ilustra el funcionamiento real de una batería se muestra en la Fig.

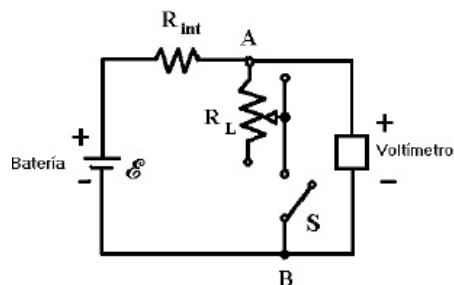
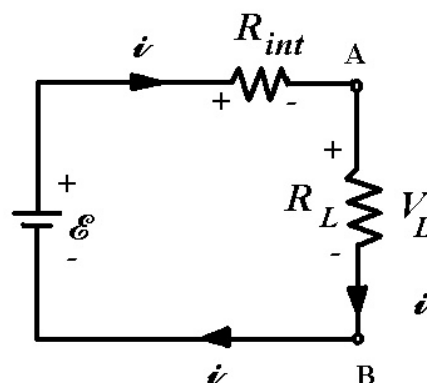


Figura 1. Representación esquemática del experimento. $\mathcal{E}$ es la f.e.m producida por la batería. R_L es la resistencia de un reostato, R_{int} es la resistencia interna de la batería que se va a estudiar. La R_{int} no es constante en el tiempo ya que la batería se va descargando con el tiempo. El conocimiento de su valor permite determinar el llamado límite inferior de impedancia (o resistencia) óptima para una batería sin uso, el cual debiera estar por debajo de los 0.05 Ohms. La R_{int} de un componente también es conocida como impedancia de salida. Este concepto es importante en determinadas aplicaciones relacionadas con artículos electrónicos (radios, teléfonos celulares, etc.) y en electrodomésticos.



2. Teoría

Considerando que el voltímetro tiene resistencia interna infinita, se puede simplificar el circuito del experimento como se muestra en la Fig. 2 para el caso en que se ha cerrado el interruptor.

Figura 2. Diagrama del circuito. $\mathcal{E}$ es la f.e.m producida por la batería. R_L es la resistencia de carga que en nuestro caso corresponde al reóstato, R_{int} es la resistencia interna de la batería que es diferente en baterías de distintos fabricantes e i es la corriente que circula por todas las componentes. Para poder encontrar una expresión para determinar la resistencia interna de la batería debemos usar las Leyes de Kirchhoff que a continuación se enuncian:

1. La suma de las corrientes que entran en una unión es igual a la suma de las corrientes que salen de la unión
2. La suma de las diferencias de potencial a través de todos los elementos de un circuito cerrado debe ser cero.

$$\mathcal{E} = i.R_{int} + i.R_L \quad \text{Por la ley de Ohm} \quad V_L = i.R_L$$

Reemplazando nos queda

$$R_{int} = R_L \cdot \left(\frac{\mathcal{E}}{V_L} - 1 \right)$$

Esta fórmula se utiliza para determinar la resistencia interna de la pila

Elementos

Se lista seguidamente los materiales y aparatos experimentales disponibles para la realización del experimento.

1. tester digital
2. 5 Resistencias de distintos valores
3. Batería de 9V.
4. cables
5. Calculadora científica.

Trabajo Experimental

Se propone determinar el valor de la resistencia interna de la batería, debiéndose incluir en el informe los siguientes ítems:

1. Una descripción del procedimiento experimental.
2. Tabla de los valores de las magnitudes medidas
3. Valor obtenido de la resistencia.
4. Errores y sus causas.

PRECAUCION: Para resistencias menores que 1 Ohm la corriente es mayor que 1.5 A, con lo que se empieza a consumir muy rápidamente la batería y puede calentarse y gastarse. USTED DEBE MEDIR RAPIDO PARA QUE ESTO NO SUCEDA Y LA MEDICION NO SE VEA ALTERADA.

PE27. Ciudad de Santiago del Estero. Azul.

Tema: Coeficiente de roce estático.

Objetivo: Determinar el coeficiente estático.

Materiales:

- Mesa de madera
- Regla de plástico
- Transportador
- Hilo fino
- Plomada
- Chinchas
- Cinta adhesiva
- Cilindros de madera
- Hojas y útiles de escritura
- Hoja de papel milimetrado
- Calculadora

Procedimientos:

- a) Fije el transportador y el alfiler (que servirá de soporte al hilo con la plomada) a un extremo de la regla, empleando cinta adhesiva.
- b) Ubique la regla sobre el borde de la mesa en forma paralela a ésta, fije el extremo libre de la regla a la mesa usando cinta adhesiva.
- c) Asegure la porción de cinta pegada a la mesa con dos o más chinchas, las cuales servirán también de apoyo al extremo de la regla.
- d) Con la regla apoyada sobre la mesa, coloque sobre ella el cuerpo 1 y eleve lentamente el extremo de la regla, hasta que el cuerpo se ponga en movimiento: determine en ese instante el ángulo de inclinación de la regla. Repita la determinación del ángulo de inclinación de la regla 5 veces, consignando los valores obtenidos en la Tabla 1. Posteriormente, obtenga el valor más probable del ángulo (α), acotando su error (E), y complete la Tabla 2.
- e) Repita los pasos del apartado d), para los cuerpos 2 y 3

Tabla 1

CUERPO	MASA (g)	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
<u>1</u>						
<u>2</u>						
<u>3</u>						

Tabla 2

CUERPO	α	E	$\alpha \pm E$
1			
2			
3			

- f) Calcule el coeficiente de roce estático entre cada uno de los cuerpos y la regla, y complete la Tabla 3.

Tabla 3

CUERPO	$\mu_e = \tan \alpha$
1	
2	
3	

- g) Justifique analíticamente el uso de la expresión $\mu_e = \tan \alpha$ para el cálculo del coeficiente de roce estático.

- h) ¿Puede concluir que el coeficiente de roce estático entre la madera y el plástico es el promedio de los 3 valores consignados en la Tabla 3? Justifique.
- i) Represente gráficamente $\underline{a} = f(\text{masa})$ y $\mu_e = f(\text{masa})$.
- j) Enuncie alguna conclusión a partir del análisis de los resultados obtenidos en la experiencia.
- k) Mencione fuentes de error que, según su opinión, influyeron en el resultado de la determinación del coeficiente de roce estático.

PE28. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Objetivo: Verificar el principio de independencia de los movimientos.

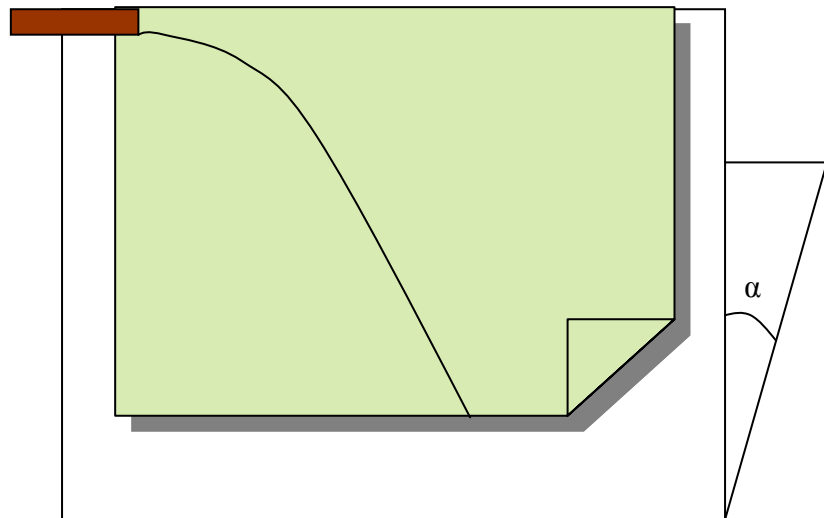
Materiales:

- Plano de Packard.
- Bolilla de acero.
- Papel carbónico.
- Hoja milimetrada.
- Regla.
- Nivel.

Procedimiento:

El plano de Packard es un plano inclinado nivelado cuya superficie se cubre con una hoja milimetrada sobre la cual, a su vez, se coloca un papel carbónico. La bolilla de

acero se lanza desde uno de los vértices superiores del plano inclinado con una cierta velocidad horizontal (entendiéndose como tal la dirección paralela al piso). A partir de la trayectoria marcada por la esfera sobre el papel milimetrado trazar convenientemente un par de ejes cartesianos.



Teniendo en cuenta el ángulo que forma el plano inclinado con la mesa de trabajo y que se desprecia la fuerza de rozamiento de la bolilla con el papel, hallar la expresión de la aceleración de la esfera realizando un esquema que contenga las fuerzas que actúan sobre la esfera de acero.

A partir de las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente variado, deducir las expresiones de las componentes de la velocidad en función de las coordenadas de un punto cualquiera de la trayectoria.

La verificación del principio de independencia de los movimientos se habrá logrado si y solo si cualquier punto (x;y) de la curva puede ser obtenido como solución de la expresión correspondiente con un error aceptable.

Presentar un informe que contenga:

- Deducción y cálculo de la aceleración que adquiere la bolilla con su correspondiente error.
- Deducción de la expresión de la ecuación de la trayectoria de la bolilla.
- Verificación de la ecuación planteada para "y" en el punto anterior, tomando al menos 5 puntos de la trayectoria y armando una tabla de valores con los errores correspondientes.

PE29. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Freno Eólico.

Objetivo

El objetivo de la experiencia es estudiar la dinámica del frenado eólico. Al agregar un ventilador en la parte superior de un carrito de metal se provoca una desaceleración del mismo. Como resultado del flujo de aire que genera el ventilador se produce una fuerza, en sentido opuesto al movimiento del carrito y de magnitud constante, que se comporta como una fuerza de rozamiento adicional.

Introducción

Al colocar un móvil de masa m sobre un plano inclinado con ángulo α , la fuerza normal deja de contrarrestar al peso provocando que adquiera una aceleración. Mediante la 2^{da} Ley de Newton obtenemos que la aceleración es igual a $g \cdot \text{sen} \alpha$. Si consideramos que la superficie de contacto presenta rozamiento con el carrito, ahora la aceleración es igual a $g \cdot (\text{sen} \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)$ que es claramente menor al caso anterior. Además, si el ventilador colocado sobre el carrito emana un flujo de aire en sentido contrario al movimiento produce una fuerza eólica de frenado opuesta al movimiento del carrito y de magnitud constante. El diagrama de cuerpo libre que incluye todas las fuerzas aplicadas sobre el móvil se muestra en la **figura 1**.

Si se define la fuerza eólica como

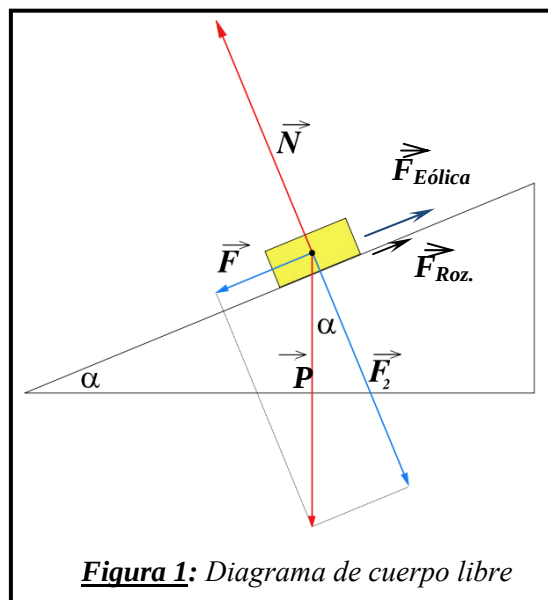


Figura 1: Diagrama de cuerpo libre

$$F_{Eólica} = b \quad \text{siendo } b = \text{cte de la configuración ventilador} \quad (1)$$

obtenemos que la aceleración es igual a

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = g \cdot (\text{sen} \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) - k \quad \text{con } k = \frac{b}{m} \quad (2)$$

La velocidad final o máxima que alcanza un cuerpo, antes de terminar su recorrido por la rampa, que se mueve bajo la acción de una fuerza constante responde a la siguiente ecuación:

$$v_{Final} = [g \cdot (\text{sen} \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) - k] \cdot \Delta t + v_{inicial} \quad (3)$$

Dada una posición inicial S_f , una posición inicial S_i y partiendo del reposo se puede expresar la ecuación (2) como

$$2 \left(\frac{S_{Final} - S_{inicial}}{\Delta t^2} \right) = g \cdot (\text{sen} \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) - k \quad \text{con } k = \frac{b}{m} \quad (4)$$

Lista de Materiales

- Cronómetro.
- Pie Universal.
- Pinza sujetadora para pie universal.
- Carrito de metal con ruedas y Ventilador de CPU.
- Batería de 12 V.

- Cinta Métrica.
- Rampa de aluminio.
- Nivel.
- Hojas en blanco y hojas milimetradas.

Procedimiento Experimental

Parte A: Caracterización de la constante de rozamiento del móvil

- Para reducir el rozamiento estático del dispositivo experimental se deberá:
 - Limpiar muy bien la rampa de aluminio y la superficie deslizante del carrito, tomando la precaución que se encuentren bien secos antes de comenzar la experiencia.
 - Nivelar el riel en ambas direcciones.
- Arme el siguiente dispositivo experimental para obtener la constante de rozamiento dinámico del carrito con la rampa para tres ángulos diferentes.

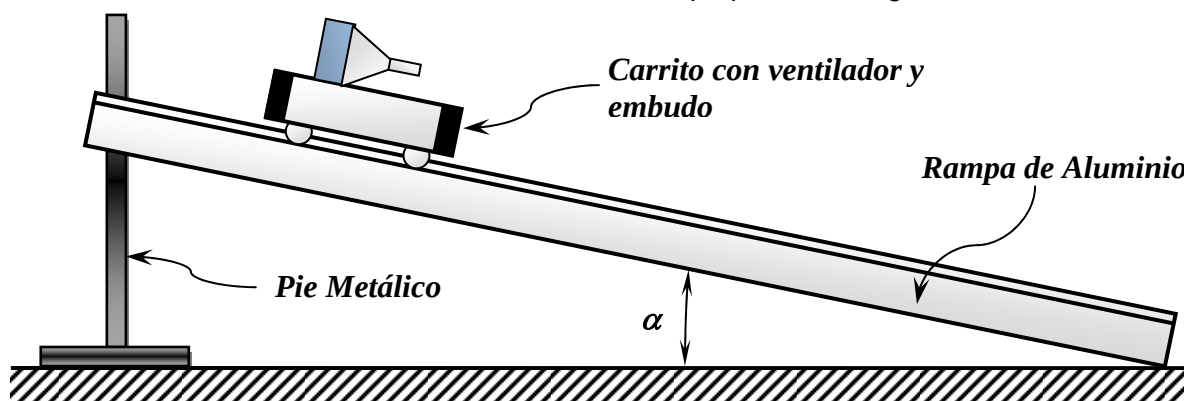


Figura 2: Esquema del dispositivo experimental

- Utilice el cronómetro para determinar el tiempo de caída por el plano inclinado, dada una distancia fija, en función del ángulo que forma el plano inclinado con la mesa.
- Determine la constante μ de rozamiento dinámico.

Figura 3: Foto del carrito con ventilador

Caracterización de la constante de fuerza eólica

Utilizando el dispositivo experimental anterior, mediremos la constante b de la fuerza eólica.

- Conecte la batería al ventilador poniéndolo en funcionamiento.
- Determine la aceleración del carrito en función del ángulo.
- Determine la constante b de la fuerza eólica.

Aclaración: Cuantifique en todos los casos las incertezas en las mediciones.

PE30. San Miguel de Tucumán. Azul.

Objetivo:

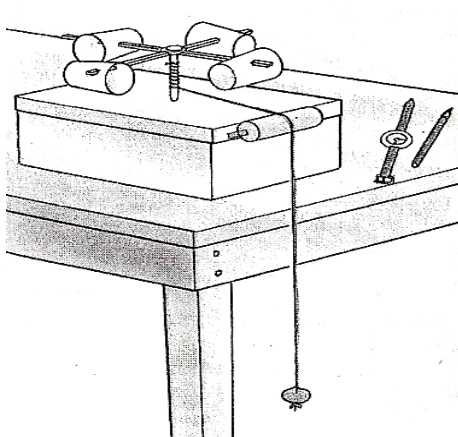
“Determinar la velocidad del viento”

Materiales:

- anemómetro
- secador de pelo
- Cronómetro
- cinta métrica
- Papel milimetrado

Procedimiento:

Se coloca la pesa del anemómetro haciendo que toque el suelo, colocar verticalmente la madera con la cinta métrica graduada o papel milimetrado, desde el piso hasta la base de la mesa. Conectar y encender el secador de pelo, acercarlo a los vasos y observar que estos girarán al viento. Utiliza el cronómetro para determinar el tiempo que la pesa tarda en elevarse desde el suelo al borde de la mesa.



- 1) Describa el método experimental y analice las condiciones y supuestos a partir de los cuales puede medir la velocidad del viento. Explique.
- 2) Marcar los tramos donde se tomarán las mediciones y medir los tiempos correspondientes.
- 3) calcular la aceleración con la que sube la pesa, con su error correspondiente.
- 4) Calcular la velocidad del viento con su error correspondiente.
- 5) Elaborar un informe donde incluya los pasos seguidos, los gráficos, los cálculos, los posibles errores cometidos y las conclusiones.

PE31. Yerba Buena, Tucumán. Azul.**Cajas Deslizantes.**

Determinación del *coeficiente de roce estático máximo* entre dos superficies.

Objetivo:

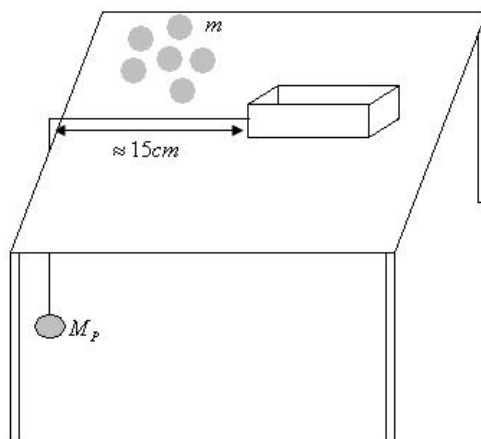
- Determinar el coeficiente de roce estático máximo entre dos superficies utilizando las condiciones de equilibrio dinámico establecido por las Leyes de Newton.
- Comparar los resultados para distintas superficies en contacto.

Materiales Disponibles:

- Balanza
- Masas de diferentes denominaciones
- Lápices cilíndricos
- Una caja
- Hilo piolín
- Plastilina

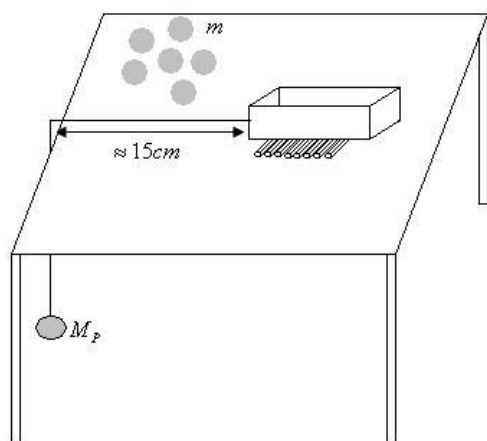
Instrucciones:

- 1) Describa el método experimental y analice las condiciones y supuestos a partir de los cuales puede encontrar el coeficiente de roce estático máximo entre las superficies.
 - 2) Encuentre la condición de equilibrio estático utilizando Leyes de Newton.
- Una vez desarrollado el marco teórico, arme el dispositivo experimental.



- Determine la masa M_p que tira del sistema.
- Encuentre la condición de equilibrio. Para ello encuentre la mínima cantidad de masa en la caja para que ésta no se desplace.
- Corrobore el ítem anterior vaciando la caja y utilizando masas distintas.
- Considerando las Leyes de Newton, determine el coeficiente de roce estático máximo entre ambas superficies.

Parte 2: cambiando las superficies:



A continuación coloque los lápices entre ambas superficies como lo indica la figura. A simple vista, ¿Cambian los resultados obtenidos? Explicar por qué

- Determine nuevamente la masa necesaria para encontrar el equilibrio y determine el coeficiente de roce estático máximo entre estas nuevas superficies.
- Redacte un informe experimental transmitiendo sus resultados, análisis de errores, conclusiones y todo lo que considere relevante en el mismo.

PE32. Vicente López, Buenos Aires. Azul.

Objetivos

Se van a estudiar experimentalmente las oscilaciones de la columna de agua contenida en un tubo cilíndrico, doblado en forma de U. Debido a la fricción del agua con las paredes del tubo, esta oscilación es amortiguada y al cabo de unas pocas oscilaciones se alcanza el equilibrio. En concreto, se van a determinar experimentalmente el *radio efectivo* del tubo y el *coeficiente de amortiguamiento*.

Materiales

- Tubo de goma de 170 cm de longitud.
- Listón de madera.
- Tacos de madera para sujetar el listón a la pata de la mesa.
- 4 pinzas para sujetar el tubo al listón.
- Cinta adhesiva y tijeras.
- Jeringa graduada de 60 cm³.
- Cinta métrica.

- Cronómetro.
- Botella de agua.
- Vaso de plástico.

Montaje. Procedimiento experimental

- El listón de madera se coloca vertical, apoyado en el suelo y en el lateral de la mesa. Se colocan los tacos de madera entre el listón y la pata de la mesa y se sujetan, como indica la figura 1.

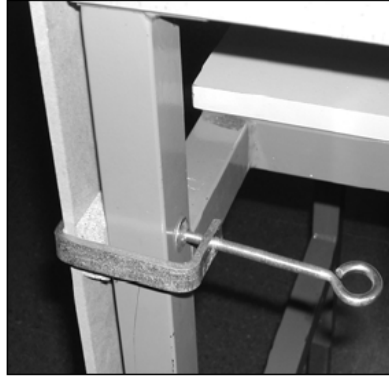


Fig. 1

- El tubo se sujeta al listón mediante las pinzas, como se indica en la figura 2. Si es necesario, se puede emplear cinta adhesiva para terminar de sujetar el tubo y darle la forma deseada en U.



Fig. 2

- Debe procurarse que el tubo mantenga su sección circular, es decir que no se doble en la parte inferior curvada ni se aplaste con las pinzas. Además, los dos laterales del tubo deben quedar verticales.
- Es necesario que quede un trozo de tubo libre en la parte superior de los dos lados, uno de ellos suficientemente largo para poder soplar por él.
- El volumen deseado de agua se introduce en el tubo mediante una jeringa graduada. Deben evitarse en lo posible las burbujas de aire dentro de la jeringa y en la columna de agua dentro del tubo.
- Para forzar la oscilación de la columna de agua, soplar por un extremo del tubo hasta que el agua alcance el nivel deseado y tapar con un dedo el otro extremo. Al quitar el dedo que cierra el tubo comienza la oscilación de la columna de agua. El desplazamiento inicial del agua debe ser suficiente para que puedan observarse cuatro oscilaciones completas antes de que el sistema alcance el equilibrio.

- **Atención:** cuando se sopla por un extremo del tubo, debe evitarse que el agua rebosa por el otro. Si ocurriese esto, sería necesario vaciar el tubo y volver a empezar la medida pues se desconocería el volumen de agua que queda dentro del tubo.
- Antes de realizar medidas es conveniente adquirir práctica con el método de forzar la oscilación del agua y con el manejo del cronómetro.

Modelo teórico

En equilibrio, el nivel de agua en los dos lados del tubo es el mismo (figura 3.a). Cuando se sopla por un extremo del tubo el sistema se desequilibra (figura 3.b) y, al liberar el sistema, el nivel x del agua oscila en torno al de equilibrio.

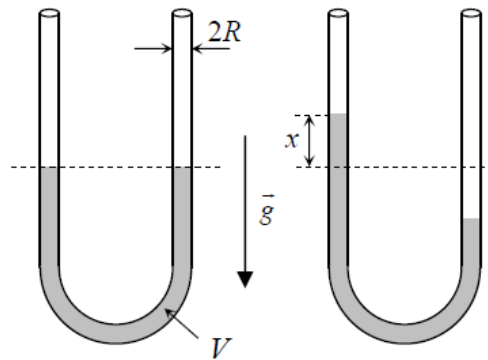


Fig. 3.a

Fig. 3.b

No es difícil demostrar que, en ausencia de fricción, esta oscilación es armónica, es decir

$$x = A \cos \omega_0 t \quad (1)$$

con periodo de oscilación $T_0 = 2\pi / \omega_0$ dado por

$$T_0^2 = \frac{2\pi}{gR^2} V$$

donde g es la aceleración de la gravedad, R el radio del tubo y V el volumen de agua. En ausencia de fricción, la amplitud de oscilación, A , sería constante en el tiempo. Un tratamiento más realista debe tener en cuenta la fricción del agua con las paredes del tubo. Si se considera una fuerza de fricción proporcional a la velocidad del agua, se obtiene

$$x = A_0 e^{-\gamma t} \cos \omega t \quad (3)$$

donde γ es el llamado *coeficiente de amortiguamiento*. El resultado (3) representa una oscilación armónica con frecuencia angular $\omega = 2\pi / T$ y amplitud A exponencialmente decreciente (figura 4)

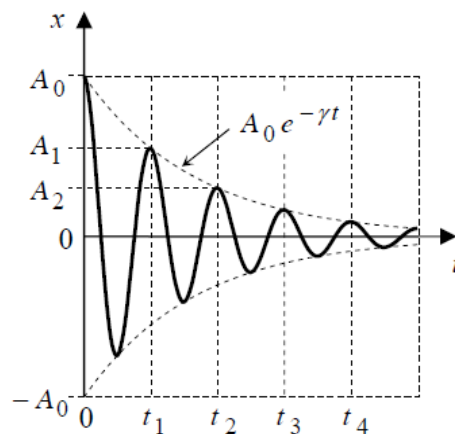


Fig. 4

$$A = A_0 e^{-\gamma t_0} \quad (4)$$

En particular, la amplitud al cabo de n oscilaciones completas, es decir en $t_n = nT$, es (figura 4)

$$A_n = A_0 e^{-\gamma n T} \quad (5)$$

Si el amortiguamiento es débil ($\gamma \ll \omega_0$), como es nuestro caso, la frecuencia ω coincide aproximadamente con la frecuencia ω_0 en ausencia de amortiguamiento, de forma que la expresión (2) para el periodo de oscilación sigue siendo aproximadamente válida.

Pero, debido también a la fricción del agua con las paredes, la columna de agua no oscila "en bloque", es decir como un todo (La capa de agua en contacto con las paredes prácticamente no se mueve). Como consecuencia, el *radio efectivo* del tubo es inferior al real, y por tanto el periodo de oscilación es mayor que el previsto en ausencia de fricción, de forma que

$$T^2 = \frac{2\pi}{gR_{ef}^2} V \quad (6)$$

con $R_{ef} < R$, y $T > T_0$.

En la primera parte de esta prueba experimental se van a realizar una serie de medidas para determinar los radios efectivo, R_{ef} , y real, R , del tubo. En nuestro montaje, estos dos radios son claramente diferentes, es decir la diferencia entre ambos es mayor que sus incertidumbres experimentales. En la segunda parte se obtendrá el coeficiente de amortiguamiento γ .

Medidas y preguntas

1ª parte. Determinación de R_{ef} y R .

1.a) Mediante la jeringa graduada, añade agua dentro del tubo de forma que el volumen de agua sea sucesivamente

$V = 30, 40, 50 \dots 100$ cm³. En cada uno de estos casos:

- Mide con el cronómetro el periodo de oscilación del agua en torno a su nivel de equilibrio. Sugerencia: mide cuatro veces el tiempo de cuatro oscilaciones completas ($4T_1, 4T_2, 4T_3$ y $4T_4$) y deduce el periodo T promediando los resultados.
- Para cada V , marca con birome en los dos lados del tubo la posición del nivel de agua en equilibrio. La distancia entre estas dos marcas, que se medirá más tarde cuando se vacíe y estire el tubo, permitirá determinar su radio R . Ten cuidado de que estas marcas no se borren.

1.b) Representa gráficamente en un papel milimetrado los puntos experimentales T_2 (en ordenadas) frente a V (en abscisas).

1.c) Obtén la pendiente de la recta que mejor se ajusta a estos puntos.

1.d) Deduce el valor del radio efectivo del tubo, R_{ef} .

1.e) Haz una estimación de la incertidumbre del radio efectivo, ΔR_{ef} .

1.f) Desmonta con cuidado un lado del tubo y vacía el agua en un vaso. Desmonta completamente el tubo y estíralo sobre la mesa, mide la distancia L entre las marcas simétricas que has hecho para cada V y deduce en cada caso el radio R del tubo.

1.g) Calcula el valor medio de R y haz una estimación de su incertidumbre.

2ª parte. Determinación de γ .

Vuelve a sujetar el tubo en U al listón de madera. Introduce 60 cm³ de agua y marca en el listón el nivel de agua en equilibrio. Haz otra marca unos 20 cm por encima. Ésta será la posición inicial del nivel de agua, A_0 , en todas las medidas posteriores. Antes de medir debes adquirir práctica en conseguir enrasar el nivel de agua con esta marca, soplando por el otro lado hasta alcanzar un nivel un poco más alto, tapando el tubo con el dedo y dejando entrar un poco de aire hasta que el nivel alcance la marca.

2.a) Mide las amplitudes A_1, A_2 y A_3 al cabo de una, dos y tres oscilaciones completas, respectivamente, es decir en

$t_1 = T, t_2 = 2T$ y $t_3 = 3T$ (el periodo T para este volumen de agua ya ha sido medido previamente).

Repita la observación de la oscilación amortiguada todas las veces que sea necesario para, mediante aproximaciones y marcas sucesivas, determinar estas amplitudes con suficiente precisión.

2.b) Transforma la expresión (4) para obtener una relación lineal entre una función de la amplitud, $F(A)$, y el tiempo t .

2.c) Representa gráficamente los puntos experimentales correspondientes, $F(A)$ en función de t . Ajusta estos puntos a una línea recta.

2.d) Deduce el coeficiente de amortiguamiento, γ .

PE33. Eduardo Castex, La Pampa. Azul.

Primera parte

Tema: Resortes, su comportamiento.

OBJETIVO: Cálculo de la constante K (Dinas/cm) de un resorte.

Desarrollo teórico: Comportamiento de un resorte

Los resortes son dispositivos mecánicos que hacen uso de la capacidad elástica de los materiales como hierro, gomas, plásticos etc.

Cada resorte tiene una característica propia de responder frente a una deformación de su posición inicial. De forma tal que al alejarlo una distancia X (cm.) sentimos que el resorte ejerce una fuerza contraria que depende proporcionalmente de la distancia X y de su propia constante K .

La fórmula que representa este fenómeno físico es muy sencilla: para resolver la fuerza que realiza el resorte, siempre contraria al desplazamiento es:

$F \text{ (dinas)} = K \text{ (Dinas / cm)} \cdot X \text{ (cm)}$

Cálculo de K (Dinas / cm)

ACTIVIDAD: Investiga cómo se comporta un resorte, que suspendido del extremo superior, se lo carga con distintos pesos crecientes sufriendo una deformación X (cm.). Medimos sin pesos la longitud inicial l_{ini} , y al cargarlo se toma X como la resta del largo total menos la longitud inicial $X = l_{final} - l_{inicial}$

Se toman los datos de deformación para cada carga que se agrega, usando los mismos en la carga de pesos y tomando también en la descarga de los mismos, llevándolos a una tabla.

Carga de pesos

De la balanza saco los pesos en gramos fuerza, para pasarlos a dinas simplemente los multiplico por la gravedad en el CGS $g = 981 \text{ cm/seg}^2$ y obtengo el peso en Dinas

Pesos En Dinas									
Deformación $X = l_{fin} - l_{ini}$ centímetros									

Descarga de pesos

Voy retirando pesos y vuelvo a medir la deformación

Pesos En Dinas									
Deformación $X = l_{fin} - l_{ini}$ centímetros									

Construcción del Gráfico:

Gráfico: Con los datos de la tabla armar en escalas convenientes, en el eje x las deformaciones en centímetros y en el eje y las fuerzas en dinas.

Volcar los puntos y analizar a qué función se la puede aproximar. Tener en cuenta la fórmula de los resortes antes vista (recta que pasa por el origen) evaluar los errores en las determinaciones.

CALCULO DE LA CONSTANTE k DEL RESORTE

Con los datos del gráfico se puede determinar el valor de K, dividiendo un segmento de las pesas por su escala dinas, por su correspondiente de las deformaciones X (cm) en su escala también:

K = Segmento de pesos / segmento de deformaciones
--

Estimar errores

Segunda parte

Verificación de K mediante un péndulo elástico.

Desarrollo teórico: La ley que marca el periodo T (seg) de un péndulo elástico está en función de la masa del cuerpo que cuelga del mismo y de la constante K de este resorte.

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{m / K}$$

De esta ley se puede despejar la constante K para su cálculo y constatación con la parte I del ensayo, teniendo como datos la masa m y el periodo T medidos con balanza y cronómetro respectivamente.

PUNTO1. Armar el dispositivo de péndulo ELASTICO con una masa m1.

Apartar la masa de la posición vertical y medir 2 amplitudes y luego sacar el periodo T promedio para calcular por la fórmula el valor de K. Repetimos el procedimiento con otras masas m2 y m3.

Armar la tabla siguiente

Masas(gramos)	Periodo T 1(seg)	Periodo T 2(seg)	T Promedio(seg)	Valores de K
masa 1=				
masa 2 =				
masa 3=				

Escribir de los instrumentos que usó, su precisión. Estimar errores, cuantos decimales le puso a π ?

CONCLUSIONES FINALES:

Contrastar los resultados de K de la parte I con la segunda parte y concluir los errores de cada caso, cual le resulta más preciso?.

PE34. Ciudad de San Luis. Azul.

Objetivos

1. Estudio de la dependencia del período de oscilación del resorte con la masa.
2. Determinación de la constante de fuerza de un resorte

Materiales

Un soporte
Un resorte
Un cronómetro
Una regla graduada
Un juego de pesas

Introducción teórica

Ley de Hooke

Todos los cuerpos son en mayor o menor grado deformables, solo algunos fácilmente deformables, vuelven a su forma original cuando cesa la acción que produce la

deformación y otros quedan deformados en forma permanente. Cuando se estira una liga (o elástico), ella vuelve a su tamaño al dejar de aplicar la fuerza que produce el estiramiento; salvo que la fuerza sea tal que la liga se corte. Estos efectos se pueden apreciar no solamente en una liga, sino en otros cuerpos tales como un trozo de caucho, una varilla metálica o un hilo de nylon. Ahora estamos interesados en aquel efecto que vuelve el cuerpo a su forma inicial sin haber quedado deformado. En este caso se dice que el cuerpo se estudia en su rango elástico.

R. Hooke estudió este fenómeno y estableció una Ley que hoy lleva su nombre Ley de Hooke, que dice que cuando un cuerpo es deformado dentro de su rango elástico, la deformación es proporcional a la fuerza que la produce.

Es decir cuando se cuelga una masa m en un resorte, éste se alarga (se deforma) y el alargamiento está relacionado con la fuerza aplicada (peso que se cuelga) según:

$$\text{Peso} = -k \cdot x$$

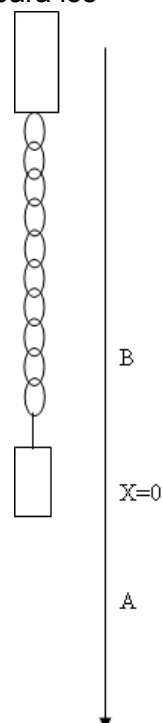
Es decir la condición de equilibrio es $mg = kx$ donde k se le llama constante de fuerza y cuyas unidades de medida en el sistema MKS son N/m .

Dicha Ley significa que en el rango elástico, a mayor fuerza aplicada, mayor es la deformación en la misma proporción. La constante de fuerza es diferente para los diferentes materiales. Así, es alta para el acero y baja para una liga. Pero no solamente depende de la naturaleza de cuerpo, sino también de su sección transversal. En el caso de un resorte dependerá del material, del diámetro del alambre y del diámetro del resorte.

El **periodo** de un movimiento oscilatorio es el **tiempo** que demora en completar una oscilación completa. Ver figura. Desde A hasta B pasando por $x=0$ y regresando a A.

Procedimiento

- Armar el péndulo con los elementos entregados
- Realizar las mediciones que crea conveniente para lograr los objetivos planteados
- Redactar un informe escrito con letra clara que contenga:
 - . Título
 - . Introducción
 - . Descripción del dispositivo experimental (texto y dibujo)
 - . Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones
 - . Mediciones / Tablas
 - . Gráficos (en hoja milimetrada)
 - . Análisis de errores
 - . Resultados obtenidos
 - . Conclusiones



PE35. Comodoro Rivadavia, Chubut. Azul.

Equilibrio Térmico.

En la presente prueba experimental estudiaremos cómo es la transmisión de calor entre dos sustancias en contacto térmico y la evolución de la temperatura de cada una de ellas hasta que se alcanza el equilibrio.

El experimento que realizaremos consistirá en colocar en contacto térmico (pero no físico) agua y alcohol, inicialmente a diferente temperatura, y ver cómo se modifica la temperatura de cada uno de estos líquidos a medida que transcurre el tiempo.

Para llevar a cabo este experimento utilizaremos un recipiente cerrado de telgopor, cuyo interior se encuentra dividido en dos cavidades mediante una lámina de aluminio.

Se utiliza un recipiente de telgopor debido a que este material es un buen aislante térmico, con lo cual, teniendo en cuenta la duración del experimento, se podría considerar que el intercambio de calor entre el interior y el exterior del recipiente es despreciable, es decir que podríamos considerarlo adiabático.

Por otra parte, consideramos que ambas cavidades se hallan en contacto térmico ya que la lámina que las separa es delgada y de aluminio, el cual es un buen conductor térmico. En una de estas cavidades colocaremos una cierta masa de agua y en la otra, alcohol a diferente temperatura que el agua. Determinaremos la masa de líquido que pondremos en cada cavidad midiendo su volumen con una probeta graduada, siendo conocidas las densidades tanto del agua como del alcohol (ver “Datos útiles”).

En cada cavidad introduciremos un termómetro con el fin de medir la temperatura de cada uno de los líquidos y poder así registrar cómo cambia con el transcurso del tiempo. Efectuaremos mediciones de la temperatura a intervalos regulares de tiempo (este último lo mediremos utilizando un cronómetro) hasta que el sistema alcance el equilibrio. Tengan en cuenta que será necesario definir un criterio, basándose en lo discutido más arriba, según el cual se decidirá si el sistema ha alcanzado el equilibrio o no.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que ninguno de los líquidos presentará una temperatura uniforme en toda su extensión. Debido a características de la transmisión del calor, el líquido que inicialmente esté a mayor temperatura se enfriará más rápido en las cercanías de la lámina de aluminio, y más lentamente a medida que aumenta la distancia a ésta. Recíprocamente, el otro líquido se calentará más rápidamente en la zona en contacto con la lámina.

Para poder considerar un único valor que sea representativo de la temperatura del fluido utilizaremos un agitador, que consiste simplemente en dos pequeñas paletas sumergidas una en cada líquido. Éstas, al ponerse en movimiento, revuelven cada uno de los líquidos logrando de esta forma que se homogenice la temperatura de los mismos. Como el uso del agitador y el movimiento que éste produce en el fluido podrían influir en la evolución del sistema hacia el equilibrio, mantendremos el proceso de agitación en forma continua a lo largo de toda la experiencia en lugar de accionarlo y detenerlo al momento de efectuar cada medición. Dada la fragilidad del dispositivo, se debe tener mucho cuidado en su manipulación.

El recipiente utilizado en la experiencia se puede considerar adiabático si para cualquier proceso que se lleve a cabo en el mismo, $\sum Q_i = 0$ donde Q_i es la cantidad de calor intercambiado por cada uno de los cuerpos que se encuentran en el interior del dispositivo. Cabe tener en cuenta que, además de los líquidos, tanto las paredes internas del envase como todo material presente (el agitador, la lámina de aluminio,...) intercambian calor con todo elemento que se halle en el recipiente.

Si definimos Q_{rec} como la cantidad de calor que intercambia el recipiente y sus elementos, entonces podremos decir que el dispositivo es adiabático si se cumple que:

-complete: (hipótesis 1)

Considerando el Q_{rec} despreciable frente a las otras magnitudes (hipótesis 2), son sólo evaluar los calores intercambiados por el agua y el alcohol, podríamos verificar si el recipiente se comportó de manera adiabática.

-complete: (hipótesis 2)

Confeccionen una tabla (Tabla 1) en la que figuren los resultados de sus mediciones y sus respectivas incertezas.

Calculen la cantidad de calor intercambiada durante todo el proceso por cada uno de los líquidos, estimen su incerteza y compárenlas. A partir de esta comparación, ¿creen que fue correcto considerar el recipiente como si fuese adiabático? ¿Por qué? Si la determinación experimental demuestra que la hipótesis 2 no se cumple, ¿pueden afirmar que el recipiente no es adiabático?

Realicen en una misma hoja milimetrada y a partir de sus mediciones un gráfico de temperatura en función del tiempo tanto para el agua como para el alcohol.

Diferencien, por ejemplo utilizando colores distintos, los puntos del gráfico que

corresponden a cada líquido. Analicen cualitativamente dicho gráfico. A partir del mismo, ¿cómo dirían que tienen que ser las temperaturas de los líquidos para que el sistema se halle en equilibrio?

Luego de analizar el gráfico obtenido: ¿hay momentos en los que el intercambio de calor es más rápido que en otros? ¿Cómo llegaron a dicha conclusión? Para poder realizar un análisis cuantitativo, calculen la cantidad de calor intercambiada por los líquidos durante cada intervalo de un minuto (es decir, entre $t=0$ min y $t=1$ min; entre $t=1$ min y $t=2$ min;...).

Utilicen, para efectuar estos cálculos, los valores obtenidos para el alcohol ya que debido a que posee menor calor específico y densidad presenta mayores variaciones de temperatura que las del agua, para una misma cantidad de calor intercambiada. Vuelquen los datos obtenidos en la Tabla 2.

El cambio que se observa en la cantidad de calor intercambiado en cada intervalo de un minuto ¿de qué magnitud dependerá? A partir de las mediciones realizadas, obtengan un valor representativo de dicha magnitud **para cada uno de los intervalos ξ de un minuto** y su incerteza. Completen con los mismos, las dos columnas restantes de Tabla 2. Realicen otro gráfico para poder estudiar la relación entre esta magnitud y el calor intercambiado en cada intervalo de tiempo.

Datos útiles:

Densidades de los líquidos:

$$\delta_{\text{agua}}=1,00 \text{ g/cm}^3 \quad \delta_{\text{al}}=0,79 \text{ g/cm}^3$$

Calores específicos de los líquidos:

$$c_{\text{agua}}=1,00 \text{ cal/(g } ^\circ\text{C)} \quad c_{\text{al}}=0,58 \text{ cal/(g } ^\circ\text{C)}$$

Fórmula de propagación de incertezas para la cantidad de calor (Q) intercambiada por cada líquido.

$$\Delta Q = m.c.(T_f - T_i). \Delta m/m + m.c.(\Delta T_f + \Delta T_i)$$

Tabla 1

t(min)	$\Delta t(\text{min})$	$T_{\text{agua}}(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T_{\text{agua}}(^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{alc}}(^{\circ}\text{C})$	$\Delta T_{\text{alc}}(^{\circ}\text{C})$
0.0					
0.5					
1.0					
...					

Tabla 2

Intervalo ξ	$\xi T_{\text{alc}} (^{\circ}\text{C})$	Incerteza de $T_{\text{alc}}(^{\circ}\text{C})$	$Q_{\text{alc}}(\text{cal})$	Incerteza de $Q_{\text{alc}}(\text{cal})$
0 min – 1 min				
1 min – 2 min				
...				

PE36. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Objetivo: El objetivo de esta práctica es la determinación de la intensidad del campo magnético terrestre.

El campo magnético terrestre es un fenómeno natural originado por los movimientos de metales líquidos en el núcleo del planeta. Resulta de gran utilidad para la orientación de las personas mediante brújulas.

Una brújula apunta en la dirección Sur-Norte por tratarse de una aguja imantada inmersa en el campo magnético terrestre: desde este punto de vista, la Tierra se comporta como un imán gigantesco y tiene *polos magnéticos*, los cuales, en la actualidad, no coinciden con los *polos geográficos*.

El Polo Norte Magnético se encuentra a 1800 kilómetros del Polo Norte Geográfico.

En consecuencia, una brújula no apunta exactamente hacia el Norte geográfico.

Un campo magnético puede también estar generado por un imán o por una bobina.

El campo generado por una bobina puede variar su intensidad en función de algunos parámetros como, por ejemplo: la intensidad de la corriente, el número de vueltas y el radio de la bobina. La relación matemática que los vincula es la siguiente:

$$B_b = \frac{\mu \cdot 2 \cdot \pi \cdot N \cdot I}{R_b}$$

Donde:

μ : es una constante que vale 10^{-7} Tesla · metros / Ampere

N : número de vueltas de la bobina

I : corriente eléctrica que circula en Ampere

R_b : radio de la bobina en metros

B : Intensidad de campo magnético en Tesla

Para medir la intensidad del campo magnético terrestre se utilizara un campo magnético generado por una bobina. Orientados de manera tal que formen una ángulo de 90° entre si. Y se utilizara una brújula para medir el ángulo que forma el campo magnetico resultante con respecto al campo magnetico terrestre. Como indica la figura 2

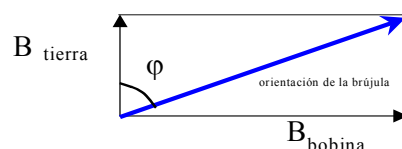


Figura 2: Orientación de los campos magnéticos. El sentido del campo magnético generado por la bobina puede estar en sentido contrario al que marca la figura 2. Para generar el campo magnético de la bobina se construirá un circuito serie con la bobina, una resistencia, un amperímetro y una fuente de tensión variable como indica la figura 3

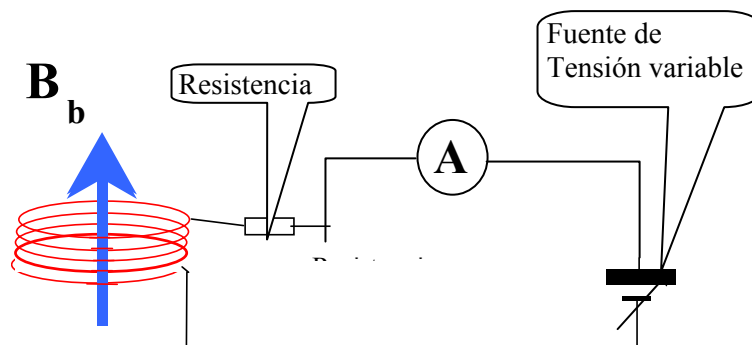


Figura 3: Circuito serie para generar el campo magnético de la bobina

Lista de materiales

- 1 Multímetro (en modo amperímetro 20A)
- Dispositivo de medición (bobina con una brújula centrada en su interior (figura 1))
- Fuente de tensión variable
- 1 Resistencia de 47Ω (10W)
- 1 Resistencia de 22Ω (10W)
- Cables banana-banana
- Lupa
- Regla

Instrucciones

Comentarios Generales:

- 1) Antes de comenzar lea todas la instrucciones.
- 2) Agregue en el informe los comentarios que aclaren el procedimiento exacto que utilizó en cada paso. En lo posible incluya también un esquema aclaratorio.
- 3) Escriba en tablas los datos obtenidos en las mediciones.
- 4) Aclare cualquier cambio o desvío respecto de las instrucciones, junto con una breve explicación de su motivo.
- 5) Trate de ser prolijo.
- 6) **IMPORTANTE: no olvide alejar cualquier objeto metálico de la bobina.**

Parte 1: Desarrollo de la experiencia:

- 1) Oriente el dispositivo experimental de tal manera que la brújula indique la dirección norte. De esta manera, estando la brújula en centro de la bobina, los cables de la bobina estarán orientados en la dirección sur-norte.
- 2) Construya el circuito de la figura 3 utilizando inicialmente la resistencia de 22Ω . El amperímetro debe estar en el modo de medición para 20A.
- 3) Prenda la fuente seleccionando 12V de tensión y mida la corriente que circula y el ángulo que indica en la brújula con respecto a la dirección norte (0° de la brújula). Importante: espere a que el indicador de la brújula este quieto para medir el ángulo. Si necesita utiliza la lupa para observar el angulo.
- 4) Repita el punto 3) pero seleccionando en la fuente de tensión 9V, 6V, y 3V respectivamente. Apague la fuente para cambiar la tensión de salida y vuelva a encenderla una vez
- 5) Apague la fuente y cambie la resistencia de 22Ω por la resistencia de 47Ω y repita los puntos 3) y 4)
- 6) Mida el radio (R) y el numero de vueltas (N) de la bobina.
- 7) Con los valores obtenidos de corriente y ángulo (ϕ) y las mediciones del punto 6)
 - a) Construya un grafico de B_{bobina} en función de la $\text{tg } \phi$. Y trace la las rectas máxima, mínima y media
 - b) Del ultimo grafico obtenga un valor para el campo magnetico terrestre y estime su error.

Parte 2: Realización de un informe.

Escriba un informe de la experiencia realizada que posea la siguiente información:

- Título
- Introducción (breve)
- Descripción del dispositivo experimental (texto y dibujo)
- Detalles acerca de cómo se realizaron las mediciones (texto y dibujo)
- Mediciones / Tablas
- Gráficos (En hoja milimetrada)
- Cálculos
- Cálculos de errores

- Resultados obtenidos
- Comentarios finales
- Conclusiones

Y cualquier otra información que considere relevante.

PE37. Ciudad de Buenos Aires. Azul.

Objetivo:

Determinar la relación que existe entre el período y la longitud de un péndulo

Materiales:

- Soporte universal
- Hilo
- Pesa de 50 gf
- Cronómetro
- Regla
- Papel milimetrado

Para lograr el objetivo debe seguir la siguiente secuencia:

- 1- Plantee una hipótesis
- 2- Arme un sistema con los elementos que se le entregó
- 3- Realice una experiencia
- 4- Redacte el informe correspondiente
- 5- Conteste las siguientes preguntas
 - a) ¿Cuáles pueden haber sido las causas de las incertezas presentes en el trabajo que realizó?
 - b) ¿Puede determinar el valor de g con la menor incerteza experimental? Justifique la respuesta.

PE38. Ciudad de Buenos Aires. Verde.

Objetivo

Determinar el paso de la pista en espiral de un CD.

Introducción Teórica

En un disco compacto (CD) la información se graba sobre una pista con forma de espiral construida sobre un material espejado. Con cada vuelta, la pista se aleja una misma distancia del centro. Esta cantidad se denomina el *paso* de la espiral. Si se observa una pequeña región de dimensiones mucho menores que el radio de curvatura de la espiral en dicho punto, la pista se ve como un conjunto de líneas paralelas y equidistantes.

Cuando un haz de luz incide sobre una rejilla reflectante de líneas paralelas, las ondas que llegan a cada línea de la rejilla se dispersan interfiriendo con las ondas dispersadas por las líneas vecinas y cancelándose entre sí, excepto en determinadas direcciones en las que la interferencia es constructiva y se observa un máximo de intensidad. Si el haz incidente está contenido en un plano perpendicular a las líneas de la rejilla, los ángulos de reflexión para los cuales esto ocurre están dados por

$$d (\sin \theta_i - \sin \theta_{r,m}) = m \lambda$$

donde θ_i y $\theta_{r,m}$ se miden según se muestra en la figura 1, d es la distancia entre líneas de la rejilla, m es el orden del máximo y λ es la longitud de onda de la luz utilizada. En la figura 2 se muestra la correspondencia con los órdenes, de acuerdo con la convención utilizada para medir los ángulos. Note que el orden $m = 0$ corresponde a la reflexión especular ($\theta_i = \theta_{r,0}$).

Equipo Experimental

Dispone de los siguientes elementos:

- Un disco CD-R virgen.
- Puntero láser de longitud de onda $\lambda = (650 \pm 30) \text{ nm}$
- Una hoja de cartulina montada sobre soportes.
- Regla de papel autoadhesiva.
- Dos tacos de madera
- Un rollo de cinta adhesiva
- Clavo
- Papel milimetrado

Procedimiento

No hay indicaciones estrictas sobre el método a emplear. Sin embargo, considere las siguientes recomendaciones:

- i. Aproveche los primeros minutos de luz para planificar sus mediciones y preparar las tablas necesarias.
- ii. Primero haga incidir el haz perpendicularmente y tome ésta posición como referencia. Le será útil para determinar los demás ángulos.
- iii. Varíe el ángulo de incidencia y registre las posiciones de los máximos de orden 0 y -1. Repítalo para no menos de seis ángulos diferentes.
- iv. Analice cuidadosamente la relación entre los ángulos que se midieron y los mencionados en la introducción, θ_i y $\theta_{r,-1}$.

Se pide que:

- a) Realice un esquema del dispositivo a utilizar indicando los detalles del armado que considere importantes.
- b) Describa el procedimiento empleado para realizar las mediciones.
- c) Confeccione una tabla con los valores de los ángulos medidos y sus respectivas incertezas. Indique en un dibujo cuáles son dichos ángulos.
- d) Confeccione una tabla con los valores de los senos de los ángulos θ_i y $\theta_{r,-1}$ obtenidos.
- e) Grafique el cociente $\sin \theta_i / \sin \theta_{r,-1}$ en función de $1 / \sin \theta_{r,-1}$ para los datos correspondientes a $m = -1$.
- f) Trace la recta que mejor se ajuste a los puntos obtenidos. A partir de la pendiente, obtenga el paso de la espiral.

Algunas expresiones útiles

Para un triángulo rectángulo de catetos x e y , siendo a el ángulo que forma x con la hipotenusa, se tiene:

$$\sin a = y / (x^2 + y^2)^{1/2} \quad \cos a = x / (x^2 + y^2)^{1/2} \quad \tan a = y / x$$

Algunas fórmulas de propagación poco comunes:

$$\Delta(\sin a) = \Delta a \times \cos a \quad \Delta(\arctan z) = \Delta z / (1 + z^2) \quad \Delta(z^p) = p \Delta z z^{p-1}$$

Justifique todos sus argumentos, incluyendo razonamientos, hipótesis y conclusiones en las hojas a entregar.

PE39. San Miguel de Tucumán. Verde.

Determinación del índice de refracción de un líquido.

- Utilizando la ley de Snell determine el índice de refracción de un líquido (agua, aceite, etc), confeccionando usted un método para la determinación.
- Confeccione un informe de datos en el cual conste la justificación de cada paso realizado.
- Confeccione un análisis de error.

Lista de elementos a utilizar.

- Puntero láser.
- Regla, escuadra.
- Papel milimetrado o cuadriculado.
- Cinta de enmascarar.

- Recipiente cilíndrico transparente.

Nota teórica.

La **ley de Snell** es una fórmula simple utilizada para calcular el ángulo de refracción de la luz al atravesar la superficie de separación entre dos medios de propagación de la luz (o cualquier onda electromagnética) con índice de refracción distinto. El nombre proviene de su descubridor, el matemático holandés Willebrord Snel van Royen (1580-1626). Le pusieron "Snell" debido a su apellido pero le pusieron dos "l" por su nombre Willebrord el cual lleva dos "l". La ley de Snell es muy utilizada en muchos casos. La misma afirma que el producto del índice de refracción por el seno del ángulo de incidencia es constante para cualquier rayo de luz incidiendo sobre la superficie separatriz de dos medios. Aunque la ley de Snell fue formulada para explicar los fenómenos de refracción de la luz se puede aplicar a todo tipo de ondas atravesando una superficie de separación entre dos medios en los que la velocidad de propagación de la onda varíe.

Descripción óptica.

Consideremos dos medios caracterizados por índices de refracción n_1 y n_2 separados por una superficie S. Los rayos de luz que atraviesen los dos medios se refractarán en la superficie variando su dirección de propagación dependiendo del ratio entre los índices de refracción n_1 y n_2 .

Para un rayo luminoso con un ángulo de incidencia θ_1 sobre el primer medio, ángulo entre la normal a la superficie y la dirección de propagación del rayo, tendremos que el rayo se propaga en el segundo medio con un ángulo de refracción θ_2 cuyo valor se obtiene por medio de la ley de Snell.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Obsérvese que para el caso de $\theta_1=0$ (rayos incidentes de forma perpendicular a la superficie) los rayos refractados emergen con un ángulo $\theta_2=0$ para cualquier n_1 y n_2 .

La simetría de la ley de Snell implica que las trayectorias de los rayos de luz son reversibles. Es decir, si un rayo incidente sobre la superficie de separación con un ángulo de incidencia θ_1 se refracta sobre el medio con un ángulo de refracción θ_2 , entonces un rayo incidente en la dirección opuesta desde el medio 2 con un ángulo de incidencia θ_2 se refracta sobre el medio 1 con un ángulo θ_1 .

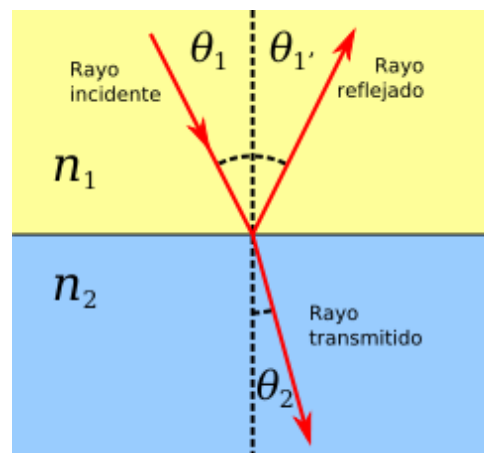
Una regla cualitativa para determinar la dirección de la refracción es que el rayo en el medio de mayor índice de refracción se acerca siempre a la dirección de la normal a la superficie. La velocidad de la luz en el medio de mayor índice de refracción es siempre menor.

La ley de Snell se puede derivar a partir del principio de Fermat, que indica que la trayectoria de la luz es aquella en la que los rayos de luz necesitan menos tiempo para ir de un punto a otro. En una analogía clásica propuesta por el físico Richard Feynman, el área de un índice de refracción más bajo es substituida por una playa, el área de un índice de refracción más alto por el mar, y la manera más rápida para un socorrista en la playa de rescatar a una persona que se ahoga en el mar es recorrer su camino hasta ésta a través de una trayectoria que verifique la ley de Snell, es decir, recorriendo mayor espacio por el medio más rápido y menor en el medio más lento girando su trayectoria en la intersección entre ambos.

Considere el índice de refracción del aire de nuestro laboratorio de $n = 1,000 \pm 0,001$

Ayuda:

Expresa el índice de refracción del líquido en función de longitudes que usted puede medir.



PE40. Monteros, Tucumán. Azul.
Equivalente eléctrico de la caloría.

Introducción:

El objetivo de esta práctica es calcular la capacidad térmica de un calorímetro y determinar el equivalente eléctrico de la caloría, a través del principio de conservación de la energía.

Materiales:

- Un calentador pequeño (potencia aproximada de 1200 W)
- Un vaso de telgopor.
- Un termómetro de mercurio.
- Un vaso de plástico graduado.

Procedimiento:

Coloque 200 ml de agua en el calorímetro (vaso de telgopor), agítelo suavemente y mida la temperatura inicial del agua (T_i). Introduzca el calentador en el calorímetro y enciéndalo durante aproximadamente 1 minuto (puede ser más tiempo) . Agite levemente el calorímetro y mida la temperatura final (T_f).

PASO 1: Escriba las expresiones matemáticas que relacionan:

- a. Capacidad térmica, calor y variación de la temperatura.
- b. Calor específico, capacidad térmica y masa.
- c. Potencia, energía y variación del tiempo.

PASO 2: Utilizando las expresiones anteriores, calcule:

- a. El calor recibido por el agua (Q), durante el tiempo en el que el calentador permanece encendido,
- b. La energía gastada por el calentador (E en Joules) durante el intervalo de tiempo

Desprecie la capacidad térmica del calorímetro y la pérdida de calor hacia el ambiente, y suponga que todo el calor generado por el calentador sirvió para calentar el agua. Utilizando el principio de la conservación de la energía, determine cuántos joules corresponden a una caloría, en otras palabras, determine el equivalente eléctrico de la caloría (J).

PASO 3: tire el agua del Calorímetro y séquelo. Coloque 100 ml de agua en el calorímetro, y deje otros 50 ml en el vaso de plástico. Agite levemente el agua del vaso y mida su temperatura. Utilizando el calentador, caliente el agua del calorímetro hasta aproximadamente 50° C. Vierta el agua del vaso plástico en el calorímetro, agítelo suavemente y mida la temperatura de equilibrio.

Utilizando las expresiones del PASO 1:

- a. Calcule el calor cedido por el agua caliente.
- b. Calcule el calor recibido por el agua fría.
- c. Escriba la expresión para el calor cedido por el calorímetro.

Despreciando la pérdida de calor hacia el ambiente, considere el intercambio de calor entre el agua caliente, el agua fría y el calorímetro, y calcule la capacidad térmica (C) del calorímetro.

Para obtener un valor más preciso, puede repetir la experiencia por lo menos tres veces y calcular el valor promedio.

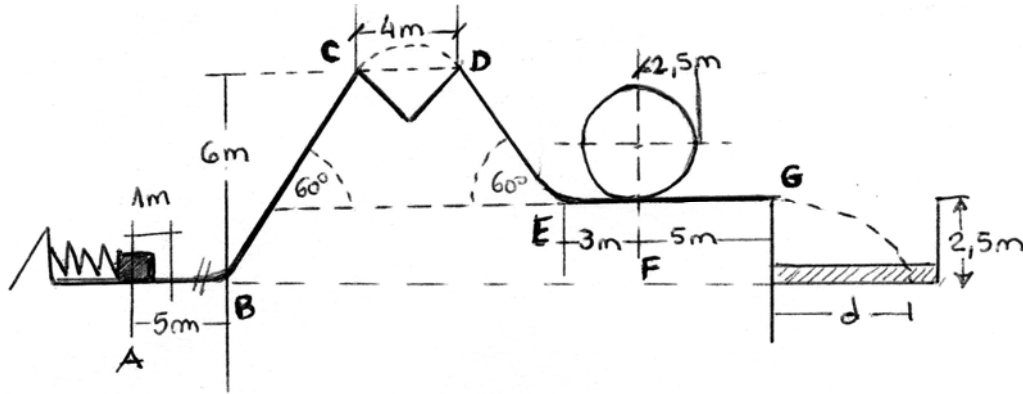
PASO 4: Retome los datos del PASO 2 y calcule el calor recibido por el agua y por el calorímetro, durante los 2 minutos de calentamiento. Considere, ahora, que la energía gastada por el calentador sirvió para calentar el agua y también el calorímetro , y calcule nuevamente el equivalente eléctrico de la caloría.

PASO 5: Considere el valor para el equivalente eléctrico de la caloría como 4,18 J. Calcule el error porcentual entre el valor esperado y el resultado obtenido, en los PASOS 2 Y 4.

Redacte un informe de su experiencia donde consigne:

- Objetivos de su trabajo – Planteo analítico.
- Experiencia realizada – Diseño experimental utilizado.

- Valores, tablas obtenidos.
- Fuentes de errores y análisis de cómo influyen en los resultados finales acotados.
- Consideraciones y supuestos que haya realizado.
- Todo aquello que considere relevante para su informe.



PE41. Ciudad de Salta. Azul.

Experimental I

La realidad tiene la última palabra...

Introducción

A fin de explicar fenómenos que ocurren en la realidad, la física construye modelos bajo ciertas suposiciones y consideraciones. Recordemos que uno de los objetivos de un modelo en física es predecir el valor de una magnitud física.

Cuando un fluido escapa por un orificio practicado en un recipiente, la velocidad con que sale del mismo se puede calcular fácilmente en términos de la altura que se encuentra inicialmente el agua. Por otra parte si se conoce la altura de donde sale el agua con respecto a la base del recipiente y la distancia horizontal que recorre el chorro se puede calcular también sin problema la velocidad de salida. Sin embargo, estas velocidades no coinciden en la realidad.

Objetivo

El objetivo de la práctica es encontrar la razón de estas dos velocidades que discrepan.

Material disponible

- Un contenedor cilíndrico plástico con orificios equidistantes y escalados.
- Agua.
- Una Manguera.
- Un clavo.
- Cinta adhesiva.
- Regla

Actividad experimental

De un contenedor con agua se deja salir un chorro horizontal. De acuerdo a la ecuación de Bernoulli, se cumpliría que:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2.$$

donde P_1 y P_2 son las presiones en los puntos 1 y 2 respectivamente, $h_1 = H$, $h_2 = h$, y v_1 y v_2 son las velocidades en los puntos 1 y 2 respectivamente.

Por otro lado, el movimiento bidimensional de una partícula líquida perteneciente a un chorro líquido (agua) se regiría acertadamente por las siguientes ecuaciones:

$$x = v_{0x} \cdot t$$

$$-h = -\frac{1}{2}gt^2$$

En un caso ideal, los resultados de las velocidades obtenidos usando cualquiera de los modelos deberían ser iguales entre sí, sin embargo, este no es el caso.

La discrepancia en las velocidades podría medirse en la forma de un cociente:

$$k = \frac{v_{ox}}{v_o},$$

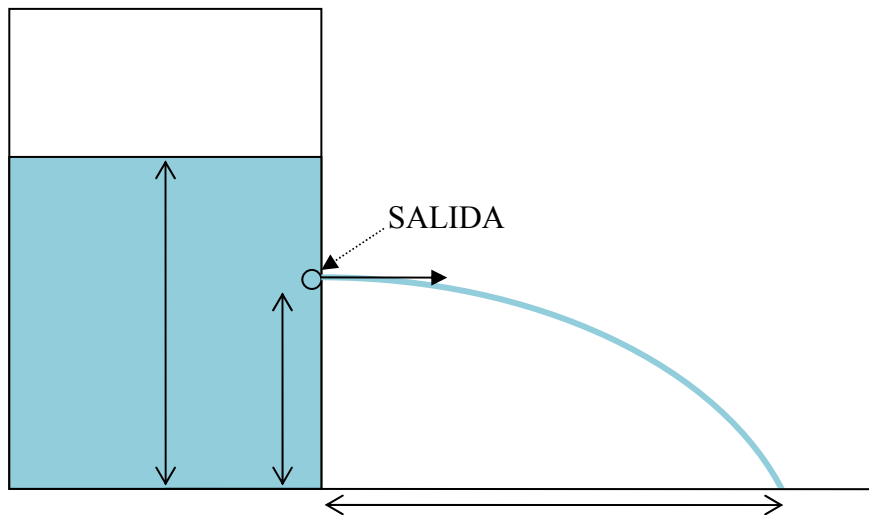
donde v_{ox} es la velocidad predicha por las ecuaciones de cinemática, y v_o la velocidad predicha por la ecuación de Bernoulli.

Procedimiento experimental

- 1- Proponga una explicación a la discrepancia entre v_{ox} y v_o , relacionada con las propiedades del líquido en cuestión.
- 2- Haciendo uso de las consideraciones y simplificaciones pertinentes demostrar:

$$k = \frac{x}{2\sqrt{h(H-h)}}$$

- 3- Mida x , h y H todas las veces que crea conveniente, para distintos valores de h , y con los errores correspondientes.
- 4- Calcule k con su respectivo error.



Experimental II

Ootra forma de medir el índice de refracción del agua.

Objetivo

Medir el índice de refracción del agua.

Material disponible

- Recipiente transparente con agua, que tiene un par de caras paralelas, y otro par de caras no paralelas.
- Un puntero de láser de He_Ne.
- Una pantalla.
- Pequeño espejo para alinear.
- Cinta métrica.

Procedimiento experimental

- Se deberá ubicar el recipiente, el láser y la pantalla como lo indica la Fig. 1, procurando que:
 - a. El haz de luz y la cara de entrada en el recipiente sean perpendiculares: Como sabemos, al incidir el rayo de luz sobre vidrio parte de la luz se refleja y parte se refracta. Al hacer que el haz de láser reflejado en la cara

coincida con el haz incidente nos aseguramos de que la superficie y el rayo láser serán perpendiculares.

- b. El haz de láser y la pantalla sean perpendiculares: Se puede usar el mismo procedimiento de más arriba sosteniendo un espejo o pieza de vidrio contra la pantalla.

Lo que se recomienda es dejar ubicado primero el láser respecto a la pantalla.

Para ello **colocamos la pantalla en posición** (pegada a una pared, por ejemplo) y sostenemos temporalmente un espejo contra ella. **Encendemos el láser y lo fijamos tal que el haz reflejado sobre el espejo coincida con el incidente.** Hecho esto colocamos el recipiente en posición entre el láser y la pantalla mediante el mismo principio (ver Figura 1). Cuando tengamos todo en posición **marcamos en la pantalla el punto (P)** de incidencia del láser.

Lean el resto del texto, no se apuren todavía a llenar con agua el recipiente.

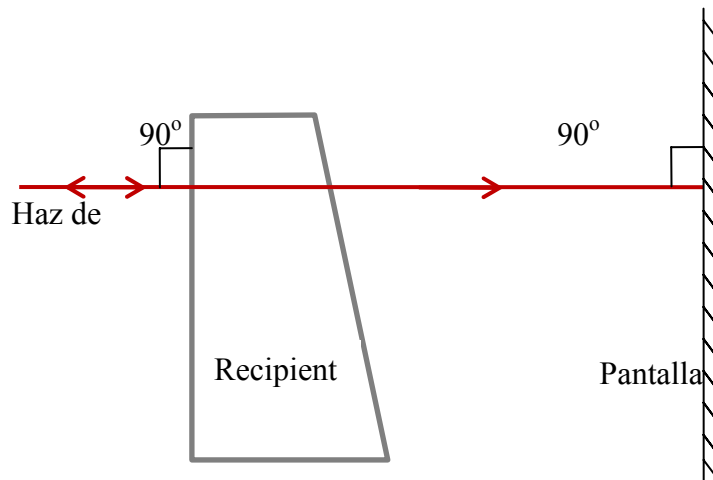


Figura 5. Disposición inicial vista desde arriba.

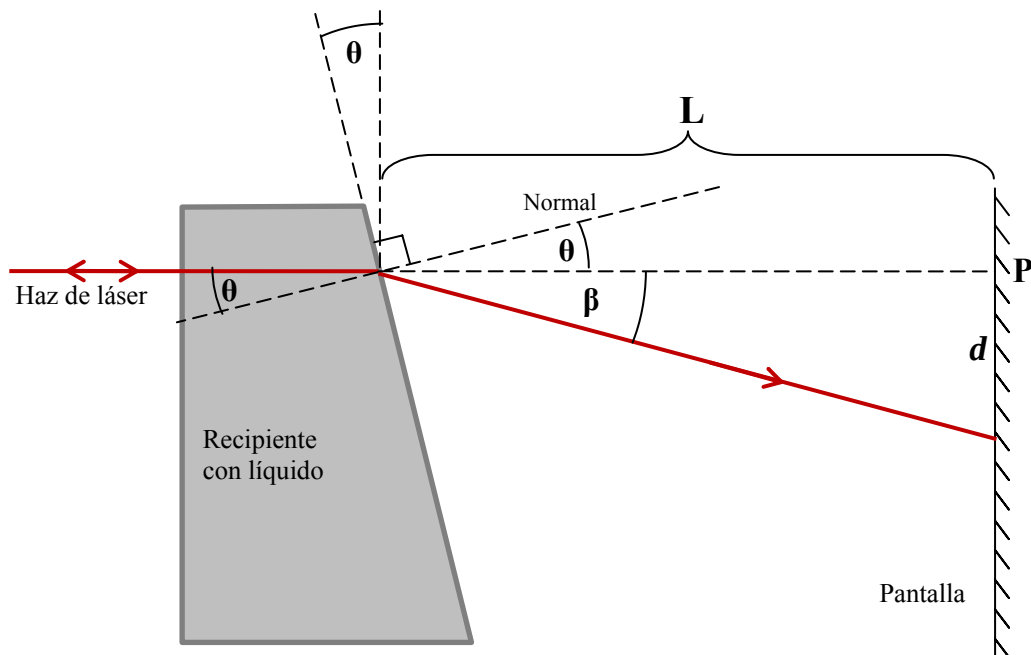


Figura 6. Marcha de rayos para cuando tenemos el recipiente lleno de líquido.

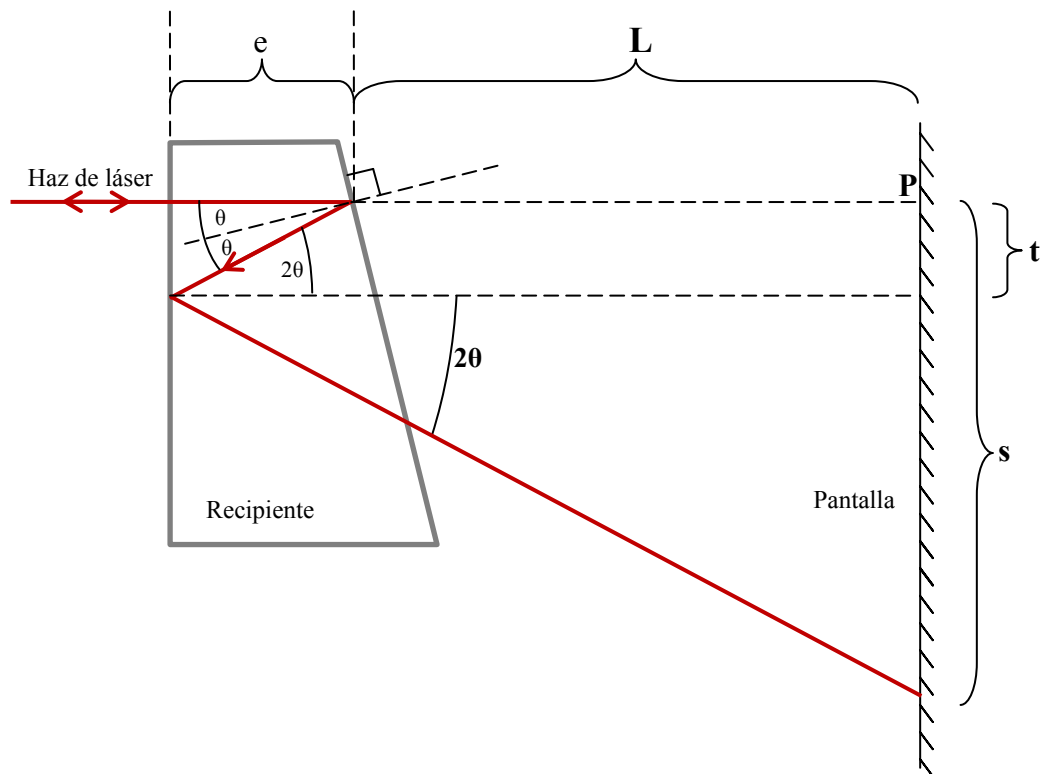


Figura 7. Marcha de rayos para cuando tenemos el recipiente sin líquido.

Cuando llenemos el recipiente con líquido la situación sería como muestra la Figura 2. La pared de vidrio desplaza al láser de su recorrido, y al ser delgada podemos considerar que este desplazamiento es despreciable. Cuando el láser (cuando sale del recipiente) pasa del agua al aire, el ángulo de incidencia es θ y el ángulo de refracción es α .

Tomamos al índice de refracción del aire como igual a 1 y según la ley de Snell:

$$n \sin \theta = \sin \alpha$$

Donde n es el índice de refracción del líquido, y:

$$\alpha = \beta + \theta$$

Y a su vez

$$\tan \beta = d/L$$

Donde L es la distancia entre el punto por donde el láser sale del recipiente y la pantalla; d es la distancia entre el punto P marcado inicialmente y el nuevo lugar donde incide el láser.

Parece que con conocer θ , d y L calcular n es pan comido. Es fácil medir d y L , se lo puede hacer directamente. El *quid* de la cuestión es conocer θ , el ángulo entre las caras del recipiente.

Para medir θ vamos a usar el recipiente sin líquido (es más práctico hacer esta medición antes de llenarlo de agua). La marcha de rayos se muestra en la figura 3. Fácilmente vemos que se cumple la relación:

$$\tan(2\theta) = \frac{s-t}{L+e}$$

Por la que podemos calcular fácilmente θ .

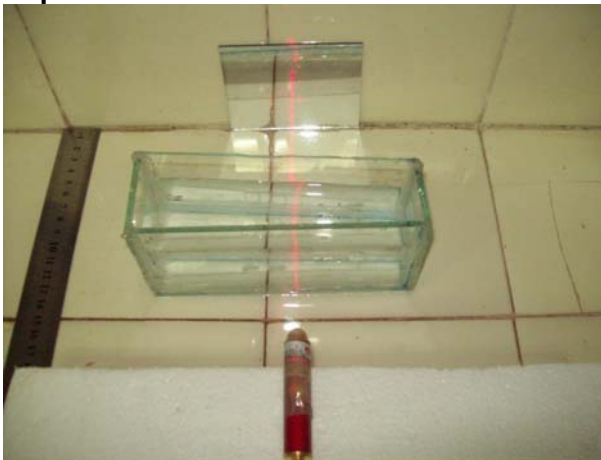
OBTENCIÓN DE n

- Con la medida de θ calcular n con su correspondiente error.

Experimental I



Experimental II



PE42. Ciudad de Formosa. Azul.

Objetivo: Determinar el diámetro exterior de una arandela

Materiales: Una arandela metálica y un calibre.

Procedimiento: Armar una tabla en la que figuren las mediciones, el valor más probable y los desvíos. Calcular el error cuadrático medio y explicar su significado.

PE43. San Miguel de Tucumán. Azul.

Objetivo: Determinación de los Pesos específicos de distintos líquidos De que sustancias se trata

Materiales.

- Cuerpos de masa conocida
- Dinamómetro
- Probetas graduadas
- 3 sustancias

Determinar: con el menor error posible los pesos específicos de las distintas sustancias.

1- Proponga un método experimental que le permita medir con el menor error Describa claramente los pasos a seguir y los instrumentos a utilizar. Justifique cuantitativamente.

2- Con los elementos que se le provee, seleccione el método y los instrumentos más adecuados. Justifique cuantitativamente.

3- Dé el valor acotado de los pesos específicos

4- Realice un análisis de los errores sistemáticos de su sistema experimental.

5- Busque los valores de literatura. ¿Qué puede concluir?

PE44. Navarro, Buenos Aires. Azul.

Objeto: 1- Verificar las tres primeras leyes del péndulo.

2- Determinar el valor de la aceleración de la gravedad del lugar.

Materiales: - soporte

- hilo

- esfera de madera

- esfera de hierro

- cronómetro

Desarrollo. 1 – A Ley del isocronismo. Construyamos un péndulo de 1 m de largo.

Apartamos el péndulo unos 10 cm de su posición de equilibrio. A la amplitud lograda la llamamos amplitud I.

Soltamos el péndulo dejándolo oscilar. Tomamos el tiempo empleado en cumplir 10 oscilaciones dobles. Llevamos este tiempo al cuadro y calculamos el período correspondiente.

Repetimos las lecturas de tiempo para amplitudes correspondientes a separaciones del péndulo igual a 6 cm y 3 cm, volcando los resultados en el cuadro.

Amplitud	Tiempo 10 oscilaciones	Período (T)
	s	s
I		
II		
III		
Longitud del péndulo:m		

Teniendo en cuenta los errores experimentales, ¿cómo resultan los períodos para distintas amplitudes?

¿Por qué tomamos en cada caso el tiempo de 10 oscilaciones en lugar de medir directamente el período?

1 – B Ley de las masas

Construyamos dos péndulos de igual longitud, uno de madera y otro de hierro.

Dejamos oscilar libremente ambos péndulos. Medimos el tiempo que emplean en cumplir 10 oscilaciones dobles y volcando los resultados en el cuadro determinamos el período para cada péndulo.

Cuerpo	Tiempo 10 oscilaciones	Período (T)
	s	s

¿Cómo resultan los períodos de péndulos de distinta masa?

1 – C 3ª ley del péndulo $T = f(l)$

Con hilo y la bolita de hierro construimos sucesivamente péndulos de distintas longitudes, por ejemplo 1 m, 0,50 m y 0,25 m. En cada caso medimos el tiempo de 10 oscilaciones dobles y completamos el cuadro siguiente.

l	$\sqrt{l}$	$10 \cdot T$	T	$\frac{T}{\sqrt{l}}$
1 m				
0,50 m				
0,25 m				

¿Se verifica que T y $\sqrt{l}$ son directamente proporcionales? ¿Por qué?

2. Determinación de la aceleración de la gravedad del lugar.

De la expresión matemática del período del péndulo despejamos la aceleración de la gravedad (g).

Siendo:

$$T = 2 \cdot \Pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

elevando al cuadrado ambos miembros:

$$T^2 = 4 \cdot \Pi^2 \cdot \frac{l}{g}$$

despejando g

$$g = \frac{4 \cdot \Pi^2 \cdot l}{T^2}$$

Volcamos los resultados obtenidos en el primer cuadro al siguiente, calculando g .

Lectura	T	T^2	$g = \frac{4 \cdot \Pi^2 \cdot l}{T^2}$
	s	s^2	$\frac{m}{s^2}$
I			
II			
III			

Hallamos el valor más probable de la aceleración de la gravedad

$$\bar{g} = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{3} = \dots\dots\dots \frac{m}{s^2}$$